

MIROŚŁAWA GILEWSKA, KRZYSZTOF OTREMBĄ

SKŁADNIKI POKARMOWE W GLEBACH POWSTAJĄCYCH Z GRUNTÓW POGÓRNICZYCH KOPALNI „KONIN”

THE NUTRIENTS IN SOILS ORIGINATING FROM POST MINING GROUNDS OF „KONIN” BROWN COAL MINE

Zakład Rekultywacji, Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji
Akademia Rolnicza im A. Cieszkowskiego w Poznaniu

Abstract: This paper deals with the content of nutrients in soils originating from post mining grounds. The fertility of such soils as well as their productivity is determined by mineral fertilization. The content of nitrogen, organic carbon, phosphorus, potassium and productivity of soil formed on 1 NPK and 2 NPK is the same and even higher than productivity of soils formed from boulder clay. Soil formed on 0 NPK fertilization treatment is poor in nutrients.

Słowa kluczowe: grunty pogórnice, naprawa chemizmu, składniki pokarmowe.

Key words: post mining grounds, soil chemical properties improvement, nutrients.

WSTĘP

Zdolność do produkcji biomasy jest jedną z najważniejszych funkcji, jaką pełni gleba w biosferze. Ta funkcja zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od zasobności gleby w składniki pokarmowe. Duży wpływ na produktywność i zasobność gleb w składniki pokarmowe wywiera nawożenie mineralne.

Potrzeby nawozowe roślin uprawianych na gruntach pogórnich, szczególnie w pierwszych latach rekultywacji, muszą znacznie przewyższać ich wymagania pokarmowe. Duża część tych składników, wnoszona w formie nawozów, uczestniczy w procesie glebotwórczym i przechodzi w formy nieprzyswajalne dla roślin. Naprawa chemizmu, realizowana w naszym systemie rekultywacji poprzez nawożenie mineralne,

uwzględnia te zależności [Bender, Gilewska 1988]. Jej rolą jest bowiem nie tylko dostarczenie roślinom odpowiedniej ilości składników pokarmowych, lecz również ingerencja w nie zrównoważony układ kationów i anionów.

Naprawa chemizmu, tj. poprawa własności chemicznych gleby jest podstawowym zabiegiem rekultywacyjnym w koncepcji gatunków docelowych Bendera [1995]. Drugim, nie mniej ważnym, jest poprawa właściwości fizycznych. Orki i inne zabiegi uprawowe, które są podstawą poprawy właściwości fizycznych, homogenizują masy ziemne, rozkruszają i rozluźniają spoiwą skałę macierzystą, a także stymulują procesy wietrzeniowe.

Ten zespół zabiegów rekultywacyjnych stwarza roślinom korzystne warunki rozwoju i umożliwia w procesie rekultywacji realizację dwóch celów jednocześnie: produkcję gospodarczo użytecznej biomasy oraz przekształcenie, w ciągu 10–20 lat, gruntu pogórniczego w glebę o budowie profilowej Ap/C. Orny system użytkowania kształtuje budowę morfologiczną tej gleby, a także jej właściwości.

Celem niniejszej pracy jest poznanie wpływu zróżnicowanych zabiegów, stosowanych w procesie rekultywacji, na stan zasobności w składniki pokarmowe gleb powstających w tym procesie.

MATERIAŁ I METODY

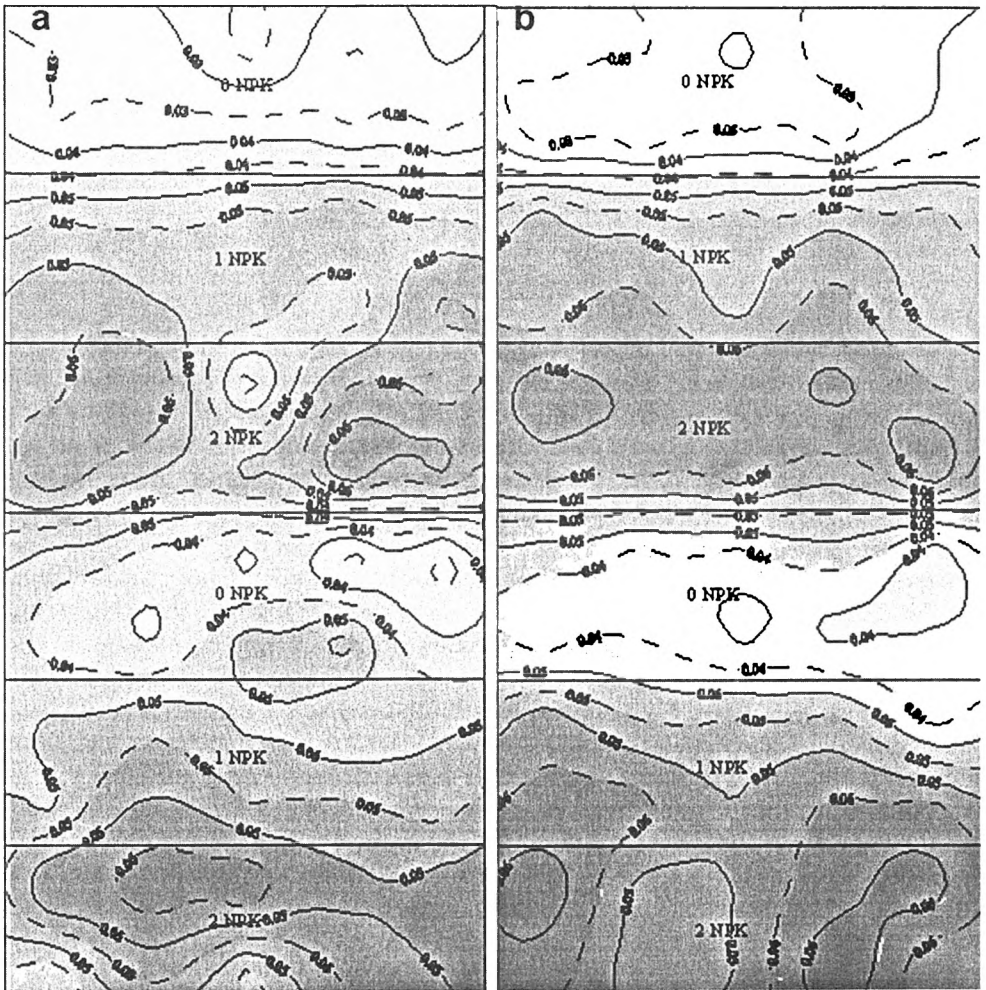
Obiektem badań było pole doświadczalne Zakładu Rekultywacji Akademii Rolniczej w Poznaniu, założone w 1978 roku, na gruntach pogórnicznych zwałowiska wewnętrznego Pątnów. Układ doświadczenia obejmuje uprawę w następującym zmianowaniu: rzepak ozimy, pszenica ozima i żyto. Stosowane są trzy poziomy nawożenia mineralnego: 0 NPK, 1 NPK i 2 NPK oraz dwa systemy uprawy mechanicznej: orka płytka (0–15 cm) i orka głęboka (0–30 cm). W kombinacji 0 NPK naprawa chemizmu gruntu-skały jest wyeliminowana. W kombinacji (1 NPK) nawożenie mineralne przez ostatnie 15 lat badań, w zależności od gatunków roślin kształtuje się w granicach 280–360 kg NPK \times ha⁻¹, a w kombinacji (2 NPK) jest dwukrotnie większe. Systemy uprawy mechanicznej różnią się głębokością wykonywanej orki (15 i 30 cm). Pozostałe zabiegi uprawowe, a także chemiczna ochrona roślin w obu systemach są takie same. Słoma i inne resztki roślinne są corocznie przyorywane.

Po zbiorze roślin pobrano próbki glebowe z warstwy ornej o miąższości 0–15 cm (orka płytka) oraz 0–25 cm (orka głęboka) metodą siatki sztywnej o bokach 8 \times 10 m. W pobranych próbkach metodami ogólnie stosowanymi w gleboznawstwie [Mocek i in. 1997] oznaczono pH oraz zawartość: CaCO₃, azotu, węgla, a także przyswajalnych form fosforu i potasu. Zasobność gleb w azot, węgiel, fosfor i potas przedstawiono także za pomocą programu komputerowego „Surfer”. Przy interpolacji badań punktowych do wykonania map izolinii zasobności gleb w: azot, węgiel, fosfor i potas zastosowano metodę „Kriging” [Marcinek, Komisarek 1990].

WYNIKI I DYSKUSJA

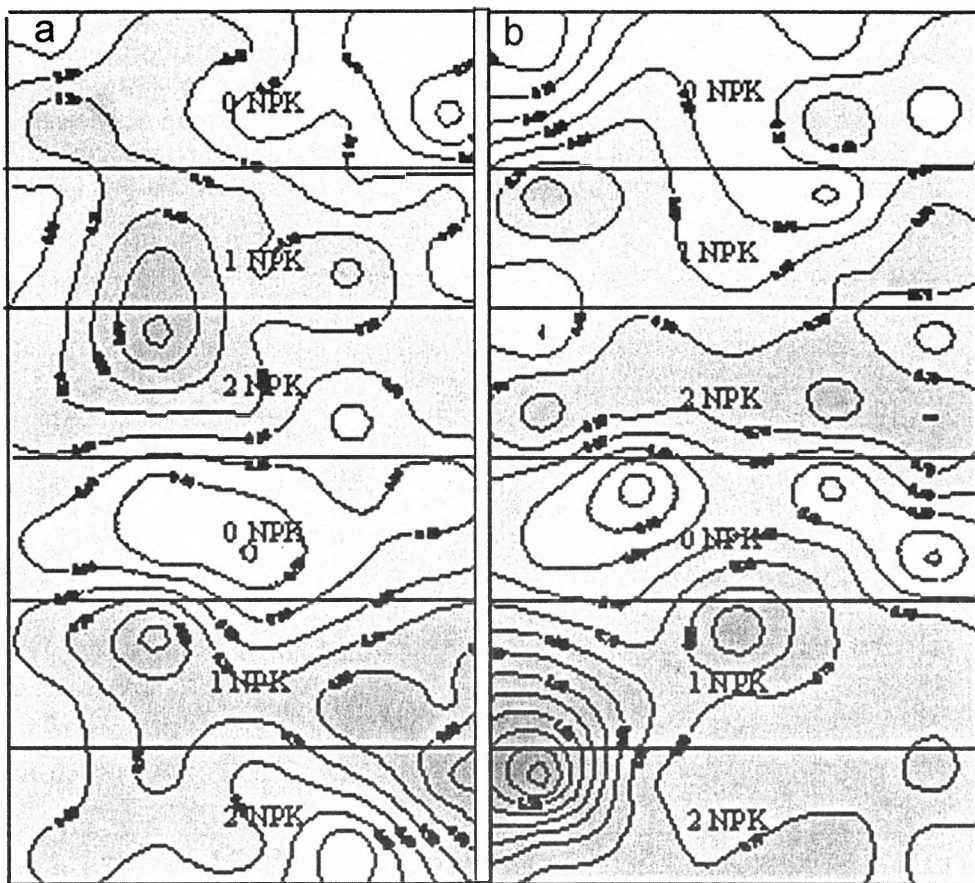
Uzyskane wyniki badań przedstawiono na czterech mapach izolinii zasobności gleb w azot, węgiel, fosfor i potas, a także w tabeli 1, która zawiera wartości średnie.

Gleby rozwijające się z gruntów pogórnicych charakteryzują się odczynem zasadowym: pH w H_2O wynosi 8,19–8,43, a w $1 \text{ mol} \times \text{m}^{-3}$ KCl 7,59–7,72. Jest on determinowany obecnością węglanów wapnia ($52,0\text{--}64,6 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$) w tej skale macierzystej. Stosowane zabiegi rekultywacyjne nie wywarły wpływu na te właściwości.



RYSUNEK 1. Zasobność w azot [%] gleb rozwijających się z gruntów pogórnicych: a – orka głęboka (0–30 cm), b – orka płytka (0–15 cm)

FIGURE 1. The nitrogen content [%] of soils originating from post mining grounds: a – deep ploughing (0–30 cm), b – shallow ploughing (0–15 cm)



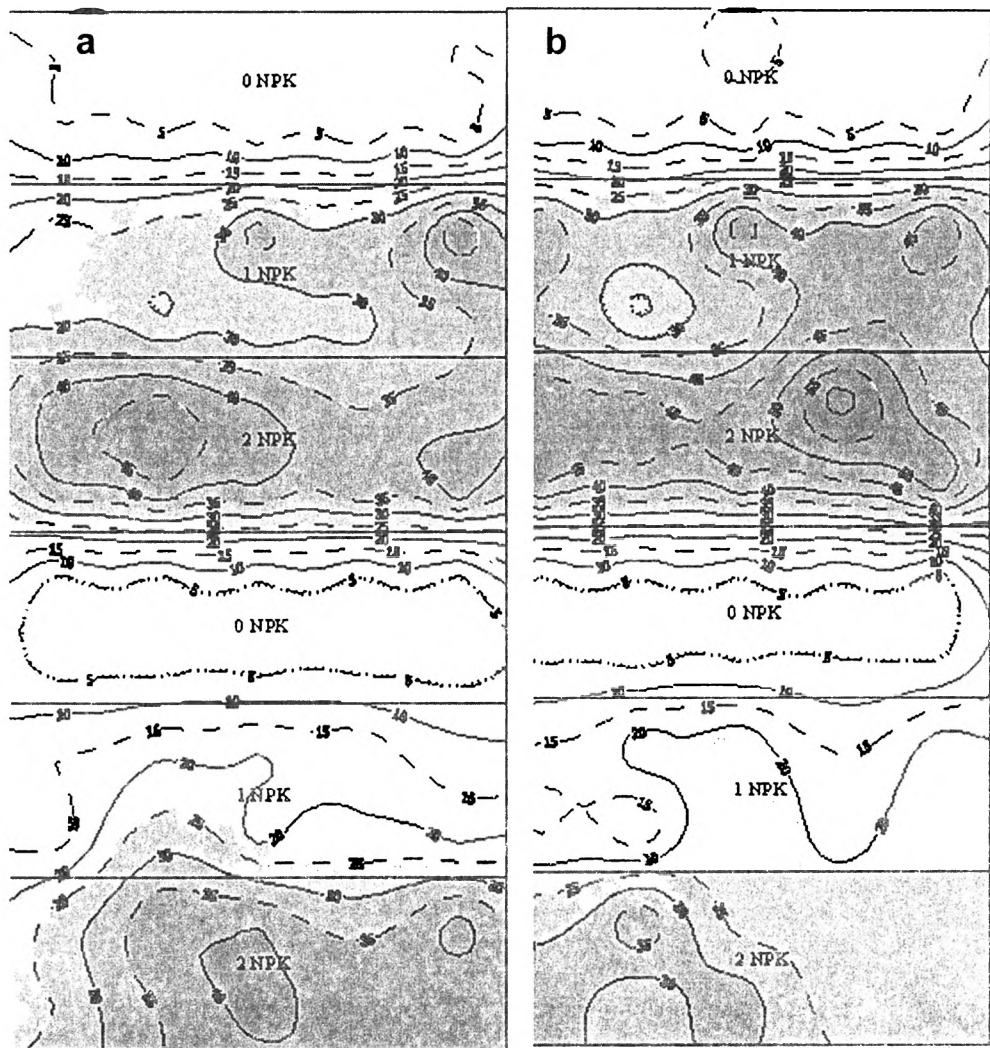
RYSUNEK 2. Zasobność w węgiel [%] gleb rozwijających się z gruntów pogórnicznych: a – orka głęboka (0–30 cm), b – orka płytka (0–15 cm)

FIGURE 2. The carbon content [%] of soils originating from post mining grounds: a – deep ploughing (0–30 cm), b – shallow ploughing (0–15 cm)

Przebieg izolinii zróżnicowania przestrzennego dla zawartości azotu (rys. 1) wskazuje na znaczące różnice w zawartości tego makroelementu w poziomie Ap. Duże zagęszczenie izolinii pomiędzy kombinacjami 0 NPK a 1 NPK oraz 2 NPK a 0 NPK dowodzi, że zmiana zawartości azotu zachodzi gwałtownie. Pomędzy kombinacjami 1 NPK a 2 NPK tak drastycznych różnic nie odnotowano. Różnica w zawartości azotu pomiędzy tymi kombinacjami jest nieznaczna (tab. 1). Średnia zawartość azotu w warstwie ornej na kombinacji bez nawożenia mineralnego (0 NPK) jest natomiast prawie dwukrotnie mniejsza w porównaniu z glebą z nawożeniem mineralnym 1 NPK i 2 NPK.

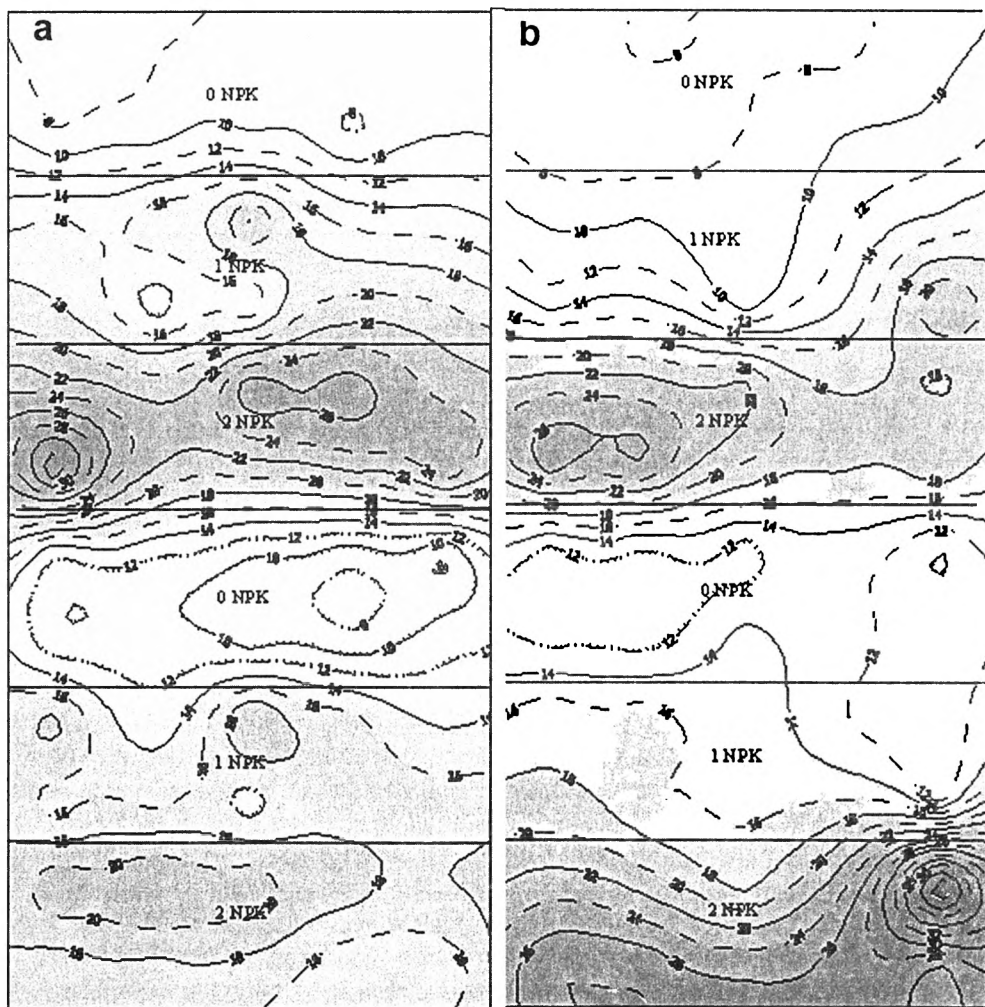
Rozkład izolinii dotyczący zawartości węgla organicznego (rys. 2) nie odzwierciedla tak wyraźnych zależności pomiędzy poszczególnymi kombinacjami. Zawartość węgla w wariancie bez nawożenia mineralnego (0 NPK) niejednokrotnie dorównuje jego

zawartości w wariantach z nawożeniem pojedynczym (1 NPK) i podwójnym (2 NPK). Jest to przede wszystkim rezultat domieszki węgla brunatnego, która jest charakterystyczna dla gruntów pogórnich i gleb z nich powstających. Węgiel brunatny, w porównaniu z substancją organiczną (słoma, ściern, korzenie) wprowadzaną corocznie do wierzchniej warstwy tworzonej gleby, jest bardziej odporny na mineralizację. Z analizy średnich wartości liczbowych (tab. 1) wynika, że zauważalna jest jednak



RYСУNEK 3. Zasobność w fosfor [mg/100 g] gleb rozwijających się z gruntów pogórnich: a -- orka głęboka (0–30 cm), b – orka płytka (0–15 cm)

FIGURE 3. The phosphorus content [mg/100 g] of soils originating from post mining grounds: a -- deep ploughing (0–30 cm), b -- shallow ploughing (0–15 cm)



RYSUNEK 4. Zasobność w potas [mg/100 g] gleb rozwijających się z gruntów pogórnicznych: a – orka głęboka (0–30 cm), b – orka płytka (0–15 cm)

FIGURE 4. The potassium content [mg/100 g] of soils originating from post mining grounds: a – deep ploughing (0–30 cm), b – shallow ploughing (0–15 cm)

tendencja wzrostowa zawartości tego pierwiastka w wariantach z nawożeniem mineralnym (1 NPK i 2 NPK). Ten wzrost zawartości węgla, jak można przypuszczać, jest rezultatem przebiegającego procesu humifikacji.

Rozkład izolinii zasobności gleb w fosfor (rys. 3) jest bardzo podobny do rozkładu izolinii dotyczących zasobności tych gleb w azot. Gleba powstająca na kombinacji 0 NPK jest bardzo uboga w przyswajalne formy fosforu. Zawartość fosforu wzrasta wraz z poziomem nawożenia tym składnikiem. Zmiana zawartości pomiędzy kombi-

TABELA 1. Wybrane właściwości gleb rozwijających się z gruntów pogórnicych
 TABLE 1. Some properties of soils originating from post mining grounds

Właściwość Properties	Kombinacja – Combination					
	0 NPK		1 NPK		2 NPK	
	(0–15 cm)*	(0–30 cm)*	(0–15 cm)*	(0–30 cm)*	(0–15 cm)*	(0–30 cm)*
pH w H ₂ O	8,43	8,43	8,36	8,32	8,28	8,19
pH w KCl	7,72	7,67	7,61	7,62	7,61	7,59
CaCO ₃ [g × kg ⁻¹]	55,6	52,0	52,3	55,3	52,3	64,6
N [g × kg ⁻¹]	0,34	0,33	0,55	0,50	0,62	0,57
C [g × kg ⁻¹]	4,71	4,70	7,02	7,10	7,40	6,80
P ₂ O ₅ [mg × kg ⁻¹]	42,15	36,15	284,65	248,7	376,05	384,00
K ₂ O [mg × kg ⁻¹]	98,5	137,0	137,0	167,5	238,0	215,0

(0–15 cm)* – orka płytką – shallow ploughing; (0–30 cm)* – orka głęboką – deep ploughing

nacjami 0 NPK a 1 NPK oraz 0 NPK a 2 NPK zachodzi gwałtownie, świadczy o tym duże zagęszczenie izolinii. Średnia zawartość fosforu w glebie z kombinacji 1 NPK i 2 NPK (tab. 1) wynosi ponad 240 mg × kg⁻¹ i plasuje ją w pierwszej klasie zasobności w ten makroelement.

Podobna prawidłowość dotyczy zawartości przyswajalnych form potasu (rys. 4). Zagęszczenie izolinii pomiędzy kombinacją 0 NPK i 1 NPK jest jednak znacznie mniejsze niż w przypadku fosforu. Potas wchodzący w skład minerałów ilastych (illitu i montmorillonitu), obecnych w analizowanej glebie [Bender, Waszkowiak 1990], modyfikuje zależność pomiędzy poziomem nawożenia a zasobnością gleby w ten makroelement. Zawartość K₂O w glebie z kombinacji 1 NPK i 2 NPK jest jednak prawie dwa razy, a nawet trzy razy większa niż z kombinacji 0 NPK.

Głębokość orki, wbrew oczekiwaniom, wpłynęła tylko nieznacznie na zasobność warstw ornych w wyżej opisane makroelementy. Warstwa orna w wariancie z orką płytką charakteryzuje się niewiele wyższą zawartością materii organicznej – węgla i azotu, a także przyswajalnych form fosforu i potasu, aczkolwiek te same ilości NPK zostały wprowadzone do dwóch znacząco różniących się objętościowo mas ziemnych (15 cm i 30 cm). Tę zależność wyjaśniają plony uzyskiwane z tych obu wariantów. Były one podobne, a więc można sądzić, że rośliny pobrały jednakowe ilości składników wprowadzanych do warstwy wierzchniej rekultywowanego gruntu [Gilewska, Otremba 2004a].

Decydującym czynnikiem, kształtującym zawartość składników pokarmowych w glebach rozwijających się z gruntów pogórnicych, jest nawożenie mineralne, określane w terminologii rekultywacyjnej „naprawą” chemizmu gruntu-skały. Gleba, tworząca

się w kombinacjach 1 NPK i 2 NPK, dorównuje, a nawet przewyższa zasobnością w materię organiczną oraz składniki pokarmowe zasobność gleb uprawnych zaliczanych do trzeciej klasy bonitacji. Na uwagę zasługuje bardzo wysoka zasobność w przyswajalne formy fosforu warstwy uprawnej kombinacji 1 NPK i 2 NPK. Tę samą zależność zauważyli Mocek i in. [2004]. Zasadowy odczyn, a także duża ilość związków wapnia winny raczej sprzyjać procesom retrogradacji, a nie akumulacji fosforu. To zjawisko wymaga dalszych szczegółowych badań.

Zależność pomiędzy poziomem nawożenia potasem (1 NPK i 2 NPK) a zawartością jego przyswajalnych form w glebach tych kombinacji nie jest tak wyraźna. Grunty pogórniczne i gleby z nich rozwijające się mają duże zdolności do uwsteczniania tego makroelementu [Gilewska 2000]. Jest to uwarunkowane obecnością illitu w składzie mineralogicznym tych tworzących się gleb. Nawożenie mineralne przyczyniło się jednak do wzrostu zawartości przyswajalnych form tego składnika w glebie obydwu tych kombinacji.

Odmienne kształtuje się zasobność warstwy uprawnej kombinacji 0 NPK. Pomimo 25-letniego okresu rekultywacji wytworzona gleba jest nadal uboga w materię organiczną i składniki pokarmowe. Jej właściwości niewiele się różnią od właściwości gruntu pogórnicznego. Przedstawione wyniki ewidentnie dowodzą, że rezygnacja w procesie rekultywacji z naprawy chemizmu gruntu-skały jest niedopuszczalna i jest podstawowym błędem [Bender 1983].

Znaczącą rolę nawożenia mineralnego w rekultywacji biologicznej gruntów podkreślają także prace innych autorów [Kowalik 2004; Węgorek 2003; Strzyszc 2004; Strzyszc, Harabin 2004]. Ta uwaga ponadto dotyczy znacząco różniących się substratów glebowych. Badania Kowalika oraz Węgorka dotyczą gruntów pogórnicznych, powstających w wyniku działalności kopalni odkrywkowych siarki. Obiektem badań Strzyszcza i Harabina są natomiast zwałowiska odpadów karbońskich.

Wpływ nawożenia mineralnego na zasobność analizowanych gleb w składniki pokarmowe jest nie tylko bezpośredni, ale również pośredni – przez szatę roślinną. Jak wynika z innych badań autorów [Gilewska, Otremba 2004a], plony roślin z kombinacji 1 NPK i 2 NPK są podobne i wynoszą około 40 dt zbóż i 20 dt nasion rzepaku z hektara. Podwojone nawożenie mineralne (2 NPK) nie powoduje znaczącej zwwyżki plonów. Na obniżenie plonów z tej kombinacji nawozowej duży wpływ ma zjawisko wylegania roślin, które w kombinacji 1 NPK występuje sporadycznie. Jest to wyraźny wskaźnik wyższej zasobności gleby w składniki pokarmowe, a w szczególności w azot w kombinacji 2 NPK. Tę tezę potwierdzają badania nad zachwaszczeniem łąnu. Na poletkach z nawożeniem podwojonym (2 NPK) ilość i masa chwastów była znacznie większa. Były to przede wszystkim gatunki o wysokich wymaganiach pokarmowych: rumian polny (*Anthemis arvensis*) oraz ostrożeń polny (*Cirsium arvense*). Jest to uciążliwy, ale także ważny wskaźnik zasobności tych gleb.

Plony roślin z kombinacji 0 NPK są adekwatne do zasobności gleby w składniki pokarmowe i wynoszą około 6 dt·ha⁻¹ [Gilewska, Otremba 2004a]. Bardzo rzadki łąn zbóż i nieomal zerowa ilość roślin rzepaku obecna na poletkach tej kombinacji umożliwia wkraczanie na taką powierzchnię roślinności „pionierskiej”: lucerny chmielowej (*Medicago lupulina*). Jej obecność można uznać za wskaźnik niedostatku azotu. Wiązany przez tę roślinę azot atmosferyczny, a także azot wprowadzany z resztkami

roślinnymi pomniejsza te braki. Masa roślinna lucerny chmielowej może wprowadzić do gleby 89 kg N \times ha⁻¹ [Batalin 1962}. Są to zatem ilości znaczne. W omawianym przypadku runo lucerny chmielowej nie jest imponujące, a więc asymilacja azotu i wzbogacenie gleby nie będą tak znaczące, jak wyżej podano. Ta kombinacja jest godna uwagi i wymaga oddzielnych informacji i badań.

Słoma i resztki roślinne, obok nawożenia mineralnego, wzbogacają glebę w składniki pokarmowe. Ilości wprowadzanej słomy i resztek roślinnych zależą od wielkości plonów, a te z kolei od poziomu nawożenia mineralnego. Nasze wcześniejsze badania wskazują, że w okresie dwudziestu lat rekultywacji na powierzchni z nawożeniem mineralnym (1 NPK i 2 NPK) wprowadzono 70–80 ton substancji organicznej. Na poletkach bez nawożenia mineralnego (0 NPK) ta ilość była około dziesięciokrotnie mniejsza [Gilewska, Otremba 2004b]. Sądząc po ilości wprowadzanej substancji organicznej, a także zawartości składników pokarmowych, procesy transformacji substancji organicznej w glebie kombinacji 1 NPK i 2 NPK przebiegały w podobnym tempie i znacznie intensywniej niż w glebie nienawożonej (0 NPK). Potwierdzają to także uzyskane wyniki. Zawartość próchnicy w glebie kombinacji: 1 NPK i 2 NPK jest podobna (1,2%), a w kombinacji 0 NPK wynosi 0,8%. Badania prowadzone nad podatnością materii organicznej na utlenianie [Gilewska, Otremba, 2001] potwierdzają tę zależność. W kombinacjach 1 NPK i 2 NPK zarówno frakcji podatnej na chemiczne utlenianie, jak i frakcji niepodatnej jest znacznie więcej niż w kombinacji 0 NPK. W powstającej *in situ* próchnicy, podobnie jak w glebach uprawnych, dominuje frakcja niepodatna na chemiczne utlenianie. Na ten kierunek przemian wskazuje także praca Gołębiowskiej i Bendera [1983]. Według tych autorów po dziesięciu latach rekultywacji wzrosła masa wszystkich frakcji węgla, a największemu wzrostowi uległa masa frakcji niepodatnej na chemiczne utlenianie. Badania nad aktywnością enzymatyczną tych gleb [Gilewska, Płóciniczak 2004] wskazują na tę samą zależność.

Przemiany materii organicznej i akumulacja składników pokarmowych zachodziły w glebie wszystkich trzech kombinacji nawozowych. Ich tempo w świetle przestawionych badań było nieporównywalnie większe w kombinacjach z nawożeniem mineralnym: 1 NPK i 2 NPK. Gleba z kombinacji bez nawożenia mineralnego, pomimo upływu 25 lat rekultywacji, w przeciwieństwie do gleby uformowanej na poletkach nawożonych (kombinacje 1 NPK i 2NPK), tego stanu nie osiągnęła. Pozostaje nadal uboga w składniki pokarmowe i substancję organiczną.

W ciągu 25 lat powstały zatem dwie gleby o różnej zasobności. W świetle tych danych nasuwa się następujące uzasadnione stwierdzenie: nie jest ważna długość okresu rekultywacji, lecz intensywność oddziaływania zabiegów rekultywacyjnych. Głównym czynnikiem decydującym o zawartości składników pokarmowych w tych glebach jest czynnik antropogeniczny. Przez umiejętnie dobrane i zastosowane zabiegi rekultywacyjne stwarza się roślinom korzystne warunki do rozwoju i jednocześnie poprawiają się właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne oraz produktywność tych gleb. Najważniejszym zabiegiem rekultywacyjnym jest nawożenie mineralne, określane przez Koniński ośrodek badawczy jako „naprawa chemizmu” gleby. W świetle uzyskanych wyników badań właściwości chemiczne są najkorzystniejsze w glebie kom-

binacji 2 NPK. Ten poziom nawożenia mineralnego jest jednak stosowany tylko w celach poznawczych. W praktyce rekultywacyjnej jest zalecane i stosowane nawożenie mineralne na poziomie 1 NPK, ponieważ jest najbardziej uzasadnione ekonomicznie.

WNIOSKI

1. W glebach rozwijających się z gruntów pogórnicznych o zawartości składników pokarmowych, a także ich produktywności, decyduje zespół zabiegów rekultywacyjnych odpowiednio dobranych i zastosowanych.
2. Stan zasobności gleby w składniki pokarmowe nie jest zależny od długości okresu rekultywacji, lecz przede wszystkim od intensywności stosowanych zabiegów rekultywacyjnych. W tym samym czasie na poletkach kombinacji 0 NPK oraz kombinacji 1 NPK i 2 NPK powstały dwie gleby różniące się zasobnością i produktywnością oraz biogennością.
3. Głównym czynnikiem, decydującym o zawartości składników pokarmowych w tych glebach, jest nawożenie mineralne w terminologii rekultywacyjnej zwane naprawą chemizmu gruntu-skały. Najkorzystniejszymi właściwościami charakteryzowała się gleba z kombinacji 2 NPK. Ten poziom nawożenia, rozpatrywany w aspekcie przyrodniczym, jest bardziej efektywny, natomiast pod względem ekonomicznym jest nieuzasadniony.
4. Wpływ głębokości orki na zawartość składników pokarmowych okazał się nieznaczny. Jest to ważny wskaźnik i znacząca informacja dla praktyki rekultywacyjnej. W procesie około dziesięcioletniej rekultywacji i rolniczego zagospodarowania możliwe jest stosowanie orki płytkich – maksimum do głębokości 15 cm, a więc znaczące pomniejszenie kosztów rolniczego zagospodarowania takich gruntów.

LITERATURA

- BATALIN M. 1962: Studium nad resztkami poźniwnymi roślin uprawianych w łanie. *Roczn. Nauk Roln.* S. D. **98**.
- BENDER J. 1983: Theoretical base of industrial landscape recultivation. Proceeding of the International Conference „Recultivation of technogenous areas”. Gyöngyös:113–118.
- BENDER J. 1995: Rekultywacja terenów pogórnicznych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **418**: 75–86.
- BENDER J. GILEWSKA M. 1988: Rola nawożenia mineralnego w uproduktywnieniu gruntów pogórnicznych Konińskiego Zagłębia Węgla Brunatnego. W: Mater. Konf. „Rola nawożenia mineralnego w produktywności i żywności gleb”. ART, Olsztyn: 155–163.
- BENDER J. WASZKOWIAK M. 1990: Wpływ potasu na sorpcję jonu amonowego przez utwory nadkładu Kopalni Węgla Brunatnego Konin. *Arch. Ochr. Środ.* **1–2**: 101–111.
- GILEWSKA M. 2000: Rola podstawowych makroelementów w rekultywacji i zagospodarowaniu gruntów pogórnicznych. *Roczn. AR Pozn. Rolnictwo* **56**: 391–400.
- GILEWSKA M., OTREMBA K. 2001: Wpływ dwudziestoletnich zabiegów rekultywacyjnych na właściwości gruntu pogórniczego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **477**: 209–215.
- GILEWSKA M., OTREMBA K. 2004a: Właściwości gleb formowanych z gruntu pogórniczego. *Rocz. Glebozn.* **55**, 2: 111–121.

- GILEWSKA M., OTREMB A. 2004b: Struktura gleb rozwijających się z gruntów pogórnicych. *Roczn. AR Pozn. Melior. Inż. Środ.* **25**: 61–69.
- GILEWSKA M., PŁÓCINICZAK A. 2004: Aktywność enzymatyczna gleb powstających z gruntów pogórnicych. *Rocz. Glebozn.* **55**, 2: 123–129.
- GOŁĘBIEWSKA J., BENDER J. 1983: Czynniki warunkujące powstanie poziomu próchnicznego w procesie rekultywacji zwałowisk. *Arch. Ochr. Środ.* **1–2**: 65–75.
- KOWALIK S. 2004: Właściwości chemiczne gleb industroziemnych użytkowanych rolniczo i leśnie na zrehabilitowanym zwałowisku Kopalni Siarki „Machów”. *Rocz. Glebozn.* **55**, 2: 239–249.
- MARCINEK J., KOMISAREK J. 1990: Zmienność przestrzenna infiltracji ustalonej gleb płowych i czarnych ziem równin dennomorenowych. *Zesz. Nauk. AR Kraków* **249(28)**: 3–24.
- MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P. 1997: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wydaw. AR Poznań.
- MOCEK A., OW CZARZAK W., RYBCZYŃSKI P. 2004: Zmienność chemizmu gleb wytworzonych na zwałowisku wewnętrznym odkrywki Pątnów w wyniku wieloletniego, zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Rocz. Glebozn.* **55**, 2: 291–299.
- STRZYSZCZ Z. 2004: Ocena przydatności i zasady stosowania różnorodnych odpadów do rekultywacji zwałowisk oraz terenów zdegradowanych działalnością przemysłową. *Prace i Studia. 60. IPIŚ PAN Zabrze.*
- STRZYSZCZ Z., HARABIN Z. 2004: Rekultywacja i biologiczne zagospodarowanie odpadów górnictwa węgla kamiennego ze szczególnym uwzględnieniem centralnych zwałowisk. *Prace i Studia. 61, IPIŚ PAN, Zabrze.*
- WĘGOREK T. 2003: Zmiany niektórych właściwości materiału ziemnego i rozwój fitocenoz na zwałowisku zewnętrznym kopalni siarki w wyniku leśnej rekultywacji docelowej. *Rozprawy Nauk. AR Lublin* **275**.

*Dr hab. inż. Mirosława Gilewska, prof. AR
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu
Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji, Zakład Rekultywacji
ul. Przemysłowa 120,2-510 Konin
e-mail: katrekult@wp.pl*