ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2007
Seria: GÓRNICTWO z. 280 Nr kol. 1765

Anna PATRZAŁEK, Agnieszka JOŃCA - MAKÓWKA
Politechnika Śląska, Gliwice

NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY INICJALNEJ POWSTAJĄCEJ NA ODPADACH PO KOPALNICTWIE WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. Gleba jest biologicznie czynnym tworem przyrody. Powstaje w wyniku procesu glebotwórczego. W pracy przedstawiono podstawowe procesy zachodzące w glebie. Scharakteryzowano glebę inicjalną powstającą na odpadach górniczych. Przedstawiono jej profil oraz właściwości fizyczne i chemiczne, na które wpływ ma skład petrograficzno – mineralogiczny materiału macierzystego, którym są odpady górnicze oraz rozwój zbiorowisk roślinnych.

PROCESS OF ARISING OF INITIAL SOIL AT THE CARBONIFEROUS WASTE

Summary. The soil is a biologically active creature of nature formed as a result of the soil formation process. The article presents the basic processes getting in soil. It characterizes initial soil formation of carboniferous wastes. It presents profile and physical and chemical specificity of initial soil. The petrographic and mineral composition of carboniferous wastes, which presents parent material, and also plant community formation, have influence on specificity of initial soil.

1. Podstawowe wiadomości o powstawaniu gleby i zachodzących w niej procesach

Gleba jest biologicznie czynnym tworem przyrody, powstałym w wierzchniej warstwie skorupy ziemskiej, pod wpływem czynników glebotwórczych, będących determinantami procesu glebotwórczego [2].

Pierwszym etapem procesu glebotwórczego jest proces geologiczny. Zarówno skały luźne, jak i masywne ulegają wietrzeniu. Wietrzenie można traktować jako proces przygotowawczy, którego efektem jest rozdrobnienie materiału skalnego, a często też zmiana

właściwości chemicznych w jego powierzchniowej warstwie. Zwietrzelina stanowi podstawę do rozwoju gleby. Skała, na jakiej powstaje gleba, nazywana jest materiałem macierzystym gleby [2].

W drugim etapie tego procesu znaczący udział mają osiedlające się na zwietrzelinie organizmy żywe, takie jak bakterie, glony, mikrogrzyby, mchy porosty, roślinność zielna. Organizmy te wzbogacają zwietrzelinę w materię organiczną. Od tego momentu zaczyna się właściwy proces glebotwórczy, w wyniku którego formują się charakterystyczne poziomy profilu glebowego [2, 5].

Gleba mineralna składa się z czterech głównych składników: części mineralnej, organicznej, wody i powietrza [3].

Na powstawanie gleby wpływa wiele czynników, które nazywane są czynnikami glebotwórczymi.

Rodzaj roślinności, wielkość produkowanej biomasy nadziemnej i podziemnej oraz proces rozkładu przy udziale mikroorganizmów materii organicznej i jej humifikacja są czynnikami, w wyniku których powstaje próchnica. W glebie substancja organiczna i tworząca się z niej próchnica jest w stanie ciągłego rozkładu, a zatem jest składnikiem nietrwałym, wymagającym stałego uzupełniania. Próchnica glebowa decyduje o strukturze gleby, jej żyzności i właściwościach wodnych [2, 3, 5].

Woda jest niezbędna w życiu roślin oraz innych organizmów żywych. Gleba posiada takie właściwości wodne, jak: przepuszczalność, nasiąkliwość, kapilarność. Wodę zalicza się do ważnych czynników glebotwórczych.

Do takich czynników zalicza się także klimat, a szczególnie takie jego elementy, jak temperatura, wilgotność powietrza oraz opady atmosferyczne i wiatr. Klimat kształtuje szatę roślinną.

Rzeźba terenu wpływa przede wszystkim na miąższość zwietrzeliny, ale także na miąższość warstwy akumulacyjnej - próchnicznej. W zależności od miejsca powstawania gleby może ona być mniej lub bardziej narażona na procesy erozji, które przyspieszają lub opóźniają proces glebotwórczy.

Do czynników glebotwórczych zalicza się również działalność człowieka. Przejawia się ona przede wszystkim wszelkimi pracami z zakresu agrotechniki (uprawa, nawożenie), ale także działalnością, która pośrednio wpływa na gleby; jest to osuszanie lub zawadnianie powierzchni.

Czynniki glebotwórcze współdziałają ze sobą w czasie. Dlatego czas jest także istotnym czynnikiem glebotwórczym. Jest ściśle związany z powtarzalnością długich cyklów

przyrodniczych, w których zachodzi wiele procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych w glebie. Gleba powstaje w bardzo długim czasie.

W wyniku zróżnicowanej intensywności działania czynników glebotwórczych zachodzą w glebie różne procesy. Do najważniejszych zaliczamy brunatnienie, bielicowanie, glejenie.

Brunatnienie to proces intensywnego wietrzenia biochemicznego materii organicznej w obecności substancji mineralnej. W wyniku tego powstają związki kompleksowe żelazisto – próchniczne lub żelazisto – próchniczno – ilaste. Uwalniane w wyniku wietrzenia tlenki żelaza w połączeniu ze związkami próchnicznymi tworzą na ziarnach mineralne, brunatne otoczki. W zależności od warunków klimatycznych wolne formy żelaza nie są przemieszczane i zabarwiają glebę. Jeżeli są częściowo wypłukiwane, wtedy proces ten nazywamy płowieniem [1, 2, 3].

Bielicowanie - na ten proces, poza klimatem, wywiera wpływ mała zasobność skały macierzystej w związki zasadowe oraz okresowe lub stałe przemywanie poziomu przejściowego, jak również kumulacja słabo zhumifikowanych kwaśnych substancji organicznych w poziomie akumulacyjnym [1, 2, 3].

Powstawanie poziomu glejowego o zabarwieniu sinym do niebieskiego jest skutkiem warunków beztlenowych. Zabarwienie jest spowodowane niedotlenieniem związków żelaza [1, 2, 3].

Powstałe gleby dzielimy na podstawie klasyfikacji przyrodniczej i użytkowej. Klasyfikacja przyrodnicza wydziela typy gleb w zależności od sposobu ich powstania. Natomiast klasyfikacja użytkowa, tzw. bonitacja, dzieli gleby na klasy, uwzględniając ich wartość użytkową [2].

2. Inicjowanie procesu glebotwórczego na odpadach po kopalnictwie węgla kamiennego

Skała płonna, towarzysząca wydobywaniu węgla kamiennego, po przejściu technologicznych procesów przeróbczych składowana jest na powierzchni ziemi. Zwałowiska skały odpadowej rekultywuje się. Polega to na zainicjowaniu procesu glebotwórczego przez wprowadzenie na taki grunt roślinności. Odpadowa skała karbońska nie stwarza dostatecznych warunków troficznych i powietrzno-wodnych dla wzrostu i rozwoju roślin. Wynika to ze składu petrograficzno - mineralogicznego odpadów. W skałach odpadowych nie ma azotu i fosforu, składników niezbędnych w odżywianiu się roślin. Dynamicznie

przebiegające zakwaszanie się gruntu sprzyja procesowi wypłukiwania składników mineralnych [9, 11].

Wprowadzenie roślinności na taki grunt wymaga użyźnienia. Przeprowadza się to najczęściej przez nawożenie mineralne lub pokrywanie gruntu ziemią mineralną. Użyźniony grunt obsiewa się mieszanką traw. Sposób użyźnienia i skład wysianej mieszanki traw wpływa na kolejne etapy procesu glebotwórczego, który nazwano procesem darniowym [8].

Badania procesu glebotwórczego przeprowadzono na zwałowisku odpadowych skał karbońskich. Na skarpie zwałowiska zapoczątkowano proces glebotwórczy przez nałożenie na grunt około 10 cm warstwy ubogiej ziemi, którą obsiano mieszanką traw. Po okresie 10 lat przeprowadzono badania niektórych właściwości fizykochemicznych i chemicznych powstającej na skarpie gleby inicjalnej.

3. Zakres i metody badań

Badania obejmują:

- Rozpoznanie właściwości fizykochemicznych, takich jak: kwasowość czynna poprzez pomiar pH w H_2O, kwasowość potencjalna: kwasowość wymienna poprzez pomiar pH w KCl i kwasowość hydrolityczna (H_h) oznaczana w roztworze soli hydrolizującej zasadowo (1N octan wapnia) oraz przewodnictwo właściwe. Oznaczenia wykonano znanymi metodami przyjętymi w gleboznawstwie.
- Rozpoznanie zawartości jonów zasadowych - oznaczono w roztworze octanu amonu: jony wapnia i magnezu spektometrycznie, jony sodu i potasu fotometrycznie.
- Wielkość kompleksu sorpcyjnego oraz wysycenie tego kompleksu zasadami i wodorem określono z wyliczenia.

Próbki do badań pobrano ze skarpy w trzech charakterystycznych miejscach na długości około 1000 m z poziomu 10 – 40 cm po oddzieleniu okrywy darniowej. Pobrane próby uśredniono i pomniejszono przez kwartowanie. Badania przeprowadzono we frakcji mniejszej od 1 mm.

4. Uzyskane wyniki badań

W wyniku postępującego procesu glebotwórczego przez okres 10 lat na skarpie zwałowiska zaczyna się tworzyć profil glebowy, który można przyrównać do profilu gleby inicjalnej – skalistej.

W powstającej glebie zarysowują się poziomy: poziom akumulacyjny przerośnięty darnią. Na powstanie tego poziomu duży wpływ miała nałożona na skalisty grunt warstwa ziemi. Poziom ten ma miąższość około 10 cm. Pod tym poziomem na głębokości do 40 cm wyróżniono zwietrzelinę skalną o cechach przejściowych między poziomem akumulacyjnym, a poziomem skały macierzystej. Skała macierzysta, która znajduje się poniżej 40 cm, to nieskonsolidowany materiał skalny, słabiej zwietrzały i nieprzeobrażony przez procesy glebotwórcze.

Powierzchnia skarpy jest pokryta roślinnością darniotwórczą. Trawy rosną w kępach, nie tworzą zwartej runi. Roślinność pokrywa zwałowisko od około 60 do 90%.

Tablica 1

Odczyn i przewodnictwo właściwe w poziomie przejściowym 10- letniej gleby inicjalnej na skarpie zwałowiska odpadów górniczych

Odczyn przy pH		Przewodnictwo właściwe
w KCl	w H_2O	μScm^{-1}
4,9 - 5,7 kwaśny - lekko kwaśny	5,0 – 6,9 kwaśny - lekko kwaśny	69,9 – 233,0

W gleboznawstwie wyróżnia się kwasowość czynną wywołaną obecnością wolnych jonów wodorowych w roztworze glebowym i kwasowość potencjalną spowodowaną obecnością wolnych jonów H^+ i jonów H^+ i Al^{3+} związanych z kompleksem sorpcyjnym gleby.

Na zwałowisku poziom przejściowy gleby inicjalnej charakteryzował się odczynem od kwaśnego do lekko kwaśnego przy szerokim zakresie pH. W miejscach słabiej pokrytych roślinnością pH miało wartość niższą.

Przewodnictwo właściwe charakteryzuje ilość soli w glebie. W badanej glebie inicjalnej stopień wypłukania soli z poziomu przejściowego kształtował się w szerokim przedziale od 69,92 - 233,00 μScm^{-1}. Uznano je za niskie i bardzo niskie. Gleba w miejscach gorzej

pokrytych roślinnością w poziomie przejściowym miała niższą wartość. Świadczy to o intensywniejszym wypłukiwaniu soli z tego poziomu.

Aktywnym składnikiem gleby są koloidy glebowe, mineralne i organiczne. W glebie inicjalnej powstającej na skałach karbońskich większe znaczenie będą miały koloidy mineralne. Decydują one o wymianie jonowej i wielkości kompleksu sorpcyjnego gleby.

Tablica 2

Udział kationów w całkowitej pojemności sorpcyjnej w poziomie przejściowym 10-letniej gleby powstającej na gruncie z odpadów górniczych pokrytych ziemią (wartości średnie)

mmol/100g s.m.							%	
H_h	1N $CH_3COOHNH_4$				S	T	V_s	V_h
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+				
8,2	1,39	0,95	4,89	0,88	8,1	16,30	50,10	49,90

S – suma kationów o charakterze zasadowym
T – pojemność sorpcyjna
V_s – stopień wysycenia kationami o charakterze zasadowym
V_h – stopień wysycenia jonami wodorowymi

Pojemność sorpcyjna powstającej gleby wynosiła około 16 mmol/100g s.m. Dlatego uznać ją należy za stosunkowo niską.

Kompleks sorpcyjny w połowie wysycony był jonami wodorowymi. Układ kationów zasadowych ze względu na ich ilość kształtował się w następujący sposób: $Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+$. Wśród jonów zasadowych zdecydowanie dominował sód. Taki układ jest charakterystyczny w powierzchniowej warstwie zwałowisk odpadów górniczych po kopalnictwie węgla kamiennego z zaawansowanym procesem wietrzenia masy skalnej [6, 7, 10, 12].

5. Dyskusja wyników

Na 10-letniej powierzchni zwałowiska, na której zainicjowano proces glebotwórczy poprzez przykrycie masy skalnej warstwą ziemi i wysiew na taki grunt mieszanki traw, stwierdzono tworzenie się poziomu przejściowego pomiędzy poziomem akumulacyjnym i skałą macierzystą. Na powstanie poziomu przejściowego miał wpływ poziom skały

macierzystej, ale także poziom akumulacyjny powstały głównie z ziemi mineralnej przerośniętej darnią traw. Pojawienie się poziomu przejściowego w profilu gleby inicjalnej świadczy o postępującym procesie glebotwórczym. Dalszy rozwój tego procesu niewątpliwie będzie zależał od intensywności dopływu substancji organicznej, ale także od intensywności procesów wietrzenia i wymywania. Procesy te mogą doprowadzić do większego zróżnicowania tego poziomu.

Obecnie charakterystyczną cechą tego poziomu jest odczyn od lekko kwaśnego do kwaśnego. Świadczy to o tendencji do zakwaszania się powstającej gleby. W warunkach kwaśnych intensyfikuje się proces wymywania jonów zasadowych. Potwierdza to jedynie 50% wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi. W większości typów gleb o wykształconym profilu poniżej poziomu akumulacyjnego (próchnicznego) w układzie kationów zasadowych dominuje jon wapniowy [1].

O dużym wymyciu soli z omawianego poziomu świadczy niskie przewodnictwo właściwe. Wypad roślinności intensyfikuje ten proces.

Właściwości fizykochemiczne i chemiczne w omawianym poziomie przejściowym gleby inicjalnej w okresie 10 lat wskazują na powstawanie gleby o małej żyzności, małym kompleksie sorpcyjnym, wysyconym głównie jonami kwaśnymi oraz jonami sodu. Jest to potwierdzeniem wcześniej przeprowadzonych badań z tego zakresu na podobnych obiektach.

Zachodzące procesy przyrodnicze w glebie należy poznać i uwzględnić w trakcie nadawania wartości użytkowej - przyrodniczej gruntom bezglebowym. Proces glebotwórczy, jaki towarzyszy rekultywacji takich gruntów, będzie zależał od czynników glebotwórczych, jakie będą oddziaływały na skalne odpady górnicze. Głównym czynnikiem glebotwórczym na zwałowisku po kopalnictwie węgla kamiennego będzie stały dopływ masy organicznej. Warunek ten może być spełniony, kiedy zapewni się odpowiedni wzrost i rozwój wprowadzonej roślinności. To zaś będzie zależało od dostarczanych roślinie niezbędnych składników troficznych, głównie azotu i fosforu. Składniki te w składzie mineralogicznym skał karbońskich nie występują, występują w śladowych ilościach (P) lub w formach nieprzyswajalnych dla roślin (N) [3, 13].

W miarę rozwoju procesu glebotwórczego zbiorowisko roślinne będzie ulegało sukcesji. Wzbogacanie w próchnicę poziomu akumulacyjnego stworzy lepsze warunki dla roślin o większych wymaganiach pokarmowych, które będą zasiedlały powierzchnię powstającej gleby [8].

LITERATURA

1. Album Gleb Polski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.
2. Buckmann H.C., Brady N.C.: Gleba i jej właściwości, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1971.
3. Chodyniecka L., Adamczyk Z.: Zmienność mineralogiczna odpadów powęglowych z KWK Jankowice, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z. 253, Gliwice 1997.
4. Drozd J., Licznar M., Licznar S.E., Weber J.: Gleboznawstwo z elementami mineralogii i petrografii, Wrocław 1997.
5. Lityński T., Jurgowska H.: Żyzność gleby i odżywianie się roślin, PWN, Warszawa 1982.
6. Patrzałek A.: Ocena procesu rekultywacji biologicznej zwałowisk odpadów po przemyśle górniczym i hutniczym, Górnictwo i Geologia, zeszyt 3/2006, str. 33-48.
7. Patrzałek A.: Ocena zbiorowisk roślinnych na zrekultywowanych zwałowiskach w Zabrzu w celu określenia ich dalszych funkcji w planie zagospodarowania przestrzennego, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z. 267, Gliwice 2005, str. 207-219.
8. Patrzałek A.: Procesy przyrodnicze towarzyszące powstawaniu gleby inicjalnej i zbiorowisk roślinnych na rekultywowanych biologicznie gruntach z odpadów karbońskich. Obwałowania cieków wodnych i pobocza szlaków komunikacyjnych. Problemy przyrodniczo-techniczne, pod redakcją A. Patrzałek i M. Pozzi, Gliwice 2003, str. 85-89.
9. Patrzałek A.: Właściwości gleby inicjalnej powstającej na zwałowisku odpadów karbońskich, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z. 248, Gliwice 2001, str. 151-156.
10. Patrzałek A.: Wzrost i rozwój *Festuca rubra* L. – odmiana Nimba w siedlisku trudnym, Łąkarstwo w Polsce, 2/1999, str. 101-111.
11. Patrzałek A.: Zintegrowane procesy przyrodnicze w rekultywacji gruntu z odpadów karbońskich, IX Konferencja: Problemy zagospodarowania odpadów, Wisła 2003, str. 135-140.
12. Strzyszcz Z.: Ocena przydatności odpadów górniczych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego do rekultywacji biologicznej, Archiwum Ochrony Środowiska, 1-2/1989, str. 91-123.
13. Twardowska I.: Mechanizm i dynamika ługowania odpadów karbońskich na zwałowiskach, Prace i Studia nr 25, Wydawnictwo IPIŚ PAN 1981.

Recenzent: Dr hab. Jarosław Kaszubkiewicz, prof. nzw. AR