

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2016), 25 (4), 453–462
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2016), 25 (4)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2016), 25 (4), 453–462
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2016), 25 (4)
<http://iks.pn.sggw.pl>

Arkadiusz NIEWIADOMSKI

Pracownia Gleboznawstwa i Geoekologii, Uniwersytet Łódzki
Laboratory of Soil Science and Geoecology, University of Lodz

Ocena wpływu nawożenia preparatem Biocal na właściwości fizykochemiczne i produktywność gleb przy wykorzystaniu biotestu Phytotoxkit

Impact assessment of Biocal fertilization on physicochemical properties and productivity of soils by using the Phytotoxkit biotest

Słowa kluczowe: osady ściekowe, fitotest, wskaźnik zahamowania kiełkowania *SG*, wskaźnik zahamowania wzrostu korzeni *RI*, dawka nawozowa, urodzajność gleb

Key words: sewage sludge, phytotest, seed germination index *SG*, root growth inhibition index *RI*, dose of fertilizer, soil fertility

Wprowadzenie

Nawożenie jest powszechnie stosowanym zabiegiem służącym poprawie właściwości gleb (Oleszczuk i Baran, 2006; Napora i Grobelak, 2014). Ocena oddziaływania wprowadzanych w różnych dawkach substancji do gleby nie jest jednak oczywista. O ile formy składników w nawozach mineralnych i naturalnych oraz ich przemiany w środowisku są dobrze znane, o tyle niemożliwe jest założenie wywołania konkretnych zmian

przez preparat nawozowy bez wyników często wieloletnich badań. Stosowanie substancji nawozowych typu Biocal wydaje się być zabiegiem współgrającym z ogólnie rozpowszechnianą polityką ekologiczną, jednak w przypadku preparatów bazujących na osadzie ściekowej, zwłaszcza poddanych różnym zabiegom uzdatniania, wpływ, jaki mogą wywierać na glebę, wciąż pozostaje w sferze badań (Gondek, 2009).

Rozwiązaniem problemu związanego z analizą oddziaływania substancji nawozowych stworzonych na bazie osadów ściekowych dodawanych do gleby może być obserwacja reakcji roślin. Obok zaawansowanych metod laboratoryjnych fitotesty stanowią szybki i prosty sposób uzyskania informacji o zmieniających się warunkach jakościowych po zastosowaniu danej dawki nawozowej

(Baran i in., 2008; Jakubus i Tatuśko, 2015). Znakomita większość fitotestów bazuje jednak na ocenie negatywnego wpływu stosowanych substancji w stosunku do gleby, na podstawie oceny zawartości metali ciężkich (Lazzari i in., 2000; Wong i in., 2001; Fjällborg i in., 2005; Srivastava i in., 2005; Czerniawska-Kusza i in., 2006; Fuentes i in., 2006; Domene i in., 2007; Oleszczuk, 2008; Oleszczuk, 2009), wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (Lazzari i in., 2000; Amir i in., 2005; Czerniawska-Kusza i in., 2006; Hamdi i in., 2006; Oleszczuk i Baran, 2006; Oleszczuk, 2008; Oleszczuk, 2009) czy polichlorowanych bifenyli (Schowanek i in., 2004; Mantis i in., 2005). Badania takie, z uwagi na coraz bardziej zaostrzone normy zawartości wymienionych zanieczyszczeń w osadach, ustępują ostatnimi laty nowym trendom pozwalającym ocenić oddziaływanie osadów ściekowych na aktywność biologiczną gleby (Kuczyńska i in., 2005; Augustynowicz i in., 2010).

Głównym celem przeprowadzonych badań jest ocena skuteczności wykorzystania testu kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin Phytotoxkit do określenia optymalnej dawki preparatu nawozowego Biocal. Dodatkowo zwrócono uwagę na zmienność podstawowych właściwości fizykochemicznych gleb w odniesieniu do wielkości dawki nawozu.

Material i metody

Materiałem użytym w badaniach były próbki pobrane z poziomu próchnicznego gleby brunatnej użytkowanej rolniczo jako pole orne. Teren pobierania próbek

zlokalizowany był w okolicach Pabianic (51°39' N, 19°25' E), w oddaleniu od zakładów przemysłowych i ciągów komunikacyjnych. Materiał glebowy następnie uśredniono przez wymieszanie. Próbką reprezentowała grupę granulometryczną gliny piaszczystej, w której dominowała frakcja piasku, z domieszkami około 20% frakcji pylastej i blisko 10% frakcji ilastej. Próbką zawierała 21,7 g na kg węgla organicznego. Materiałem odniesienia, stanowiącym tło dla próbki ornej, była próbka pobrana w okolicach wsi Wadlew (51°30' N, 19°24' E), z poziomu skały macierzystej gleby biellicowej. Próba ta niemal w całości składała się z frakcji piaszczystej i należała do grupy piasku luźnego. Nie wykazała ona obecności węgla organicznego. W pobranym materiale glebowym oznaczono: skład granulometryczny metodą areometryczno-sitową Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, zawartość węgla organicznego metodą Tiurina, pH gleb w wodzie i 1 M KCl – potencjometrycznie, zawartość węglanu wapnia metodą Scheiblera, kwasowość hydrolityczną (*Hh*) i sumę kationów wymiennych o charakterze zasadowym (*S*) metodami Kappena; pojemność sorpcyjną (*T*) określono jako sumę kwasowości hydrolitycznej i sumy kationów oraz stopień wysycenia gleby kationami (*V*) według wzoru: $V = S / T \times 100\%$.

Nawóz Biocal jest preparatem wapniowo-organicznym produkowanym w oczyszczalni ścieków w Aleksandrowie Łódzkim. Znajduje szerokie zastosowanie we wzbogacaniu gleb, głównie lekkich, z uwagi na korzystny skład chemiczny: ponad 30% materii organicznej, około 20% wapnia, 2% azotu, udział fosforu, magnezu, potasu (Nowak i in.,

2002; Tołoczko i in., 2006). Nawóz wykazywał bezpiecznie małą zawartość metali ciężkich (Nowak i in., 2002), a po higienizacji wysokoreaktywnym wapnem tlenkowym o zawartości 90% CaO spełniał wszelkie kryteria mikrobiologiczne stawiane osadom ściekowym przeznaczonym do rolniczego wykorzystania. W przeprowadzonym badaniu dawki nawozowe określono wagowo w ilości [g]: 0,1; 0,25; 0,5; 1 i 5.

Test Phytotoxkit jest biotestem *in vivo* bazującym na reakcji roślin na zmiany w chemizmie podłoża glebowego (Kuczyńska i in., 2005), który opracowano na podstawie standardowej metodyki sugerowanej przez belgijską firmę MicroBioTests Inc (Phytotoxkit – seed germination..., 2004). Próby gleb nawilżono wodą destylowaną do osiągnięcia stanu nasycenia wilgocią. Następnie przykryto je papierowym filtrem, na który wysiano każdorazowo po 10 nasion jednoliściennego sorgo (*Sorghum saccharatum*), dwuliściennej pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum*) oraz dwuliściennej gorczycy białej (*Sinapis alba*). Każda z płytek z glebą była poddana trzydniowej inkubacji w ciemności w pozycji pionowej w temperaturze 25°C. Próby glebowe właściwe (próchniczna i mineralna) poddano testom w trzech powtórzeniach. Obok przeprowadzono badanie z użyciem gleby testowej dołączonej do zestawu Phytotoxkit. Reakcję roślin analizowano pod względem dwóch parametrów: wskaźnika inhibicji kiełkowania (*SG*) oraz zahamowania wzrostu długości korzeni (*RI*) w odniesieniu do wartości uzyskanych dla gleby kontrolnej. Rejestracji obrazu dokonywano za pomocą aparatu fotograficznego. Wykonane fotografie pod-

dano analizie w programie Image Tools. Wspomniane parametry *SG* i *RI* wyrażono wzorem:

$$SG / RI = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

gdzie:

SG / RI – wskaźnik zahamowania kiełkowania / wskaźnik zahamowania wzrostu korzeni,

A – średnia ilość wykiełkowanych nasion / średnia długość korzeni w próbie z glebą kontrolną,

B – średnia ilość wykiełkowanych nasion / średnia długość korzeni w próbie środowiskowej z daną dawką nawozową.

Wyniki i dyskusja

Dodatek Biocalu nie spowodował dużych zmian wartości pH gleb (tab.). Zauważalny jest wzrost wartości pH gleby mineralnej wynikający ze składu nawozu bogatego w związki wapnia i magnezu. Zmiana odczynu gleby z lekko kwaśnego na obojętny jest podstawowym i najszybszym efektem wapnowania (Gibczyńska, 2000). Urbanowski i Bilski (1988) zauważają, że nawożenie małymi dawkami wapna często okazuje się niewystarczające dla zobojętnienia kwasowości gleby. Taką sytuację zaobserwowano w przypadku gleby próchnicznej.

Gibczyńska (2000) podkreśla, iż kwestia potrzeb i skuteczności wapnowania gleb nie jest do końca poznana, a w szczególności dotyczy oddziaływania wapna w warunkach ekstremalnych, na przykład podczas stosowania dużych

TABELA. Zmienność właściwości fizykochemicznych badanych gleb pod wpływem różnych dawek nawozu Biocal

TABLE. Changeability of physicochemical properties of soils under the influence of different doses of Biocal fertilizer

Dawka nawozu Fertilizer dose [g]	pH w H ₂ O pH in H ₂ O	pH w KCl pH in KCl	Zawartość CaCO ₃ Content CaCO ₃ [%]	<i>Hh</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	<i>V</i>
				[mmol·100 g ⁻¹]	[mmol·100 g ⁻¹]	[mmol·100 g ⁻¹]	[%]
Gleba próchniczna/Humic soil							
0,00	7,76	6,86	–	2,00	10,48	12,50	83,84
0,10	7,79	6,98	–	2,12	11,29	13,42	84,13
0,25	7,81	6,98	–	1,68	12,62	14,46	87,28
0,50	7,78	6,82	–	1,25	14,50	15,75	92,06
1,00	7,73	6,98	0,15	1,50	21,70*	23,20*	93,53*
5,00	7,75	6,97	6,65	1,00	–	–	–
Gleba mineralna/Mineral soil							
0,00	6,12	5,22	–	1,25	4,40	5,65	77,88
0,10	6,13	5,33	–	1,25	3,80	5,05	75,25
0,25	6,19	5,35	0,10	0,89	7,20*	8,09*	89,00*
0,50	6,24	5,40	0,26	0,37	15,01*	15,38*	97,59*
1,00	6,30	5,45	0,44	0,42	–	–	–
5,00	7,05	6,57	1,20	0,22	–	–	–

Hh – kwasowość hydrolityczna/hydrolitic acidity; *S* – suma wymiennych zasad/sum of exchangeable cations; *T* – pojemność sorpcyjna/sorption capacity; *V* – stopień wysycenia kationami/cation exchange capacity.

* Wyniki obarczone błędem z powodu braku odwapnienia próbek/results encumbered with errors due to the lack of samples decalcitation.

dawek nawozów na glebach o wybitnie piaszczystym uziarnieniu.

Procentowa zawartość węgla wapnia w badanych próbkach uwidoczniła się dopiero przy dawkach nawozu większych lub równych 1 g w przypadku gleby próchnicznej i większych lub równych 0,25 g w mineralnej. Różnica zawartości CaCO₃ przy maksymalnej dawce nawozu wynika z faktu, iż w piaszczystej glebie mineralnej część tlenu wapnia przeszła w wyniku reakcji z wodą w trudno rozpuszczalny wodorotlenek Ca(OH)₂, który nie przechodzi

od razu w CaCO₃ (Koter, 1979). W ciągu krótkiej, trzydniowej inkubacji tylko część związków wapnia udało się więc oznaczyć w formie węglanowej.

Gleba mineralna, piaszczysta wskutek nawożenia uzyskała większe wartości pH, a tym samym jej kwasowość osiągnęła mniejsze wartości niż wzbogacona tymi samymi dawkami Biocalu gleba próchniczna. Jelinowska i inni (1972) wykazała, że w glebach wytworzonych z piasku kwasowość hydrolityczna obniżała się dość równomiernie wraz

z rosnącą zawartością dodatku wapna nawozowego.

Zastosowanie metody Kappena do oznaczenia sumy zasad (S) w przypadku próbek zawierających CaCO_3 jest obarczone błędem (Komornicki i Grzywnowicz, 1981). W przypadku gleby próchnicznej, w której zawartość węglanów ujawniła się dopiero przy dawce Biocalu w ilości 1 g, odnotowano wzrost sumy kationów wynikający z charakteru nawozu bogatego w wapń i magnez. Dwukrotnie większy wzrost osiągnęła próbka mineralna, która wykazała ponadto szybszy wzrost stopnia wysycenia kationami (V). Warto jednak zauważyć, że niewielki dodatek nawozu (0,1 g) spowodował spadek wartości sumy zasad. Prawdopodobnie tak mała ilość nawozu nie miała wpływu na ogólną zawartość kationów wymiennych. Po przeprowadzeniu odwapnienia próbek glebowych wartość S przy dawce Biocalu 1 g osiągnęła 16,24 mmol na 100 g, a wysycenie zasadami na poziomie V równym 93% w przypadku gleby próchnicznej i 6,96 mmol na 100 g przy V o wartości bliskiej 90% w glebie mineralnej. Dalsze badanie przy dawce nawozu w ilości 5 g po odwapnieniu dało wartości S na poziomie 29,67 mmol na 100 g w glebie próchnicznej i 9,89 mmol na 100 g w glebie mineralnej przy niemal całkowitym wysyceniu obu gleb kationami zasadowymi.

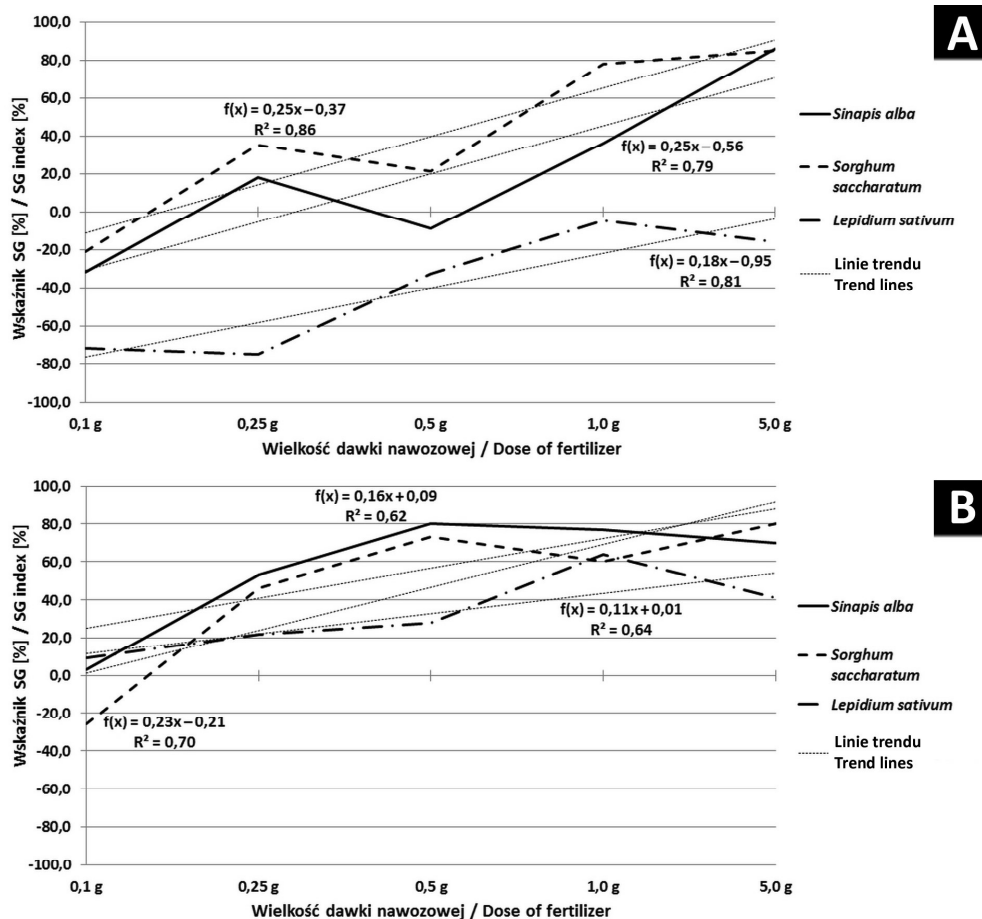
Pojemność sorpcyjna gleby próchnicznej była średnio 2–3-krotnie większa niż gleby mineralnej (tab.) i wynikała głównie z zasobności tych gleb w związki próchniczne wykazujące dużą zdolność pochłaniania substancji i związków (Kwiatkowska i Maciejewska, 2008). Jak twierdzi Gąsior (2009), poprawa zdolności sorpcyjnych gleby jest najistotniejszą

cechą służącą trwałej poprawie żyzności gleb lekkich.

Wskaźnik SG w próbkach gleby mineralnej wykazał podobny przebieg jak w glebie próchnicznej, jednak zahamowanie kiełkowania nasion częściej uzyskiwało większe wartości (rys. 1). Warto zauważyć, że w glebie próchnicznej przy dawce nawozu 0,1 g wskaźnik SG przyjmował wartości ujemne; nawóz stymulował zatem kiełkowanie nasion. Sytuacja ta utrzymywała się dla pieprzycy siewnej nawet przy dawce nawozu 0,25 g.

Romanowska-Duda i Grzesik (2008) w badaniach nad możliwością zwiększenia biomasy roślin energetycznych poprzez wykorzystanie stabilizowanych osadów ściekowych zauważyli podobną stymulantę przy małych dawkach nawozów, jednak ich zwiększanie wyraźnie wydłużało średni czas kiełkowania nasion. W przypadku gleby mineralnej tylko dla sorgo uzyskano ujemną wartość wskaźnika SG . W glebie tej dodatek nawozu wyraźnie hamuje kiełkowanie roślin, co może świadczyć o fitotoksycznym wpływie nawozu na rozwój użytych w teście roślin.

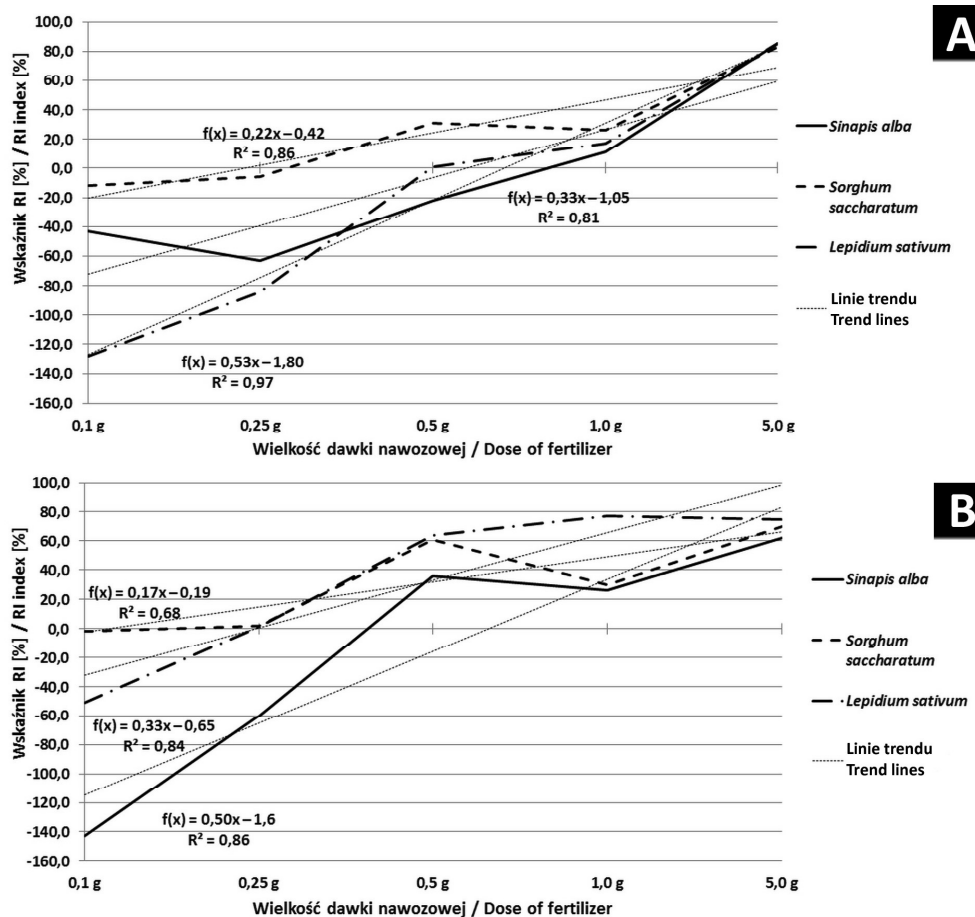
Zarówno w glebie ornej, jak i mineralnej widać zahamowanie wzrostu korzeni wszystkich roślin w miarę wzrostu dawki Biocalu (rys. 2). Podobnie jak w przypadku poprzedniej miary wskaźnik RI przyjmował wartości ujemne, co oznacza, że małe dawki nawozu (do 0,25 g) wpływały stymulująco na rozwój korzeni w obu glebach w stosunku do prób nienawożonych. Harasimowicz-Hermann (1988) w badaniach nad wpływem nawożenia gnojówką koniczyny perskiej dowiodła pozytywnego oddziaływania substancji wzrostowych, które w wyższym stężeniu hamowały rozwój roślin.



RYSUNEK 1. Wartość wskaźnika zahamowania kiełkowania SG dla dawek preparatu Biocal w glebie próchnicznej (A) i mineralnej (B)
 FIGURE 1. Values of seed germination index SG for doses of Biocal preparation in humic (A) and mineral (B) soil

W badaniach Baran i innych (2008) już przy najmniejszej dawce nawozu widać zahamowanie rozwoju związane z obecnością związków toksycznych. Fitotoksyczność składników nawozu może mieć większe znaczenie dla produktywności niż wpływ zawartych w nim składników pokarmowych. Zwiększenie zawartości Biocalu do 5 g spowodowało zahamowanie wzrostu korzeni na poziomie powyżej 80% w glebie próchnicznej

i 60% w mineralnej. Należy uzupełnić, że w badaniach z użyciem testu występowały także zmiany morfologiczne utrudniające pomiar, tj. skręcenia czy nadmierny rozwój włośników przy jednoczesnym braku wzrostu długości korzeni. Na istotność tego problemu zwróciła uwagę Van der Vliet i inni (2012), krytycznie oceniając uzyskiwane wyniki wskaźnika RI.



RYSUNEK 2. Wartość wskaźnika zahamowania wzrostu korzeni *RI* dla dawek preparatu Biocal w glebie próchnicznej (A) i mineralnej (B)

FIGURE 2. Values of roots inhibition index *RI* for doses of Biocal preparation in humic (A) and mineral (B) soil

Baran i inni (2008) podkreślają jeszcze jeden aspekt. Proste do obserwacji, szybkie i tanie fitotesty mimo dawania powtarzalnych wyników nie mogą być do końca pewne. Obserwując zahamowanie kiełkowania czy wzrostu korzeni, nie możemy mieć pewności, że w dłuższym czasie rośliny „przytłumione” dodatkiem nawozu do gleby nie uzyskałyby bardzo dobrych parametrów wzrostu i odwrotnie. Krótki czas trwania testu

może ograniczyć wiarygodność uzyskiwanych wyników. Zagadnienie to wymaga dalszych badań.

Wnioski

1. Preparat Biocal wpłynął korzystnie na parametry fizykochemiczne obu badanych gleb w przypadku dawki większej niż 0,25 g. Nawożenie spowodowa-

ło wzrost zawartości wapnia, spadek kwasowości hydrolitycznej oraz wzrost ogólnej pojemności sorpcyjnej (dwukrotny w glebie próchnicznej i niemal trzykrotny w glebie mineralnej).

2. Analiza uzyskanych wyników wskaźników testu Phytotoxkit wykazała negatywną zależność stymulowania roślin wraz ze wzrostem dodatku Biocal. Mała dawka Biocalu (0,1 g) stymulowała kiełkowanie nasion wszystkich roślin testowych, jednak w miarę wzrostu dawki nawozu zaobserwowano zahamowanie kiełkowania nasion na glebie próchnicznej sięgające powyżej 60% dla gorczycy i sorgo oraz powyżej 40% dla nasion wszystkich roślin wysianych na glebie mineralnej. Krótki czas inkubacji mógł ograniczyć efektywność stosowanego nawozu.

3. Wskaźnik zahamowania wzrostu korzeni (*RI*) wykazał silną zależność od wielkości dawki nawozowej, choć w porównaniu z glebami nienawożonymi dawka Biocalu do 0,5 g dla gleby próchnicznej i 0,25 g dla mineralnej jest korzystna w stosunku do stymulacji wzrostu korzeni roślin, gdyż wskaźnik *RI* osiągał wartości ujemne. Nadmierny rozwój włóśników i skręcenie korzeni mogły wpłynąć negatywnie na prawdziwość uzyskanych wyników.

Literatura

- Amir, S., Hafidi, M., Merlina, G., Hamdi, H. i Revel, J.C. (2005). Fate of polycyclic aromatic hydrocarbons during composting of lagooning sewage sludge. *Chemosphere*, 58, 449-458.
- Augustynowicz, J., Pietkiewicz, S., Kalaji, M.H. i Russel, F. (2010). Wpływ nawożenia osadem ściekowym na wybrane parametry aktywności biologicznej gleby oraz wydajności aparatu fotosyntetycznego słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.). *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie*, 10 (2), 7-18.
- Baran, A., Jasiewicz, C. i Klimek, A. (2008). Reakcja roślin na toksyczną zawartość cynku i kadmu w glebie. *Proceedings of ECOpole*, 2 (2), 417-422.
- Czerniawska-Kusza, I., Ciesielczuk, T., Kusza, G. i Cichoń, A. (2006). Comparison of Phytotoxkit microbiotest and chemical variables for toxicity evaluation of sediments. *Environmental Toxicology*, 21, 367-372.
- Domene, X., Alcañiz, J. M. i Andrés P. (2007). Ecotoxicological assessment of organic wastes using the soil collembolan *Folsomia candida*. *Applied Soil Ecology*, 35, 461-472.
- Fjällborg, B., Ahlberg, G., Nillson, E. i Dave, G. (2005). Identification of metal toxicity in sewage sludge leachate. *Environment International*, 31, 25-31.
- Fuentes, A., Lloréns, M., Sáez, J., Aguilar, M.I., Pérez-Marín, A.B., Ortuño, J.F. i Meseguer, V.F. (2006). Ecotoxicity, phytotoxicity and extractability of heavy metals from different stabilised sewage sludges. *Environmental Pollution*, 143, 355-360.
- Gąsior, J. (2009). Poprawa właściwości gleby lekkiej w wyniku stosowania różnych dodatków mineralnych. Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Gibczyńska, M. (2000). Długotrwałość wpływu wapnowania na zmiany niektórych właściwości chemicznych gleby lekkiej. Szczecin: Rozprawy Akademii Rolniczej w Szczecinie.
- Gondek, H. (2009). Content of cadmium in maize (*Zea mays* L.) and soils fertilized with sewage sludges and mixtures of sewage sludge and peat. *Polish Journal of Natural Sciences*, 24 (3), 146-157.
- Hamdi, H., Manusadžianas, L., Aoyama, I. i Jeddidi, N. (2006). Effects of anthracene, pyrene and benzo[a]pyrene spiking and sewage sludge compost amendment on soil ecotoxicity during a bioremediation process. *Chemosphere*, 65, 1153-1162.
- Harasimowicz-Hermann, G. (1988). Wpływ nawożenia gnojówką na masę części nadziemnych i podziemnych koniczyny perskiej i czerwonej. *Zeszyty Naukowe Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy*, 145 (24), 61-68.

- Jakubus, M.B. i Tatuško, N. (2015). Przegląd wybranych biologicznych metod oceny stanu środowiska naturalnego. *Inżynieria Ekologiczna*, 42, 78-86.
- Jelinowska, A., Jelinowski, S. i Sypniewski J. (1972). *Uprawa i użytkowanie poplonów*. Warszawa: Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Komornicki, T. i Grzywnowicz, I. (1981). Zakres stosowania metody Kappena do oznaczania sumy zasad wymiennych w glebie. *Roczniki Gleboznawcze*, 32 (2), 3-14.
- Koter, M. (1979). *Chemia rolna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kuczyńska, A., Wolska, J. i Namieśnik, J. (2005). Application of biotests in environmental research. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 35, 135-154.
- Kwiatkowska, J. i Maciejewska, A. (2008). Wpływ rodzajów substancji organicznej na właściwości fizykochemiczne gleby i zawartość węgla organicznego. *Roczniki Gleboznawcze*, 59 (1), 128-133.
- Lazzari, L., Sporni, L., Bertin, P. i Pavoni, B. (2000). Correlation between inorganic (heavy metals) and organic (PCBs and PAHs) micropollutant concentrations during sewage sludge composting processes. *Chemosphere*, 41, 427-435.
- Mantis, I., Voutsas, D. i Samara C. (2005). Assessment of the environmental hazard from municipal and industrial wastewater treatment sludge by employing chemical and biological methods. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 62, 397-407.
- Napora, A. i Grobelak, A. (2014). Wpływ osadów ściekowych na aktywność mikrobiologiczną i biochemiczną gleby. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 17 (4), 619-630.
- Nowak, M., Tołoczko, W. i Trawczyńska, A. (2002). Produkcja preparatu wapniowo-organicznego Biocal z osadów ściekowych w Aleksandrowie Łódzkim. *Acta Agrophysica*, 73, 263-275.
- Oleszczuk, P. (2008). Phytotoxicity of municipal sewage sludge composts related to physico-chemical properties, PAHs and heavy metals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 69, 496-505.
- Oleszczuk, P. (2009). Testing of different plants to determine influence of physico-chemical properties and contaminants content on municipal sewage sludges phytotoxicity. *Environmental Toxicology*, 25 (1), 38-47.
- Oleszczuk, P. i Baran, S. (2006). Zastosowanie biotestów do oceny zanieczyszczenia gleb przez wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. *Roczniki Gleboznawcze*, 57 (3/4), 80-89.
- Phytotoxkit – seed germination and early growth microbiotest with higher plants. *Standard operational procedure*. (2004). MicroBioTests Inc., Mariakerke (Gent), Belgia. Pobrano z lokalizacji <http://www.microbiotests.be/SOPs/Phytotoxkit%20SOP%20-%20A5.pdf>.
- Romanowska-Duda, Z.B. i Grzesik, M. (2008). Zastosowanie pomiarów biometrycznych roślin w monitorowaniu środowiska i produkcji biomasy do celów energetycznych. W *Ekotoksykologia w Ochronie Środowiska, Materiały II Konferencji „Ekotoksykologia w ochronie środowiska”*, Szklarska Poręba, 25-27 września (strony 327-334). Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych.
- Schowaneck, D., Carr, R., David, H., Douben, P., Hall, J., Kirchmann, H., Patria, L., Sequi, P., Smith, S. i Webb, S. (2004). A risk-based methodology for deriving quality standards for organic contaminants in sewage sludge for use in agriculture- Conceptual Framework. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 40, 227-251.
- Srivastava, R., Kumar, D. i Gupta, S.K. (2005). Bioremediation of municipal sludge by vermitechnology and toxicity assessment by *Allium cepa*. *Bioresource Technology*, 96, 1867-1871.
- Tołoczko, W., Trawczyńska, A. i Niewiadomski, A. (2006). Zmienność wybranych właściwości chemicznych gleb nawożonych preparatem Biocal na przykładzie terenów rolniczych gminy Aleksandrów Łódzki. *Proceedings of ECOpole '06*, 267-272.
- Urbanowski, S. i Bilski, J. (1988). Wpływ wieloletniego nawożenia na odczyn i zawartość przyswajalnych mikro i makroelementów w glebie. *Zeszyty Naukowe Akademii Technicznej-Rolniczej w Bydgoszczy*, 145 (24), 61-68.
- Van der Vliet, L., Velicogna, J., Princz, J. i Scroggins, R. (2012). Phytotoxkit: a critical look at a rapid assessment tool. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31 (2), 316-323.
- Wong, J.W.C., Li, K., Fang, M. i Su D.C. (2001). Toxicity evaluation of sewage sludges in Hong Kong. *Environment International*, 27, 373-380.

Streszczenie

Ocena wpływu nawożenia preparatem Biocal na właściwości fizykochemiczne i produktywność gleb przy wykorzystaniu biotestu Phytotoxkit. Celem przeprowadzonych badań jest ocena wykorzystania biotestu Phytotoxkit do określenia wpływu zmiennych dawek preparatu wapniowo-organicznego Biocal na próby gleb – próchniczną i mineralną. Dla weryfikacji przeprowadzono analizę oddziaływania nawozu na właściwości fizykochemiczne gleb. Stwierdzono wzrost zasobności obydwu gleby w związku wapnia, spadek kwasowości hydrolytycznej i wzrost pojemności sorpcyjnej. Badanie wskaźnika inhibicji kiełkowania *SG* wykazało, że tylko małe dawki nawozu (do 0,5 g) wpłynęły korzystnie na rośliny testowe. W porównaniu z glebami nienawożonymi dawka Biocalu do 0,5 g dla gleby próchnicznej i 0,25 g dla mineralnej korzystnie wpłynęła na proces stymulacji wzrostu korzeni roślin, gdyż wskaźnik *RI* osiągał wartości ujemne.

Summary

Impact assessment of Biocal fertilization on physicochemical properties and productivity of soils by using Phytotoxkit

biotest. The aim of the present study is to evaluate the use of Phytotoxkit biotest to determine the effect of humic and mineral soils fertilization with variable doses of calcium-organic Biocal preparation. To verify the effect of fertilizer the analysis of Biocal impact on physicochemical properties was executed. An increase of calcium content, decrease of hydrolytic acidity and increase of sorption capacity in both soil samples was ascertained. The research of seed germination index *SG* showed that only small doses of fertilizer (up to 0.5 g) had a positive effect on the test plants. In comparison to non-fertilized soils the 0.5 g dose of Biocal in humic soil and 0.25 g in mineral soil was beneficial with respect to root growth stimulation, as *RI* index reached negative values.

Author's address:

Arkadiusz Niewiadomski
Uniwersytet Łódzki
Pracownia Gleboznawstwa i Geoekologii
ul. Narutowicza 88
90-139 Łódź
Poland
e-mail: arkadiusz.niewiadomski@geo.uni.lodz.pl