

Agnieszka Ociepa¹, Joanna Lach^{1*} i Łukasz Gałczyński¹

¹Inżynierii Środowiska, Politechnika Częstochowska

ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa

tel. 034 325 09 17 wew. 49

*email: jlach@is.pcz.czest.pl

MOŻLIWOŚCI WYNIKAJĄCE Z ZAGOSPODAROWANIA GLEB ZANIECZYSZCZONYCH METALAMI CIĘŻKIMI POD UPRAWY ROŚLIN PRZEMYSŁOWO-ENERGETYCZNYCH

POSSIBILITY OF SOILS MANAGEMENT POLLUTED WITH HEAVY METALS UNDER THE INDUSTRIAL-ENERGETIC CROPS

Abstrakt: Wyniki badań gleb pokazują, że w Polsce ok. 3% użytków rolnych jest zanieczyszczone metalami ciężkimi. Ocenia się, że w regionie częstochowskim ok. 10% użytków rolnych ze względu na nadmierną zawartość Cd, Zn, i Pb kwalifikuje się pod uprawy przemysłowo-energetycznej. Mimo iż warunki glebowo-klimatyczne naszego kraju sprzyjają uprawie licznych gatunków wieloletnich roślin przemysłowo-energetycznych, zarówno rodzinnego pochodzenia, jak i obcych, przystosowanych do naszych warunków, plantacje tych roślin nie są obecnie rozpowszechnione. W artykule dokonano przeglądu wybranych roślin przemysłowo-energetycznych pod kątem możliwości i celowości ich uprawy na glebach średnio zanieczyszczonych metalami. Wskazano te gatunki, które charakteryzują się szybkim przyrostem biomasy i stosunkowo małymi wymaganiami, np. wierzby, trawy wieloletnie, ślaziowiec pensylwański itp. Ponadto niektóre z omówionych roślin charakteryzują się dobrymi właściwościami fitoremediacyjnymi i są szczególnie wskazane do zagospodarowania gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Przedstawiono szerokie możliwości wykorzystania biomasy roślin, wśród których do najważniejszych należą: produkcja energii, biopaliwa, celulozy, płyt drewnopodobnych, leków itp. Oprócz licznych korzyści wynikających z prowadzenia plantacji tych roślin istnieją obecnie poważne ograniczenia hamujące rozwój upraw. Do najpoważniejszych należą duże koszty założenia plantacji oraz brak odpowiednio rozwiniętego rynku biomasy.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, rośliny przemysłowo-energetyczne, fitoremediacja

Abstract: The results of research shows that in Poland 3% of arable lands are polluted by heavy metals. It is estimated that in the Częstochowa region about 10% of arable lands, because of the excessive content of Cd, Zn and Pb, qualifies under industrial-energetic crops. Moreover soil and climate conditions of our country are favourable to cultivate a lot of perennial species of industrial-energetic plants both of native origin and of foreign origin which are adapted to our conditions, our plantations of these plants are not spread nowadays. In the paper there was made a review of the chosen industrial-energetic plants as regards the possibilities and the purposes of their cultivation on soils which are polluted by heavy metals at the average. There was pointed out these species which characterize of fast increase in biomass and of relatively small requirements such as: willow, perennial grass and Pennsylvania mallow etc. What is more, some of the described plants characterize of good phytoremediation properties and are advisable especially to the development of soils polluted by heavy metals. There was presented the wide possibilities of usage plants biomass among which there are: energy production, biofuels, cellulose and wooden-like panels, medicines etc. Apart from numerous benefits arising from the carrying out of these plantations, there are serious limitations of the plants development. The most important are: high costs of the plantation establishment and the lack of a properly developed biomass market.

Keywords: heavy metals, industrial-energetic plants, phytoremediation

Średnia koncentracja metali ciężkich w glebach użytkowanych rolniczo w Polsce jest mniejsza niż w krajach Europy Zachodniej czy USA, co wynika głównie z niższego udziału w rolnictwie gospodarstw intensywnej produkcji oraz mniejszego nasilenia procesów przemysłowych.

Badania gleb wskazują, że ok. 90% użytków rolnych charakteryzuje się naturalnym poziomem zawartości toksycznych metali. Kilka procent gleb wykazuje podwyższoną zawartość (I^0) głównie kadmu i cynku, a ok. 3% użytków rolnych jest zanieczyszczone metalami na

poziomie ($\text{II}^0\text{-V}^0$). Największy procent zanieczyszczonych gleb jest zlokalizowany w województwach: śląskim, małopolskim i dolnośląskim.

Badania gleb regionu częstochowskiego wskazują, że około 10% użytków rolnych powinno być wyłączone z upraw przeznaczonych do spożycia lub na paszę ze względu na nadmierną zawartość kadmu, cynku i ołowiu [1, 2]. Na tych glebach zaleca się uprawę roślin przemysłowo-energetycznych. Mimo iż liczba roślin przemysłowo-energetycznych, które mogą rozwijać się w polskich warunkach glebowo-przyrodniczych, obejmuje kilkadziesiąt gatunków, większość z nich jest mało znana i rzadko uprawiana. Związane jest to z istniejącymi jeszcze licznymi barierami i ograniczeniami rozwoju tych upraw [3].

Z opracowanej „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej” wynika, że podstawowym źródłem energii odnawialnej jest i pozostanie biomasa. Aby zapewnić realizację założonych celów, szacuje się, że co najmniej 136÷170 tys. ha użytków rolnych do 2010 r. i około 250÷300 tys. ha do 2020 r. należy przeznaczyć na uprawy energetyczne przy założeniu prowadzenia upraw na glebach dobrych i średnich (tab. 1).

Tabela 1. Szacowana powierzchnia upraw roślin energetycznych do 2020 r.

Table 1. Estimate of area cultivate energetic plants to 2020

Rok	2006	2008	2010	2020
Udział energii odnawialnej [%]	3,6	5,0	7,5	14,0
Powierzchnia min. [tys. ha]	65	90	136	253
Powierzchnia max [tys. ha]	81	113	170	317

Oznacza to, że w 2010 r. około 1,0÷1,2% gruntów ornych powinno w Polsce być objętych uprawami energetycznymi, a w 2020 r. około 1,7÷2,2% gruntów ornych. Wskazane byłoby, aby w pierwszej kolejności przeznaczyć pod te uprawy gleby lekko lub średnio zanieczyszczone metalami ciężkimi pod warunkiem, że należą one do gleb dobrych lub średnich pod względem rolniczym (rys. 1).

Należy ponadto podkreślić, że niektóre z gatunków charakteryzują się dobrymi właściwościami fitoremediacyjnymi i są szczególnie wskazane do zagospodarowania gleb o nadmiernej ilości metali ciężkich.

Charakterystyka wybranych roślin wysokoenergetycznych

Za rośliny wysokoenergetyczne uważa się takie, których uprawa pozwala uzyskać z jednego hektara ponadprzeciętną ilość biomasy, a tym samym dużą ilość energii. Do najbardziej rozpowszechnionych i najczęściej zalecanych do uprawy w polskich warunkach glebowo-klimatycznych należą: wierzby, topole, trawy z rodziny miskant, ślaziolec pensylwański i róża wielokwiatowa.

W tym artykule scharakteryzowano uprawianego miskanta olbrzymiego i ślaziowca pensylwańskiego na glebach o słabym zanieczyszczeniu metalami ciężkimi.

Miskant olbrzymi (*Miscanthus sinensi giganteus*)

Wieloletnie trawy z rodzaju *Miscanthus* należą do roślin o cyklu fotosyntezy C_4 , co pozwala im na lepsze wykorzystanie energii słonecznej i wody, a co za tym idzie - wyższe plony w porównaniu z większością uprawianych roślin. Również wartość energetyczna tych traw jest duża i wynosi ok. 17÷19 MJ/kg. Miskanty mogą być uprawiane na glebach klasy IV, a więc nie mają zbyt dużych wymagań glebowych pod warunkiem odpowiedniego nawodnienia. Doświadczenie wazonowe założone i prowadzone przez autorów artykułu na glebie zanieczyszczonej kadmem i cynkiem z terenu Huty Częstochowa wskazują, że na poziom plonów roślin wpływa przede wszystkim odpowiednie nawodnienie i nawożenie. Do nawożenia zastosowano osady ściekowe, komposty wykonane z osadów ściekowych lub zieleni miejskiej w dawkach 20÷40 Mg/ha.

Rozwój roślin i uzyskane plony miskanta pozwalają stwierdzić, że przy odpowiednim nawodnieniu zastosowane rodzaje nawożenia bardzo korzystnie wpływają na wysokość plonów w porównaniu z glebą nienawożoną.



Kombinacje nawożenia: O - gleba nienawożona, NPK - nawożenie mineralne, II oś - gleba nawożona osadem ściekowym 20 Mg/ha, D - gleba nawożona kompostem Dano 20 Mg/ha, K - gleba nawożona kompostem wykonanym z osadów ściekowych i odpadów leśnych 20 Mg/ha

Rys. 1. Rozwój miskanta pod wpływem zróżnicowanego nawożenia

Fig. 1. Development of *Miscanthus* under influence of different kind of fertilizing

Ślaziolec pensylwański (*Sida heranaphrodita*)

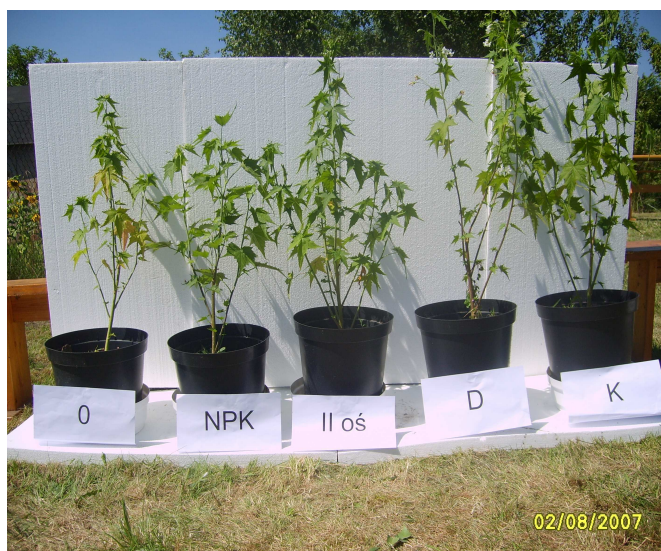
Ślaziolec pensylwański jest wieloletnią rośliną znaną w Polsce od niedawna. Może być rozmnażany zarówno generatywnie, jak i wegetatywnie przez sadzonki korzeniowe lub pędowe.

Badania dowodzą, że ślaziolec pensylwański nie ma dużych wymagań w stosunku do gleby i klimatu. Rośnie na wszystkich typach gleb, nawet na piaszczystych V klasy bonitacyjnej pod warunkiem dostatecznego nawodnienia. Doświadczenie wazonowe założone na glebie zanieczyszczonej metalami ciężkimi z terenu oddziaływania

Huty Częstochowa wskazuje, że nawożenie bardzo istotnie wpływa na wysokość plonów.

Na obiektach nawożonych osadami ściekowymi i kompostami ściekowymi wykonanych z osadów ściekowych i zieleni miejskiej w ilości 20 Mg/ha ilość biomasy była znacznie wyższa niż na obiektach nienawożonych.

Prowadzone doświadczenie z uprawą ślazuwca pensylwańskiego i miskanta olbrzymiego na glebach lekkich pod względem rolniczym i słabo zanieczyszczonych metalami ciężkimi wskazuje na możliwość dobrego rozwoju i wysokich plonów pod warunkiem odpowiedniego nawożenia i nawadniania roślin (rys. 2).



Kombinacje nawożenia: O - gleba nienawożona, NPK - nawożenie mineralne, II oś - gleba nawożona osadem ściekowym 20 Mg/ha, D - gleba nawożona kompostem Dano 20 Mg/ha, K - gleba nawożona kompostem wykonanym z osadów ściekowych i odpadów leśnych 20 Mg/ha

Rys. 2. Rozwój ślazuwca pensylwańskiego pod wpływem zróżnicowanego nawożenia

Fig. 2. Development of *Sida hermafrodita* under influence of different kind of fertilizing

Korzyści wynikające z zagospodarowania gleb pod uprawy roślin przemysłowo-energetycznych

Do najważniejszych korzyści wynikających z zagospodarowania gleb pod uprawy roślin przemysłowo-energetycznych należą:

- uprawa roślin przemysłowo-energetycznych pozwala zagospodarować "bezpiecznie" gleby o nadmiernej zawartości metali ciężkich, na których uprawa roślin do spożycia lub na pasze stwarza niebezpieczeństwo włączenia toksycznych metali w łańcuchy pokarmowe,
- z uwagi na zdolności fitoremediacyjne niektórych gatunków uprawa ich stwarza możliwości oczyszczania gleb z metali ciężkich,
- liczne gatunki roślin przemysłowo-energetycznych charakteryzują się szybkim przyrostem masy, co stwarza możliwości pozyskiwania dużej ilości biomasy w krótkim czasie,

- możliwości wykorzystania biomasy tych roślin są różnorodne. Do najważniejszych należą: produkcja energii, biopaliw, płyt drewnopodobnych, leków,
- prowadzenie plantacji roślin przemysłowo-energetycznych stanowi perspektywę dla rolnictwa w Polsce poprzez zagospodarowanie części gruntów rolnych i stworzenie nowych miejsc pracy dla ludności wiejskiej.

Ograniczenia rozwoju upraw przemysłowo-energetycznych

Uprawa roślin przemysłowo-energetycznych może przynieść znaczące korzyści, należy jednak podkreślić, że obecnie istnieje jeszcze szereg barier ograniczających zakładanie ich plantacji.

Do najważniejszych należą:

- założenie i prowadzenie plantacji upraw przemysłowo-energetycznych w pierwszych latach wiąże się z poniesieniem wysokich nakładów finansowych związanych z zakupem materiału roślinnego oraz kosztami utrzymania plantacji w okresie, w którym nie przynosi dochodów,
- brak odpowiednio rozwiniętej współpracy nauki z doradztwem rolniczym i praktyką rolną, co ogranicza wprowadzenie nowych gatunków roślin do uprawy. Zakładanie plantacji wymaga wiedzy na temat lokalnych warunków klimatyczno-glebowych oraz sprawności organizacyjnej,
- brak odpowiednio rozwiniętego rynku na produkty pochodzące z tych upraw,
- brak powszechnie dostępnego sprzętu umożliwiającego mechanizację cyklu produkcyjnego od rozpoczęcia uprawy roślin do ich zbioru.

Wielu autorów podkreśla, że powstawaniu plantacji roślin energetycznych sprzyjać będą wieloletnie umowy między rolnikami a przedsiębiorstwami energetycznymi na produkcję i odbiór biomasy [6, 7].

Podsumowanie

Oprócz szeregu korzyści wynikających z prowadzenia plantacji roślin przemysłowo-energetycznych istnieją jednak poważne ograniczenia ich rozwoju.

Mimo iż liczba roślin, które mogą być uprawiane w naszych warunkach glebowo-klimatycznych, obejmuje kilkadziesiąt gatunków, większość z nich jest mało znana mimo tego, że od lat są prowadzone doświadczenia przez jednostki naukowo-badawcze. Założenie plantacji wymaga ze strony rolnika pewnej wiedzy, zaangażowania oraz środków finansowych. Powyższe bariery powinny być stopniowo pokonywane, ponieważ istnieje szereg korzyści skłaniających do szerszego wprowadzenia tych roślin do uprawy. Dają one szansę na pozyskanie cennego surowca na potrzeby energetyki i przemysłu. Ponadto ze względu na właściwości fitoremediacyjne niektórych gatunków uprawa ich może być bardzo korzystna na gruntach o niskim lub średnim zanieczyszczeniu metalami ciężkimi.

Podziękowanie

Praca została napisana w ramach BW-401-208/2007.

Literatura

- [1] Terelak H., Motowicka-Terelak T., Maliszewska-Kordybach B. i Pietruch C.: Monitoring chemizmu gleb ornych Polski, Inspekcja Ochrony Środowiska. Program badań i wyniki za lata 1995 i 2000.
- [2] Pierwiastki śladowe (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) w glebach użytków rolnych Polski. Inspekcja Ochrony Środowiska. IUNG, Puławy 2000.
- [3] Ociepa E., Lach J. i Ociepa A.: *Wpływ plantacji roślin przemysłowo-energetycznych na środowisko*. Księga Konf. ECOpole'06, Opole 2006, 215-218.
- [4] Żmuda K.: *Rozwój produkcji biopaliw w świetle regulacji prawnych*. *Wiś Jutra*, 2004, (8-9), 6-9.
- [5] Terelak H., Krasowicz S. i Stuczyński T.: *Środowisko glebowe Polski i racjonalne użytkowanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej*. *Pamięt. Puław.*, 2000, **120**, 455-469.
- [6] Majtkowski W.: *Rośliny alternatywa na cele energetyczne - stan aktualny i perspektywy produkcji w Polsce*. *Wczoraj, dziś i jutro naszego rolnictwa*. II Kongres. Poznań 2004, 164-169.
- [7] Krasowicz S.: *Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania uprawy roślin energetycznych w Polsce*. *Wiś Jutra*, 2005, **7**, 19-20.