

Edward MELLER\*, Eliza BILENDA\*\*

## Wpływ popiołów ze spalania biomasy na właściwości fizykochemiczne gleb lekkich

**STRESZCZENIE.** Ze względu na coraz szersze stosowanie biomasy w przemyśle energetycznym wzrasta zainteresowanie powstającymi popiołami. Przedmiotem badań były popioły powstające w wyniku spalania mieszaniny zrębków drzewnych, wierzby energetycznej, kukurydzy i słomy w Elektrociepłowni Czechnica.

Celem przeprowadzonych badań była ocena oddziaływania popiołów z biomasy na właściwości fizykochemiczne gleby lekkiej oraz ocena ich przydatności w rolnictwie, jako substytutu nawozu mineralnego, potasowego. Doświadczenie polowe przeprowadzono w 2011 roku we wsi Grzędzice koło Stargardu Szczecińskiego na glebie lekkiej. Schemat badań obejmował pięć wariantów ( A – nawożenie mineralne NPK, B – nawożenie mineralne NP, C – nawożenie popiołami w ilości  $3,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , D – nawożenie popiołami  $7,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , E – nawożenie popiołami  $10,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Jako roślinę testową wybrano miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus*). W przeprowadzonym doświadczeniu dodatek popiołów do gleby pozwolił uzyskać pozytywne rezultaty w kształtowaniu jej odczynu. Efekt ten jest bardzo wyraźny w zmianie kwasowości hydrolitycznej gleby, która po zastosowaniu największej dawki popiołów zmniejszyła się w obiekcie kontrolnym z  $3,43 \text{ me}/100 \text{ g}$  do  $2,85 \text{ me}/100 \text{ g}$ . Suma zasad i pojemność kompleksu sorpcyjnego uległy natomiast zwiększeniu.

Wzrastające nawożenie powodowało zwiększenie w glebie zawartości przyswajalnych form fosforu, magnezu, a zwłaszcza potasu. Ilość przyswajalnego potasu w glebie obiektu nawożonego najwyższą dawką popiołów wzrosła w stosunku do obiektu kontrolnego aż o 62%, co pozwoliło na zmianę kategorii zasobności ze średniej (obiekt kontrolny) na bardzo wysoką (najwyższa dawka popiołu).

---

\* Dr hab. inż., \*\* Mgr inż. – Zakład Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie; e-mail: edward.meller@zut.edu.pl; eliza.bilenda@zut.edu.pl

Wstępne wyniki badań wskazują na korzystne oddziaływanie popiołów z biomasy. Stosowane w większych dawkach mogą działać odkwaszająco oraz poprawiać właściwości fizykochemiczne gleb lekkich. Wprowadzanie popiołów do gleby jest zgodne ze zrównoważonym rozwojem i stanowi dobry sposób ich utylizacji.

SŁOWA KLUCZOWE: popioły z biomasy, nawożenie, gleba lekka, skład chemiczny, miskant cukrowy

## Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój gospodarczy świata powoduje znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Nieodnawialne źródła energii, takie jak węgiel kamienny czy brunatny, na których opiera się energetyka światowa z biegiem lat ulegają zmniejszeniu (Jasiulewicz 2008). Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii łączy się ze stosunkowo niewielkim oddziaływaniem na środowisko w porównaniu do tzw. technologii konwencjonalnych oraz niezależnością od paliw kopalnych (Jaworski 2011). Polska jako członek Unii Europejskiej zobowiązała się, że do 2020 roku 20% energii krajowej będzie pochodziło ze źródeł odnawialnych (Hausteine, Grabarczyk 2012).

Hydrogeologiczne uwarunkowania Polski nie pozwalają uzyskać tak dużego udziału odnawialnych źródeł z energetyki wodnej, wiatrowej czy geotermalnej, dlatego w Polsce największe zainteresowanie budzi biomasa (Wisł, Matwiejew 2005).

Utylizacja popiołów jest częścią zrównoważonej produkcji energii i ma ogromny wpływ na środowisko, natomiast składowanie popiołów z biomasy może okazać się marnowaniem cennych składników odżywczych (Pels i in. 2005). Wyniki wstępnych badań nad wpływem popiołów z biomasy na właściwości fizykochemiczne gleb lekkich wskazują, że ich działanie jest porównywalne z działaniem nawozów mineralnych, a w niektórych przypadkach nawet korzystniejsze (Stankowki, Bielińska 2009).

Celem przeprowadzonego doświadczenia jest ocena oddziaływania popiołów z biomasy pochodzących z przemysłu energetycznego, na właściwości fizykochemiczne gleby lekkiej oraz ocena ich przydatności w rolnictwie, jako substytutu nawozu mineralnego, potasowego.

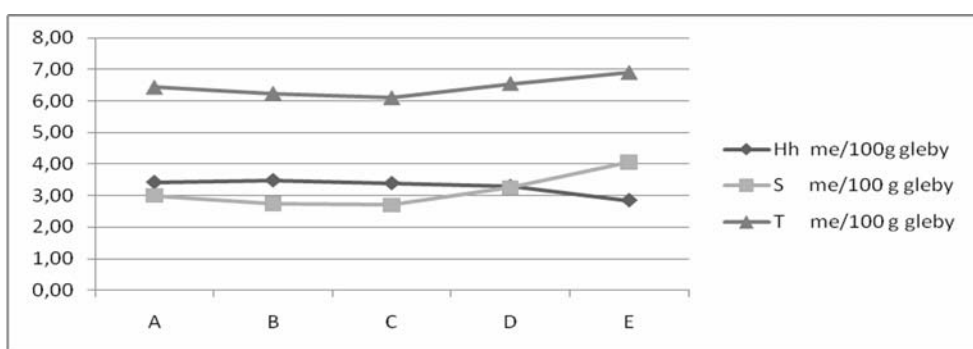
## 1. Metodyka badań

Badania zrealizowano opierając się na doświadczeniu polowym, zlokalizowanym we wsi Grzędzice koło Stargardu Szczecińskiego na glebie lekkiej. Doświadczenie jednoczynnikowe (nawożenie popiołem) założono w układzie bloków losowych. Obejmowało ono cztery bloki, stanowiące kolejne powtórzenia. W każdym z nich uwzględniono po pięć obiektów; trzy obiekty odpowiadały poszczególnym dawkom popiołów (C – 3,5; D – 7,0; E – 10,5 Mg·ha<sup>-1</sup>), dwa pozostałe to kontrola A – nawożenie mineralne NPK, B – nawożenie

mineralne NP. Powierzchnia jednego poletka wynosiła 4,5 m<sup>2</sup>. Zastosowane popioły ze spalania zrębki drzewnej, wierzby energetycznej, kukurydzy i słomy pochodziły z Elektrociepłowni Czechnica. Jako roślinę testową wybrano miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus*). Po zbiorze uprawianej rośliny pobrano próbki glebowe z poziomu orno-próchnicznego (Ap). W próbkach glebowych została określona kwasowość hydrolityczna (Hh) i suma zasad wymiennych (S) metodą Kappena. Na tej podstawie obliczono: pojemność sorpcyjną gleb (T) oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (V). Ponadto w próbkach określono odczyn gleby – pH w 1 mol dm<sup>-3</sup> KCl i pH w H<sub>2</sub>O potencjometrycznie. Przyswajalne formy fosforu (P) i potasu (K) metodą Egnera-Riehma oraz przyswajalny magnez (Mg) metodą Schachtschabela.

## 2. Wyniki badań

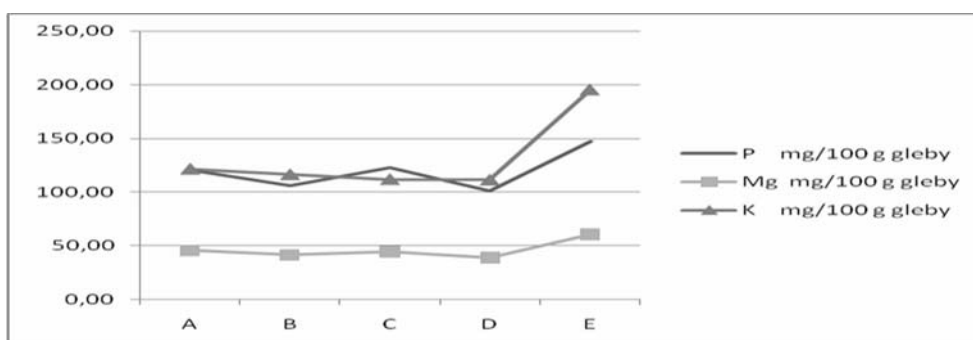
Zastosowanie popiołów jako środka nawozowego spowodowało korzystne zmiany w fizykochemicznych właściwościach gleby (rys. 1). W porównaniu z obiektem kontrolnym podwyższeniu uległo pH<sub>KCl</sub> gleby. Obliczona średnia wartość pH<sub>KCl</sub> gleby dla obiektu kontrolnego A wynosiła 5,2, dla B – 5,18, dla obiektów nawożonych popiołami C – 5,25, D – 5,13, E – 5,74. Zmianom odczynu odpowiadało zmniejszenie kwasowości hydrolitycznej gleby. Po zastosowaniu dawki popiołów w ilości 10,5 Mg·ha<sup>-1</sup> zmniejszyła się ona o 0,58 me/100 g gleby w porównaniu do obiektu kontrolnego. Według Schiemenz i Eichler-Löbermann (2010) zabiegi nawozowe popiołami z biomasy miały znaczący wpływ na pH gleby. Suma zasad wymiennych w glebie z dodatkiem 10,5 mg·kg<sup>-1</sup> popiołu zwiększyła się o 1,05 me/100 g, a pojemność sorpcyjna gleby o 0,47 me/100g. Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami w glebie zwiększył się o 12,31%.



Rys. 1. Kwasowość hydrolityczna, suma zasad wymiennych, pojemność sorpcyjna w poziomie orno-próchnicznym gleby w zależności od dawki zastosowanego popiołu

Fig. 1. Hydrolytic acidity, total exchangeable bases, adsorbing capacity, inarable-humus horizon, depending on applied ash dose

Zasobność gleby w przyswajalny fosfor, magnez, potas także wyraźnie zwiększyła się (rys. 2). Zawartość przyswajalnego fosforu pod wpływem dodatku  $10,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  popiołu zwiększyła się o  $27,06 \text{ mg}/100 \text{ g}$ , natomiast magnezu o  $15,05 \text{ mg}/100 \text{ g}$ . W największym jednak stopniu, bo aż o  $74,02 \text{ mg}/100 \text{ g}$  gleby, zwiększyła się ilość przyswajalnego potasu. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Piekarczyk (2011) dodanie popiołu ze słomy jęczmienia również spowodowało systematyczny wzrost koncentracji tych makroelementów.



Rys. 2. Zawartość przyswajalnych form potasu, fosforu i magnezu w poziomie orno-próchnicznym gleby w zależności od poziomu nawożenia popiołem

Fig. 2. Content of available forms of potassium, phosphorus and magnesium in arable-humus horizon depending on ash fertilization level

Przeprowadzone wstępne badania nad wpływem popiołów z biomasy z Elektrociepłowni Czechnica na właściwości fizykochemiczne gleb lekkich wskazują na ich pozytywne oddziaływanie. Gleby te stanowią znaczną część powierzchni rolniczej województwa zachodniopomorskiego (70%) oraz Polski (60%) (Igrasa, red. 2008). W przypadku dalszych pozytywnych wyników badań, popiół będzie można stosować jako substytut nawozu mineralnego, potasowego. Jak podają Stankowski i Bielińska (2009) wyniki wstępnych badań popiołów wskazują na porównywalne ich działanie do nawozów mineralnych, a w niektórych przypadkach nawet korzystniejsze.

## Podsumowanie

1. Wraz ze zwiększeniem zastosowanej dawki popiołów nastąpiło obniżenie kwasowości hydrolitycznej gleby, ponadto znacznie zwiększył się stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego.
2. W miarę zwiększenia dawek popiołów wyraźnie podwyższyła się zawartość przyswajalnego potasu, fosforu i magnezu w glebie. Zasobność przyswajalnego potasu w glebie zwiększyła się ze średniej do bardzo wysokiej.

## Literatura

- HAUSTEIN E., GRABARCZYK L., 2012 – Wpływ współspalania biomasy z węglem kamiennym na wybrane właściwości fizyczno-chemiczne popiołu lotnego. *Polityka Energetyczna* t. 15, z. 2, IGSMiE PAN, Kraków.
- IGRAS J., red., 2008 – Ocena stanu zanieczyszczenia płytkich wód gruntowych, narażonych bezpośrednio na zrzuty składników biogenych, w tym szczególnie z rolnictwa oraz możliwości potencjalnego wpływu zanieczyszczeń pochodzących z produkcji rolnej na środowisko. Puławy [http://bip.minrol.gov.pl/FileRepozytory/FileRepozytoryShowImage.aspx?item\\_id=34417](http://bip.minrol.gov.pl/FileRepozytory/FileRepozytoryShowImage.aspx?item_id=34417).
- PELS J.R., wsp., 2005 – Utilization of ashes from biomass combustion and gasification. Biomass Conference and Exhibition. Paris, France, 17–21 October.
- JASULEWICZ M., 2007 – Rozwój lokalny w oparciu o biomasę z rolnictwa. Stowarzyszenie ekonomistów rolnictwa i agrobiznesu. *Roczniki Naukowe* t. IX, z. 1.
- JASULEWICZ M., 2008 – Wykorzystanie upraw energetycznych w strategii konkurencyjności regionów. Stowarzyszenie ekonomistów rolnictwa i agrobiznesu, *Roczniki Naukowe* t. X, z. 2.
- JAWORSKI Ł., 2011 – Uwarunkowania rozwoju inwestycji w odnawialne źródła energii do produkcji energii elektrycznej w Unii Europejskiej do roku 2020 i w latach kolejnych. *Polityka Energetyczna* t. 14, z. 1, IGSMiE PAN, Kraków.
- PIEKARCZY i in. 2011 – PIEKARCZY M., KOTWICA K., JASKULISKI D., 2011 – Wpływ stosowania popiołu ze słomy jęczmienia jarego na chemiczne właściwości gleby lekkiej. *Fragmenta Agromonica* t. 28, nr 3, s. 91–99.
- SCHIEMENZ i in. 2010 – SCHIEMENZ K., BETTINA EICHLER-LÖBERMANN B., 2010 – Biomass ashes and their phosphorus fertilizing effect on different crops. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 87, Is. 3, pp. 471–48.
- STANKOWSKI S., BIELIŃSKA E., 2009 – Popioły z biomasy a możliwości wykorzystania do celów nawozowych. Tereny zdegradowane i rekultywowane – możliwości ich zagospodarowania, Szczecin.
- WISZ I., MATWIEJEW A., 2005 – Biomasa badana w laboratorium w aspekcie przydatności do energetycznego spalania. *Energetyka*, wrzesień.

Edward MELLER, Eliza BILENDA

## Effects of biomass ash on the physicochemical properties of light soil

### Abstract

Due to the wider use of biomass in the energy industry, interest in produced ashes is growing. Therefore, our studies focused on ashes from burning wood chips, energy willow, corn and straw in the Thermal-electric power station Czechnica.

The aim of the examinations was to determine the effects of biomass ashes on the physicochemical properties of light soil and evaluate their usefulness for agriculture as a substitute for potassium mineral fertilizer. Field experiments were carried out on light soil in the village of Grzędzice near Stargard Szczeciński in 2011. The study included 5 variants (a. mineral fertilization NPK, b. NP mineral fertilisation NP, c. ash fertilisation – 3.5 Mg·ha<sup>-1</sup>, d. ash fertilization 7.0 Mg·ha<sup>-1</sup>, e. ash fertilisation 10.5 Mg·ha<sup>-1</sup>). *Miscanthus sacchariflorus* was the subject plant used in the tests. The addition of ashes to the soil had a positive effect on reaction which was very distinct in the observed change in the soil's hydrolytic acidity. After application of the highest ash amount, acidity was reduced from 3.43 me/100 g, and in the control object to 2.85 me/100 g. Meanwhile, total bases and adsorbing capacity increased.

Higher fertilization brought about an increase in the content of available forms of phosphorus, magnesium, and potassium in particular. In comparison with the control object, the amount of available potassium in the object fertilized with the highest ashes dose rose by 62%, which made it possible to change the resources category from medium (control object) to very high (the highest ash dose).

Preliminary study results showed positive effects from biomass ashes. Applied at higher doses, these may deacidify light soil and improve its physicochemical properties. Incorporating ashes into soil is consistent with sustainable development and is a good way to make use of such products.

KEY WORDS: ashes from biomass, fertilization, light soil, chemical composition, *Miscanthus sacchariflorus*