

Słowa kluczowe: Phytotoxkit, kiełkowanie nasion, rośliny energetyczne, monitorowanie toksyczności, Zea mays, osady ściekowe

Zdzisława Beata ROMANOWSKA-DUDA*, Mieczysław GRZESIK**

ZASTOSOWANIE POMIARÓW BIOMETRYCZNYCH ROŚLIN W MONITOROWANIU ŚRODOWISKA I PRODUKCJI BIOMASY DO CELÓW ENERGETYCZNYCH

Postępująca degradacja i zwiększający się stopień zanieczyszczenia środowiska, a jednocześnie duże zapotrzebowanie energetyczne, spowodowały w ostatnich latach zainteresowanie metodami monitorowania toksycznych skażeń ekosystemu oraz dążeniem do opracowania szybkich i tanich metod ich oceny. Jednym z problemów w środowisku są zalegające w postaci hałd osady ściekowe. Celem niniejszej pracy było zbadanie możliwości zwiększenia biomasy roślin energetycznych na przykładzie kukurydzy (*Zea mays*) oraz opracowanie nowej metody z zastosowaniem Phytotoxkit, poprzez wykorzystanie stabilizowanych osadów ściekowych jako nawozu oraz różnorodnych podłoży. Ze względu na duże obszary gleb o niskiej klasie bonitacyjnej w naszym kraju, metoda ta może stać się użytecznym sposobem powodującym znaczne obniżenie kosztów wytwarzania biomasy, a przez to energii.

1. WSTĘP

W związku z nasilającą się degradacją gleb i zwiększającym się stopniem ich zanieczyszczenia, w ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie metodami monitorowania środowiska i dążeniem do opracowania szybkich i tanich sposobów ich oceny.

Ponadto w dobie dużego zapotrzebowania energetycznego i kończących się zapasów energii ze źródeł dotychczas eksploatowanych, zaczęto wykorzystywać zastępcze źródła energii do których należą między innymi rośliny energetyczne. Ze względu na ich porównywalną wartość energetyczną z węglem brunatnym, stały się one bardzo powszechnym źródłem energii odnawialnej.

* Katedra Ekofizjologii i Rozwoju Roślin, Uniwersytet Łódzki, ul Banacha 12/16, 90-237 Łódź
e-mail: romano@biol.uni.lodz.pl

** Zakład Szkółkarstwa i Nasiennictwa Roślin Ozdobnych, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa,
ul Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice, e-mail: mgrzesik@insad.pl

Celem niniejszej pracy było zbadanie możliwości zwiększenia biomasy roślin energetycznych na przykładzie kukurydzy (*Zea mays*) oraz opracowanie nowych metod z zastosowaniem testu Phytotoxkit, poprzez wykorzystanie stabilizowanych osadów ściekowych i różnorodnych podłoży. Ze względu na to, że osady ściekowe zalegają duże powierzchnie w postaci hałd, głównie przy wielkich aglomeracjach miejskich, i stanowią jednocześnie źródło nieprzyjemnych zapachów oraz szkodliwych gazów uwalnianych do atmosfery, a także zmniejszają walory krajobrazowe, ważnym problemem staje się ich utylizacja. Ze względu na duże obszary gleb o niskiej klasie bonitacyjnej w naszym kraju, metoda ta może stać się użytecznym sposobem powodującym znaczne obniżenie kosztów wytwarzania biomasy, a przez to energii (Planquart 1999; Cogaliastro 2001; Czyżyk i Kozdraś 2003; Maćkowiak 2001; Sua 2003).

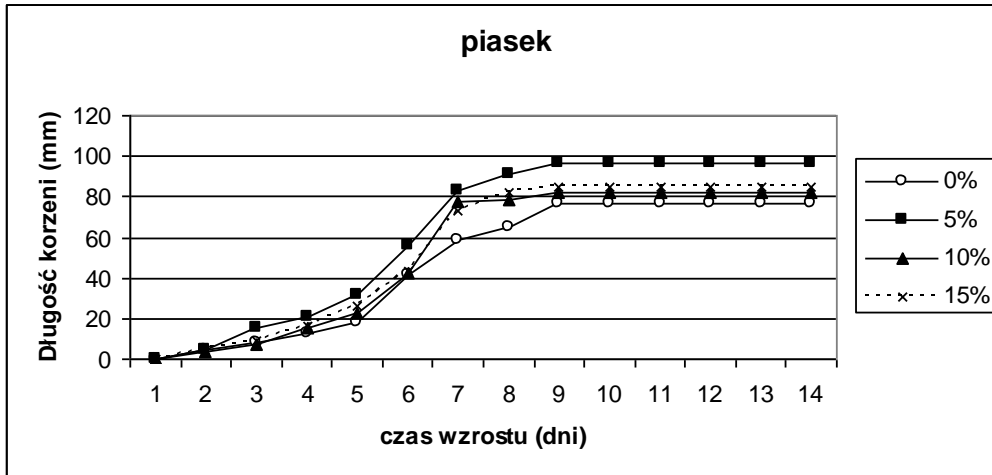
2. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na nasionach kukurydzy (*Zea mays*) otrzymanych z PHN „Nasiona Kobierzyc”. Do chwili rozpoczęcia badań przechowywano je przez okres roku w temperaturze 15–20°C, w powietrzu o wilgotności ok. 50%. W celu zbadania wpływu stabilizowanych osadów ściekowych na kiełkowanie nasion, wzrost korzeni i części nadziemnych kukurydzy oraz toksyczności osadów, nasiona wysiano w zestawach Phytotoxkit, wypełnionych różnymi rodzajami podłoży w 20°C. Codziennie podliczano liczbę kiełkujących nasion, w celu określenia ich zdolności i średniego czasu kiełkowania, mierzono długość korzeni i nadziemnych części siewek oraz oceniano ich morfologię. Za skielkowane nasiona przyjmowano te, u których korzonek zarodkowy przebił okrywą nasienną.

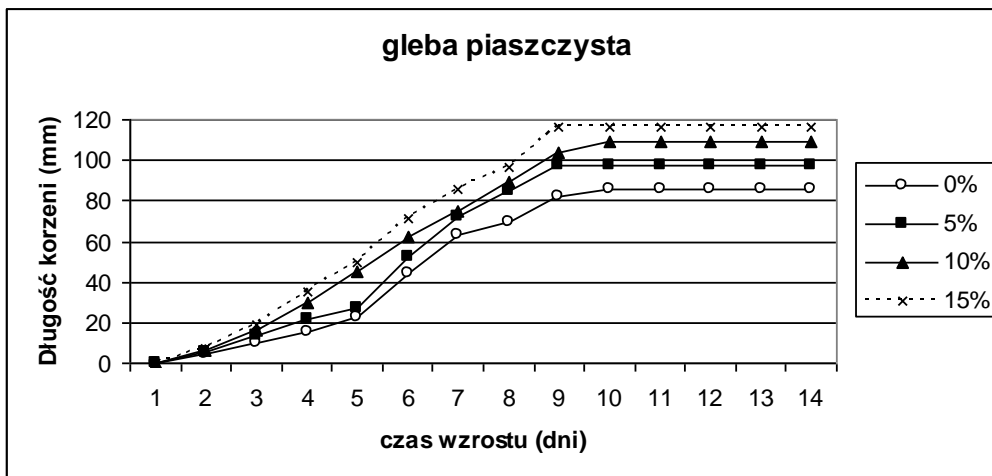
3. WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wykazały, że zastosowane dawki testowanych osadów ściekowych (5; 10; 15%) w większości traktowań sukcesywnie zwiększają zdolność kiełkowania nasion i w wysokim stopniu biomasę roślin w porównaniu do roślin kontrolnych, rosnących w poszczególnych podłożach bez dodatku stabilizowanych osadów ściekowych (0%).

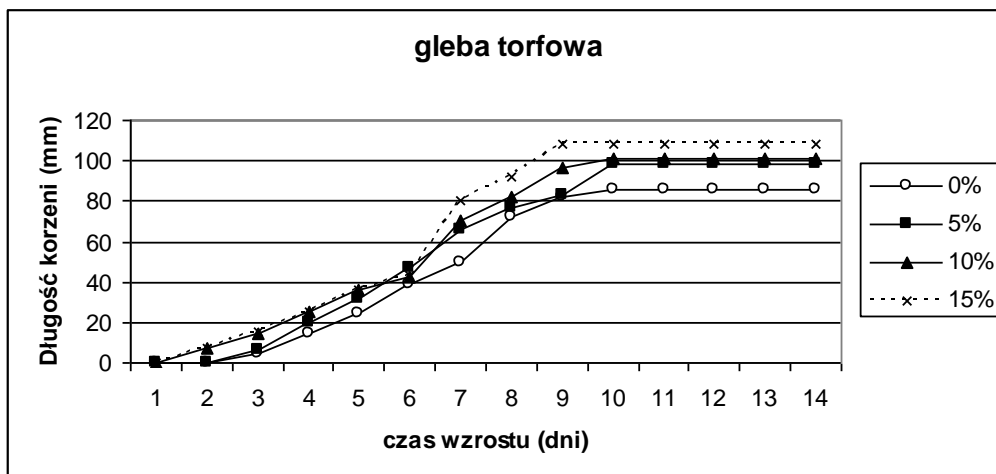
Wpływ stabilizowanych osadów na zdolność oraz szybkość kiełkowania nasion kukurydzy w różnych podłożach (piasek, gleba piaszczysta, torfowa, gliniasta) oraz wzrost siewek, był uzależniony od ich stężenia w podłożu. Najbardziej efektywne dla kukurydzy okazało się stężenie w ilości 15%. Pod wpływem tego stężenia szybkość kiełkowania, wyrażona średnim czasem kiełkowania, została zwiększona w granicach 50–100% (dane nie ilustrowane), a w dalszej kolejności długość korzeni (rys. 1A, B, C, D).



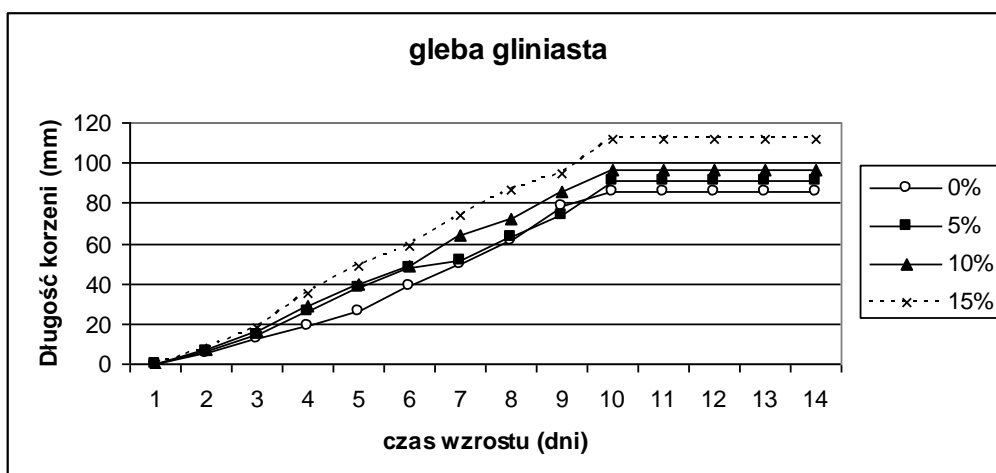
A



B



C

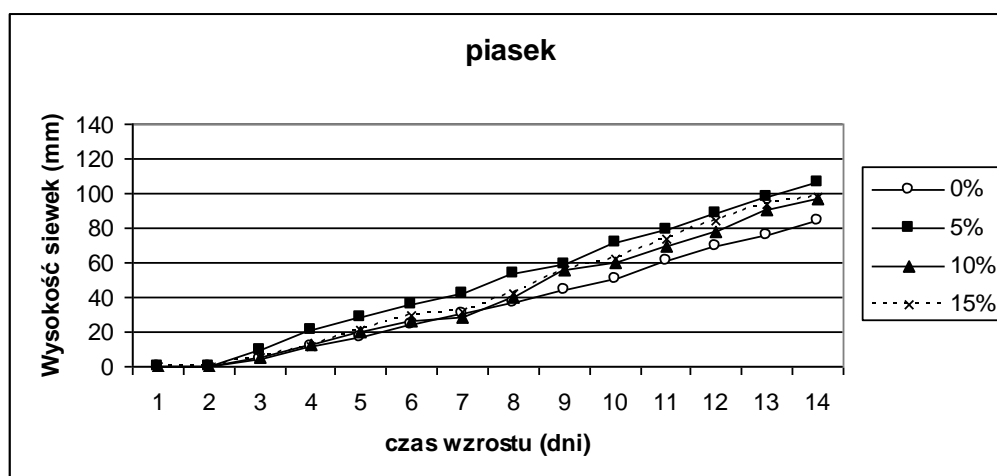


D

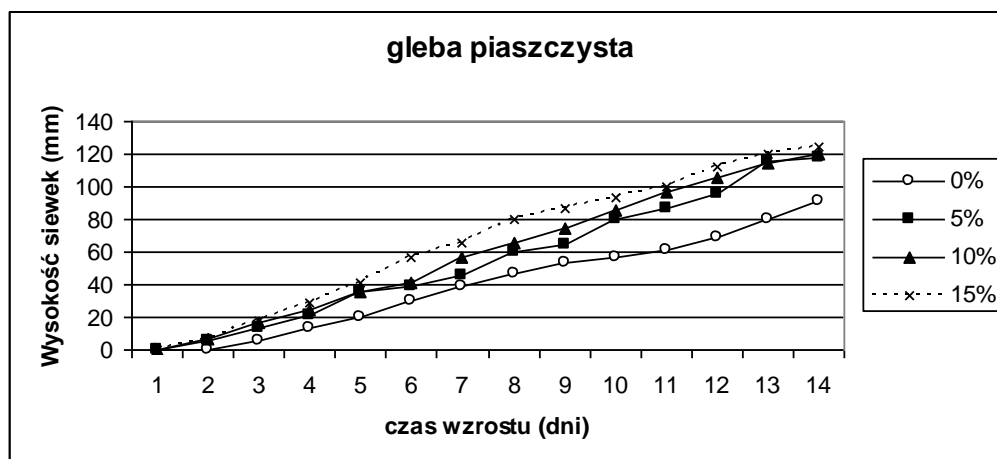
Rys. 1. Długość korzeni *Zea mays* uprawianej w piasku (A), glebie piaszczystej (B), torfowej (C), gliniastej (D) zawierającej różne stężenia stabilizowanych osadów ściekowych

We wszystkich przypadkach w miarę zwiększania się dawek stabilizowanych osadów stopniowo zwiększał się średni czas kiełkowania nasion, co świadczy o stymulowaniu tego procesu. Wskazuje to, że zdolność i szybkość kiełkowania nasion oraz wzrost roślin w tym *Zea mays*, może być markerem stopnia toksyczności zastosowanych osadów ściekowych. Uzyskane wyniki potwierdzają nasze wcześniejsze badania przeprowadzone na nasionach ślazuwca pensylwańskiego *Sida hermaphrodita* i kosterzewie trzcinowej *Festuca arundinacea* (Grzesik i in. 2007; Romanowska-Duda i in. 2007).

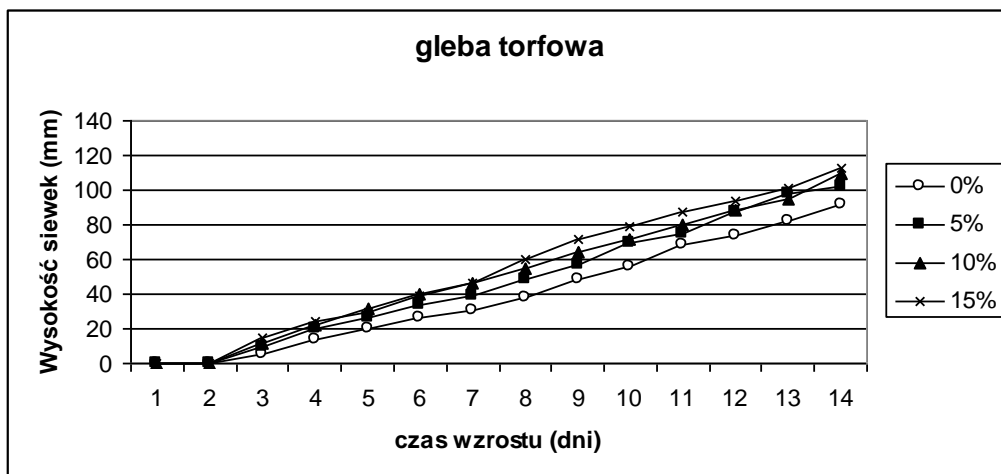
Stymulujący wpływ stabilizowanych osadów ściekowych na długość korzeni kukurydzy, po 14 dniach uprawy od wysiewu, ujawnił się po zastosowaniu dawki 15% w glebie piaszczystej, torfowej i gliniastej, a w przypadku piasku stężenia 5% (rys. 1A). Korzenie kukurydzy wykazały najbardziej intensywny wzrost pomiędzy 9 i 10 dniem uprawy. Podobne zależności uzyskano dla kukurydzy w przypadku wzrostu części nadziemnych (rys. 2 A, B, C, D).



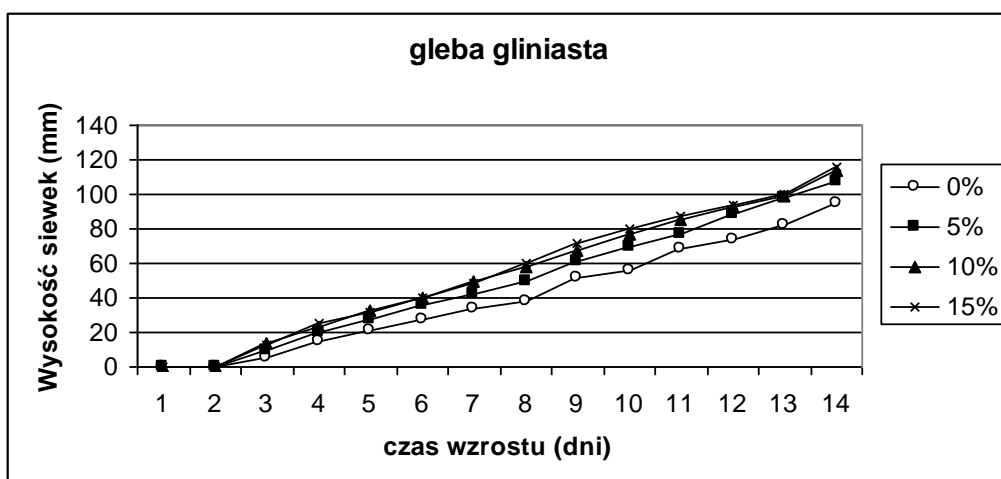
A



B



C



D

Rys. 2. Wzrost długości części nadziemnych *Zea mays* uprawianej w piasku (A), glebie piaszczystej (B), torfowej (C), gliniastej (D) w obecności różnych stężeń stabilizowanych osadów ściekowych

Uzyskane wyniki wskazują, że pomiary długości kilkudniowych korzeni kukurydzy w teście Phytotoxkit mogą być markerem stopnia zanieczyszczenia osadów ściekowych substancjami toksycznymi oraz stymulacji wzrostu biomasy roślin energetycznych.

W literaturze światowej istnieją wzmianki o możliwości zastosowania kiełkujących nasion jako bioindykatorów skażeń środowiska, natomiast trudno jest znaleźć dokładniejszych danych o specyficznych testach dotyczących badań toksyczności osadów ściekowych oraz wykorzystywanych gatunków roślin, szczególnie jeśli chodzi

o określenie nietoksycznych, ale stymulujących dawek tych osadów (Swenson i in. 1991; Kapustka, Reporter 1994; Nałęcz-Jawecki 2000; Persoone i In. 2000; Persoone 2005; Dubowa i in. 2002; Grzesik i Romanowska-Duda 2005, 2005a, 2005b; Grzesik i in. 2007; Romanowska-Duda i in. 2006, 2007). Prezentowane badania wnoszą, więc nowe informacje niezbędne do opracowania tego typu testów.

Proponowane badania mają na celu opracowanie i wdrożenie nowych metod uprawy wybranych gatunków roślin do celów energetycznych, które jednocześnie będą przydatne w monitorowaniu toksyczności środowiska, oczyszczaniu zdegradowanych terenów z toksycznych skażeń, ich rekultywacji oraz umożliwią zagospodarowanie przerobionych odpowiednio osadów z oczyszczalni miejskich. Recykling osadów do produkcji roślin energetycznych, rozwiąże problem ich składowania i jednocześnie przyczyni się do poprawy jakości gleb słabych i zdegradowanych.

Badania finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
w ramach grantu N 305 05 332/1931.

LITERATURA

- [1] Cogaliastro A., Domon G., Daigle S. 2001. Effects of wastewater sludge and woodchip combinations on soil properties and growth of planted hardwood trees and willows on a restored site. *Ecological Engineering*: 16: 471-485.
- [2] Czyżyk F. i Kozdraś M. 2003. Wpływ nawożenia traw kompostem z osadów ściekowych na skład chemiczny odcieków z gleby. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*: 494 85-92.
- [3] Dubowa, I., Zarina, Dz., Grube, M. 2002. Use of Toxkit microbiotests in determination of pesticide toxicity in soil land groundwater. *Proc. Latvian Acad. Sciences*. 56. 127-133.
- [4] Grzesik M., Romanowska-Duda Z. 2005. Sensitivity and monitoring response of *Lactuca sativa* germinated seeds to the toxicity of heavy metal salts in drinking water. In *Nutrient Management in Wastewater Treatment Processes and Recycle Streams*, ISBN 83-921140-1-9., s. 1305-1308.
- [5] Grzesik M., Romanowska-Duda Z. B., 2005a. Physiological responses of the germinating seeds to the toxic activity of microcystins. *Proceedings of 12th Inter. Symposium on Toxicity Assessment*. Ed. A. Kungolos, ISBN 960-88067-6-3, s. 186.
- [6] Grzesik, M., Romanowska-Duda, Z. 2005b. Sensitivity and monitoring response of *Lactuca sativa* germinated seeds to the toxicity of heavy metal salts in drinking water. *Proceedings International Water Association Specialized Conference Nutrient Management in Wastewater Treatment Processes and Recycle Streams*. Kraków 19-21. 9. 2005. pp. 1305-1308.
- [7] Grzesik M., Romanowska-Duda Z., Andrzejczak M.E., Woźnicki P., Warzecha D. 2007. Application of sewage sludge to improve of soil quality by make use of model plant energy. *Acta Physiol. Plantarum (supplement)*: 102.
- [8] Kapustka, L.A., Reporter, M. 1994. Terrestrial Primary Producers. In: Calow, P. [Ed.] *Handbook of Ecotoxicology*. Vol. I Blackwell Scientific Publications, Oxford London Edinburgh Boston.. pp. 278-299.
- [9] Maćkowiak Cz. 2001. Wartość nawozowa osadów ściekowych Inżynieria Ekologiczna Przyrodnicze użytkowanie sadów ściekowych. Ochrona i rekultywacja gruntów. Bydgoszcz.2001, 3: 135-145.

- [10] Nałęcz-Jawecki, G. 2000. Bioindykacja. Biologiczne metody badania toksyczności środowiska. [Bioindication. Biological methods for investigations of environment toxicity] Akademia Medyczna Warszawa. ISDN-83-88559-06-0.
- [11] Persoone, G., Jansen, C., De Coen, W. 2000. New microbiotests for routine toxicity screening and biomonitoring. Kluwer Academic/Plenum Publishers. Wiley Inter Science.
- [12] Persoone G. 2005. Recent new microbiotest for cost effective toxicity monitoring: The Rapidtoxkit and the Phytotoxkit. 12th International Symposium on Toxicity Assessment 12-17. 06. 2005., Skiathos Island Greece. pp. 112
- [13] Planquart P., Boninb G., Prone A., Massiani C. 1999. Distribution, movement and plant availability of trace metals in soils amended with sewage sludge composts: application to low metal loadings. The Science of the Total Environment 1999 241 161-179
- [14] Romanowska-Duda Z. B., Grzesik M., J. Mankiewicz, M. Zalewski, 2006. Bioindication of microcystins toxicity by germinating seeds, w: Environmental Toxicology ed. A.G. Kungolos, C. A. Brebbia, C. P. Samaras & V. Popov, ISBN 1-84564-045-4: 243-252.
- [15] Romanowska-Duda Z., Grzesik M, Andrzejczak M.E., Woźnicki P., Warzecha D. 2007. Influence of stabilized sewage sludge on biomass growth of chosen species of energy plants. Acta Physiol. Plantarum supplement): 66-67.
- [16] Sua D.C., i Wongb J.W.C 2003. Chemical speciation and phytoavailability of Zn, Cu, Ni and Cs in soil amended with fly ash-stabilized sewage sludge. Environment International 2003, 29: 895-900.
- [17] Swenson, S.M., Rickard, K.E., Freemark, P., Mac Quarrie, M. 1991. Testing for pesticide toxicity to aquatic plants: recommendation for Test Species. In: Gorsuch, J.W., Lower, W.R., Wang, W., Lewis, M. [Eds]. Plants for toxicity assessment. Vol 2 ASTM STP 1115, pp. 77-97

THE USE OF BIOMETRIC MEASUREMENTS OF PLANTS
IN THE ENVIRONMENT MONITORING AND BIOMASS PRODUCTION
FOR RENEVAL ENERGY

Stockyards of sewage are one of the civilization problems, which result from purifying processes of industrial and sanitary sewage. Now sewage can be used as an ecological fertilizer for energy plant cultivation *Zea mays*. The effects of sewage sludge on seed germination and growth of seedlings were investigated, in order to elaborate the fast and not expensive bioindication test (Phytotoxkit) of toxic pollution in environment. This research shows the stimulate influence of sewage sludge on growth of roots and part seedlings of *Zea mays*, changes of ground quality on the basis of growth and development of plant. Using sewage deposits will allow to increase ecological intensification of cultivation of energy plants and, to a considerable degree, it will also lower the costs of their cultivation. Moreover, there is a chance of liquidation of slag heaps and reclamation of degraded soils.