

STAN ŚRODOWISKA GLEBOWEGO NA TERENIE BYŁEJ KOPALNI  
SIARKI „JAWORÓW” (UKRAINA) I „MACHÓW” (POLSKA) W ŚWIETLE  
AKTUALNYCH BADAŃ\*

*Vitaliya Levyk<sup>1</sup>, Małgorzata Brzezińska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Instytut Ekologii Karpat Narodowej Akademii Nauk Ukrainy,  
ul. Kozelnicka 4, 79026 Lwów, Ukraina  
e-mail: v-italy@ukr.net

<sup>2</sup>Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

**Streszczenie.** Przedkarpacki Basen Siarki jest jednym z największych basenów siarki na świecie. W latach 90. XX wieku po zamknięciu kopalni siarki „Jaworów” (Ukraina) i „Machów” (Polska) pozostała znaczna powierzchnia zdewastowanych gruntów, gdzie prowadzona jest rolnicza lub leśna rekultywacja. W niektórych przypadkach tereny te poddawane są procesom przyrodniczego „samoodtwarzania się” gleb oraz roślinności. Badania prowadzone w Polsce i na Ukrainie wykazały, że grunty na terenach technogenicznych byłych kopalni siarki są potencjalnie żyznym substratem glebowym i po pewnym czasie ich właściwości zbliżają się do właściwości okolicznych gleb niezdegradowanych. Gleby pozostające po otworowych kopalniach siarki są bardziej zdewastowane oraz trudniejsze dla prac rekultywacyjnych, niż tereny po kopalniach odkrywkowych.

Słowa kluczowe: kopalnia siarki, gleby zdegradowane, rekultywacja

#### WSTĘP

Przemysł górniczy zajmuje jedno z głównych miejsc w gospodarce światowej. Wydobycie i przeróbka kopalin użytecznych jest szczególnym czynnikiem technologicznym. Działalność przedsiębiorstw górniczych ma silny negatywny wpływ na

---

\*Praca zrealizowana w ramach projektu INTERREGIONALNE CENTRUM BADAWCZO-EDUKACYJNE W INSTYTUCIE AGROFIZYKI PAN W LUBLINIE (NEB/PL/LUB/2.1/0.5/222) współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Sąsiedztwa Polska-Białoruś-Ukraina INTERREG IIIA /TACIS CBC 2004-2006

środowisko przyrodnicze, wywołując różnorakie skutki: zmiany kształtu krajobrazu, reżimu hydrologicznego oraz statusu biogeochemicznego terenu. Zanieczyszczeniu ulegają podstawowe elementy środowiska przyrodniczego – gleba, zasoby wodne i szata roślinna, co może prowadzić do pogorszenia stanu zdrowia ludzi i zwierząt. Takie efekty stają się przyczyną globalnych problemów ekologicznych.

Na terytorium Ukrainy występuje około 20 tys. złóż kopalin użytecznych (94 gatunki surowców), zaś w Polsce – około 9800 (ok. 70 gatunków). Działalność górnicza związana z wydobywaniem surowców przyczynia się do powstania dużych powierzchni terenów zdegradowanych: na Ukrainie – ponad 161,4 tys. ha, w Polsce – 67,5 tys. ha, odpowiednio 26,7% i 21,6% całkowitej powierzchni państw (Panas 2005).

Jednym z najbardziej eksploatowanych terenów przemysłowych jest Przedkarpacki Basen Siarki – jeden z największych basenów siarki na świecie (Levyk 2006). Obszar ten znajduje się w Zapadlisku Przedkarpackim i rozpościera w zachodniej części Ukrainy oraz w Polsce południowo-wschodniej. Na terytorium Ukrainy Przedkarpacki Basen Siarki obejmuje pas o długości 300 km i szerokości 40-50 km. Zawiera ok. 20 złóż siarki w Obwodzie Lwowskim i Iwano-Frankowskim, największe z nich występują w okolicach Jaworowa, Rozdoła, Niemirowa, Podorożnego, Żydaczowa, Gumeńca i Lubienia.

#### WYDOBYCIE SIARKI NA UKRAINIE I W POLSCE

Wydobycie siarki rozpoczęto w latach 50. XX wieku. Pierwsze złoża siarki znalezione zostały w 1950 roku w pobliżu wsi Rozdoł w Obwodzie Lwowskim. Odkrycie to przyczyniło się do zapoczątkowania badań geologicznych Przedkarpackiego Basenu Siarki. W latach 1954-58 odkryto złoża siarki „Jaworów” (Levyk 2006).

Do początku lat 70. XX w. siarkę wydobywano metodą odkrywkową. Kopalnie odkrywkowe wydobywały rudę siarki, a postać handlową siarki uzyskiwano w wyniku przeróbki metodą flotacyjno-rafinacyjną, co wymagało budowy całego kompleksu produkcyjnego (Uberman 2004). W wyniku działalności kopalni odkrywkowych nastąpiły znaczne zmiany środowiska: zniszczono prawie całą roślinność oraz żyzną warstwę gleby, która została zmieszana z wydobytymi ilami i przeniesiona na dno utworzonych wyrobisk.

Dalsze badania geologiczne wykazały, że bogate złoża siarki znajdują się na głębokości 100-150 m. Do wydobywania tych złóż zastosowano więc metodę otworową (metodą podziemnego wytapiania). Po raz pierwszy wykorzystano ją w 1969 r. w kopalni „Jaworów”. Kopalnie otworowe okazały się bardziej wydajne od odkrywkowych, dostarczały siarkę wymagającą jedynie rafinacji. Niestety pozostają po nich podziemne puste korytarze, a utworzone na terenach kopalni

otworowych technoziemy są nieprzydatne dla życia większości gatunków roślin i zwierząt. Kopalnie, zarówno odkrywkowe jak też otworowe, wymagały zaplecza przemysłowego i obiektów integralnie związanych ze specyfiką wydobycia, takich jak zwałowiska, osadniki w przypadku kopalń odkrywkowych, zaplecze do produkcji mediów grzewczych, oczyszczania wód itp. w kopalniach otworowych (Uberman 2004). Przeprowadzenie rekultywacji i zagospodarowanie takich terenów jest bardzo trudne (Panas 1989).

Wyrobisko siarki na terenie byłej kopalni „Jaworów” jest największym wyrobiskiem siarki w skali światowej. Objętość wyrobiska wynosi około 402 mln m<sup>3</sup>. Wydobycie złoża siarki spowodowało wyłączenia ogromnej powierzchni środowiska naturalnego. Do przemysłowej powierzchni kopalni odkrywkowej należą: wyrobisko – 1080 ha, składowisko „keku” – 794 ha, zwałowisko zewnętrzne – 918 ha, teren osadnika poflotacyjnego – 680 ha, teren otworowej kopalni siarki – 77 ha, zbiornik wodny – 1518 ha, teren przemysłowy – 388 ha (Gajdyn i Zozula 1996).

Od lat 50. XX w. nastąpił również rozwój górnictwa siarki rodzimej w Polsce. Początkowo był on związany z odkryciem złóż siarki w rozwidleniu Wisły i Sanu w okolicach Tarnobrzega (Tarnobrzęski Okręg Siarkowy), a następnie w rejonie Grzybowa i Lubaczowa. Polskie złoża siarki zostały odkryte w latach 1953-1976. Pierwsza kopalnia siarki "Piaseczno" powstała w roku 1957. Utworzona w 1966 roku kopalnia "Grzybów" była pierwszą otworową kopalnią siarki w Europie. Także kopalnie "Jeziorko", "Osiek" i "Basznia" prowadziły eksploatację metodą otworową.

Odkrywkowa kopalnia "Machów" powstała w 1964 roku, objętość wyrobiska wynosi około 280 mln m<sup>3</sup>. Do przemysłowej powierzchni należą: wyrobisko ze zwałowiskiem wewnętrznym – 659 ha, zwałowiska zewnętrzne – 880 ha, składowisko „keku” – 43 ha, teren osadnika poflotacyjnego – 263 ha, klarownik – 13 ha. W obrębie kopalni prowadzono również wydobycie metodą otworową podziemnego wytopu siarki – „Machów II” (Uberman 2004).

#### SKUTKI ZAPRZESTANIA DZIAŁALNOŚCI WYDOBYWCZEJ SIARKI

Pojawienie się na rynku dużych ilości taniej siarki odpadowej, pochodzącej z odsiarczania ropy naftowej i gazu ziemnego przyniosło kres przemysłowi wydobyciemu siarki w Polsce oraz na Ukrainie. Spowodowało to drastyczny spadek cen siarki i załamanie się koniunktury na rynku światowym w 1991 roku. W wyniku tego w 1994 roku wydobycie siarki w kopalniach „Jaworów” oraz „Machów” zostało przerwane.

Wydobycie siarki spowodowało zanieczyszczenie gleb, wód powierzchniowych i podziemnych oraz znaczące przekształcenia środowiska przyrodniczego:

1. przekształcenia chemiczne - wynikające z przedostawania się do środowiska wodno-glebowego związków siarki (głównie siarkowodoru) oraz silnie zmineralizowanych wód złożowych (tereny, na których ujawniły się erupcje czy skażenia w wyniku różnego rodzaju awarii instalacji wydobywczych i przemysłowych charakteryzują się tak dużym skażeniem siarką, że zabieg neutralacyjny jest praktycznie niewykonalny);
2. przekształcenia geomechaniczne – wywołane przez poeksploatacyjne osiadanie gruntów po kopalniach otworowych oraz po eksploatacji odkrywkowej wyrobisk;
3. przekształcenia hydrologiczne – będące najczęściej skutkiem poeksploatacyjnego osiadania powierzchni i prowadzące do zmniejszania grubości warstwy aeracyjnej gleb. W skrajnych przypadkach przekształcenia te prowadzą do ujawnienia się zalewisk wodno-gruntowych lub wystąpienia silnie zawodnionych gleb.

Po likwidacji kopalń siarki pozostały krajobrazy technogeniczne o zmienionej rzeźbie terenu, wymagające rekultywacji (Drożdż-Hara 1978; Panas 1989). Działalność górnicza w obrębie Roztocza przyczyniła się do zubożenia różnorodności gatunkowej, krajobrazowej oraz różnorodności ekosystemów. Powoduje także szereg problemów transgranicznych, ponieważ obszary wyrobisk kopalni siarki „Jaworów” i „Machów” graniczą z rezerwatami przyrody: rezerwatem „Roztocze”, Jaworiwskim Parkiem Narodowym na Ukrainie oraz Roztoczańskim Parkiem Narodowym w Polsce (Maryskewycz i in. 2000).

W 2003 zatwierdzono projekt rekultywacji terenów zniszczonych w wyniku działalności przemysłu górniczego w okolicach Jaworowa oraz zaplanowano utworzenie kompleksu rekreacyjnego „Jaworów” (Rozporządzenia 2003). Projekt likwidacji wyrobiska kopalni „Machów” został zatwierdzony wcześniej, w 1996 roku. Zgodnie z tymi projektami w miejscach wyrobisk siarki „Jaworów” oraz „Machów” mają powstać zbiorniki wodne o przeznaczeniu rekreacyjnym – „Jezioro Jaworiwskie” oraz jezioro „Machów” o całkowitej powierzchni lustra wody wynoszącym odpowiednio 900 ha i 500 ha (Gajdyn 2000; Uberman 2004).

#### KRAJOBRAZY TECHNOGENICZNE I GLEBY TERENÓW POKOPALNIANYCH

Jednym z najważniejszych problemów przy regeneracji krajobrazów technogenicznych i kształtowaniu ekosystemów przyrodniczych na rekultywowanych terenach produktywnych jest ustalenie funkcji czynników ekologicznych w procesach naturalnego i sztucznego odtwarzania się pokrywy glebowej. Status gleb krajobrazów technogenicznych w schemacie rozwoju ewolucyjnego jest podobny do stadium inicjalnego kształtowania się gleb w warunkach naturalnych (Kurałow i Androhanow 2002; Maryskewycz i in. 2005). Tempo zmian właściwości

„surowych” gruntów zwałowiskowych poddanych rekultywacji i przyrodniczemu zagospodarowaniu jest ściśle skorelowane z dynamiką procesów glebotwórczych. Zależy przy tym od wielu czynników, w szczególności od uziarnienia, składu mineralnego, właściwości fizycznych i chemicznych gruntu, klimatu i mikroklimatu, ukształtowania terenu, składu gatunkowego wprowadzonej roślinności oraz antropogenicznej (agrotechnicznej) stymulacji procesów glebotwórczych (Kowalik, 2004; Maryskewycz i in. 2005).

Na terenie krajobrazu technogenicznego w okolicach Jaworowa proces kształtowania się pokrywy glebowej w przestrzeni oraz w czasie powiązany jest z rozwojem szaty roślinnej. Następuje więc pierwotna sukcesja ekologiczna z kształtowaniem szeregu ekosystemów naturalnych i przekształceniem niedojrzałych biologicznie gleb post-litogenicznych – embriozemów. Zgodnie z ukraińską klasyfikacją gleb technogenicznych, na danym etapie sukcesji pierwotnej post-technogeniczna pokrywa glebowa może reprezentować trzy typy embriozemów: inicjalny, organo-akumulatywny i próchniczo-akumulatywny. Natomiast zastosowanie fazy technicznej rekultywacji terenów, przewidującej naniesienie żyznej warstwy gleby na powierzchnię mineralnego substratu technogenicznego oraz zasadzenie drzewiastych gatunków roślin, wywołuje kształtowanie się typu gleb technogenicznie transformowanych, a mianowicie – technoziemów niezróżnicowanych (Kuraczow i Androhanow 2002). W nomenklaturze polskiej gleby terenów pokopalnianych zalicza się do gleb antropogenicznych, industrioziemnych (Turski i in. 1999).

Na terenach byłej kopalni siarki „Jaworów” obejmujących zwałowisko, składowisko „keku” i osadnik poflotacyjny, przeważają embriozemy organo-akumulatywne z kształtującymi się tam prostymi zbiorowiskami roślinnymi. Natomiast na skarpach zwałowisk powstają małe działki inicjalnych zbiorowisk roślinnych na embriozemach inicjalnych, a na eluwialnej części zwałowisk dominują złożone zbiorowiska roślinne na embriozemach próchniczo-akumulatywnych. Technoziemy niezróżnicowane rozpowszechnione są na terenach otworowej kopalni siarki zrehabilitowanej i zagospodarowanej w kierunku leśnym (Maryskewycz i in. 2005). Na terytorium byłych kopalni otworowych siarki dominują gleby o strukturze bezagregatowej, monolitycznej. Można w nich wyodrębnić poszczególne komponenty gleby antropogenicznej: materiał rodzimy, wapno poflotacyjne, osad ściekowy oraz ziarna siarki elementarnej (Kołodziej i Słowińska-Jurkiewicz 2005).

Grunty na terenach technogenicznych kopalni siarki „Jaworów” i „Machów” można traktować jako potencjalnie żyzny substrat glebowy, jednak o dużej wadliwości, dotyczącej zwłaszcza właściwości fizycznych. Bardzo duża zwiężłość tych utworów, przy braku odpowiedniej struktury i niewielkiej zawartości próchnicy ogranicza zakres i tempo procesów wietrzenia w profilu oraz dynamikę zasiedlania gleby przez organizmy glebowe oraz ich aktywność życiową. Ponadto

duża wadliwość stosunków wodno-powietrznych utworu glebowego hamuje wzrost i rozwój roślin. Gleby pogórnice charakteryzują się większym zagęszczeniem, niższą zwilżalnością i zawartością próchnicy w powierzchniowej warstwie gleby w stosunku do darniowych gleb biellicowych znajdujących się poza obszarem oddziaływania kopalni (Maryskewycz i in. 2000; Kowalik 2004).

Jednym z podstawowych działań zmierzających do rekultywacji terenów zniszczonych przez górnictwo siarkowe jest uzyskanie poprawy stanu środowiska glebowego przez trwałą likwidację bardzo kwaśnego odczynu (Martyn i in. 2004). Pomiedzy utworami glebowymi kopalni odkrywkowej i otworowej występuje znaczna różnica w zawartości siarczanów oraz kwasowości gleb. Badania Maryskewycz i in. (2000) dotyczące gleb byłych kopalni siarki na Ukrainie wykazały, że embriozimy zwałowisk, składowiska „keku” i terenu osadnika poflotacyjnego kopalni odkrywkowej należą do gleb zasadowych (pH 7,5-8), zaś embriozimy terenu kopalni otworowej są silnie kwaśne (pH 2,2-4,2). Natomiast rekultywowane technoziemy kopalni otworowej wykazują pH wyższe, ok. 4,5-5,0. Zatem rekultywacja z naniesieniem warstwy gleby oraz wapna poflotacyjnego na terenach podziemnego wytopienia siarki jest bardzo skuteczna ponieważ zmniejsza zakwaszenie gleby (Maryskewycz i in. 2000; Kołodziej 2005).

W przypadku kopalni „Machów” 20-letni okres rolniczego i leśnego użytkowania gruntów zwałowiskowych objętych rekultywacją przyczynił się do istotnego zróżnicowania właściwości chemicznych gleb industroziemnych. Rekultywacyjne użytkowanie rolnicze sprzyja łagodzeniu wadliwości gruntów w warstwie przypowierzchniowej dzięki stosowanym zabiegom agrotechnicznym i oddziaływaniu uprawianych roślin. Roślinność drzewiasta, w przypadku zagospodarowania leśnego, powoduje głębszą penetrację korzeni w profilu glebowym, sprzyjając rozluźnieniu i poprawieniu struktury utworu. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że nie zachodzi potrzeba ograniczania produkcji rolnej i wszystkie grunty objęte badaniami mogą być przeznaczone do pełnego wykorzystania (Kowalik 2004). Należy podkreślić, że prowadzone badania w rejonie poeksploatacyjnym górnictwa siarkowego oprócz podstawowego zakresu badań (odczyn, przyswajalne formy azotu, fosforu, potasu i wapnia, metale ciężkie), uwzględniały również określenie zawartości siarki siarczanowej i ogółem w glebie.

Wcześniejsze badania właściwości gleb oraz stanu roślinności w rejonie poeksploatacyjnym górnictwa siarkowego w okolicach Jaworowa wykazały, że zdewastowane i zdegradowane gleby oraz roślinność utrzymują przez pewien czas zdolność do samoodtwarzania się (Bilonoga 1989). Uwzględniając wyniki przeprowadzonych badań oraz przyjęty plan utworzenia jeziora na miejscu wyrobiska, zaproponowano wykonanie tarasowania zwałowisk oraz zalecono pozostawienie procesu zasiedlenia terytorium roślinnością przyrodniczemu mechani-

zmowi sukcesji pierwotnej, czyli „zagospodarowaniu samą przyrodą” (Maryskewycz i in. 2000).

Obszar byłej kopalni siarki „Jaworów” w większości pozostawiony jest przyrodniczemu zasiedleniu roślinnością oraz odtwarzaniu gleb z niewielkim wpływem człowieka. Natomiast prace pogórnictwa na terenie kopalni „Machów” skierowane są na pełną rekultywację i zagospodarowanie krajobrazów technogenicznych. W obydwu przypadkach zaplanowane są prace likwidacyjne oraz projektowane kompleksy rekreacyjne, uwzględniające stworzenie sztucznych jezior „Jaworów” i „Machów”. Większość badań prowadzonych w okolicach Jaworowa dotyczyła ustalenia prawidłowości odtwarzania się terytorium pod wpływem naturalnej sukcesji roślinnej. Natomiast badania prowadzone na terenie kopalni „Machów” dotyczą głównie ustalenia efektywności różnych kierunków rekultywacji terenach zdewastowanych. Badania przeprowadzone przez Kowalika (2004) po 23-letnim okresie rolniczego i leśnego użytkowania gruntów zwałowiskowych wykazały zróżnicowanie ich właściwości chemicznych w profilu, co wskazuje na przebieg dynamicznych procesów wietrzenia gruntu. Obserwowano wzrost zawartości węgla organicznego, azotu ogółem oraz form fosforu, a także przemieszczanie się w głąb profilu łatwo rozpuszczalnych pierwiastków alkalicznych i siarczanów.

Określenie aktywności życiowej drobnoustrojów glebowych jest ważnym testem diagnostycznym, pozwalającym na ocenę stanu środowiska glebowego (Gliński i Stępniewski 1985; Filip 2002). Należy zatem zwrócić uwagę na procesy biochemiczne w glebach terenów pokopalnianych. Obserwowano wzrost aktywności enzymatycznej gleby w zależności od terminu zasiedlenia terenów rekultywowanych roślinnością: na 15-letnich zwałowiskach pod złożonym zbiorowiskiem roślinnym aktywność enzymów (inwertazy, ureazy, katalazy, peroksydazy i polifenoloksydazy) była 3-14 razy wyższa, niż na zwałowiskach porośniętych młodszą, 3-letnią roślinnością (Maryskewycz 1990).

Dalsze badania procesów biologicznych zachodzących w glebach obszarów pokopalnianych – procesów związanych z przekształcaniem materii i energii w ekosystemach naturalnych, oraz warunkujących wysoką jakość i żyzność gleby – mogą przyczynić się do poznania związków pomiędzy stadium sukcesji pierwotnej szaty roślinnej a fizycznymi, fizyko-chemicznymi i biologicznymi właściwościami gleb kształtujących się na terenach technogenicznych. Wyniki takich badań mogą pomóc w prognozowaniu czasu potrzebnego do przyrodniczego odtworzenia się terenów zdegradowanych, a następnie być wykorzystane do opracowania praktycznych zaleceń dotyczących zagospodarowania terenów byłej kopalni siarki „Jaworów” i „Machów”.

## PODSUMOWANIE

Grunty na terenach technogenicznych byłych kopalni siarki w Polsce i Ukrainie są potencjalnie żyznym substratem glebowym i po pewnym czasie ich właściwości zbliżają się do właściwości okolicznych gleb niezdegradowanych. Gleby pozostające po otworowych kopalniach siarki są bardziej zdewastowane oraz trudniejsze dla prac rekultywacyjnych, niż tereny po kopalniach odkrywkowych.

## PIŚMIENNICTWO

- Bilonoga W., 1989. Sukcesji rastitelnosti na otwalach semych mestorozdenij Prikarpatia: Awtoreferat disertacji kand. biol. nauk. Dnepropetrovskij Gosudarstwiennyj Universitet, Dnepropetrovsk.
- Drożdż-Hara M., 1978. Studia nad wpływem zanieczyszczenia siarką na przemiany gleb uprawnych w sąsiedztwie kopalni siarki. *Roczn. Glebozn.*, XXIX, 2, 134-150.
- Filip Z., 2002. International approach to assessing soil quality by ecologically-related biological parameters. *Agricult. Ecosys. Environ.*, 88, 169-174.
- Gajdyn A., 2000. Pro neobchidnist` rozrobky alternatywnogo proektu likwidacji Jaworiwskiego sirczanog karieru. *Problemy i Perspektywy Rozwytku Pryrodoochoronnych Obiektiw na Roztoczci. Mat. Miżnar. Nauk.-Prakt. Konf., Szkoło, 6-7 VI 2000. Logos, Lwiw, 90-92.*
- Gajdyn A., Zozula I., 1996. Suczasnist` ta majbutnje pidpryjemstw gimyczo-chimicnoi promyslowosti Lwiwszczyny. *Problemy ekologicznoi bezpeky ta kerowanogo kontrolu dynamicznych pryrodno-technogennyh system, Mat. Miżnar. Nauk.-Prakt. Konf., czast. I, Lwiw, 24-26 IX 1996. Kyiw, 116-122.*
- Gliński J., Stępniewski W., 1985. *Soil Aeration and its Role for Plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Kołodziej B., 2005. Podstawowe właściwości chemiczne gleby antropogenicznej na terenie po otworowej kopalni siarki. *Rocznik AR, Poznań, CCCLXV. Melioracje i Inżynieria Środowiska*, 26, 217-222.
- Kołodziej B., Słowińska-Jurkiewicz A., 2005. Analiza morfologiczna struktury gleby antropogenicznej na terenie po otworowej kopalni siarki. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 505, 177-184.
- Kowalik S., 2004. Właściwości chemiczne gleb industrioziemnych użytkowanych rolniczo i leśnie na zreultywowanym zwałowisku kopalni siarki „Machów”. *Roczn. Glebozn.*, LV, 2, 239-249.
- Kuraczow W., Androhanow W., 2002. Klassifikacija poczw technogennyh landszaftow. *Sibirskij Ekologičeskij Żurnal.*, 3, 255-261.
- Levyk V., 2006. Do istorii wywczennja posttechnogenogo periodu rozwytku widwaliw Peredkarpatskogo sirkonosnogo basejnu. *Naukowi Osnowy Zberezennja Bioriznomanittja. Lwiw, 5-6 X 2006, 7, 171-175.*
- Martyn W., Wylupek T., Onuch-Amborska J., Jońca M., 2004. Oddziaływanie górnictwa siarkowego na glebę w otoczeniu byłej Kopalni Siarki „Baszni” k/Lubaczowa. *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska LIX, 3E.*, 1407-1414.
- Maryskewycz O., 1990. Fermentatiwnaja aktiwnost` otwalow Jaworowskogo mestorożdenija. *Rasteniija i Promyszlennaja Sreda. Tez.dokl. I Wses. Konf. Dnepropetrovsk, 20-22 III 1990, 173-174.*
- Maryskewycz O.G., Szpakiwska I.M., Diduch O.I., 2005. Formuwannia gruntiw u meżach technogenogo landszaftu Jaworiwskiego DGHP „Sirka”. *Nauk. Wisnyk Czerniweckiego Uniwersytetu: zbirnyk nauk.prac.* 251, *Biologija*, 175-185.
- Maryskewycz O.G., Szpakiwska I.M., Pawluk M.A., Polywjana G.W., 2000. Perwynna sukcesja na widwalach Jazjwskiego rodowyszczu sirky: zminy gruntowych parametrow. *Problemy i Perspektywy Rozwytku*



- ku Pryrodoochronnych Obiektów na Roztoczu. Mat. Miżnar. Nauk.-Prakt. Konf., Szkoło, 6-7 VI 2000. Logos, Lwów, 109-112.
- Panas R., 1989. Agroekologiczne Osnowy Rekultywacji Zemel. Izdatelstwo Lwowskiego Uniwersytetu, Lwów.
- Panas R., 2005. Rekultywacja zemel. Nowyj Swit, Lwów.
- Rozporządzenie Kabinetu Ministrów Ukrainy wid 24 lutego 2003r. №87-r „Pro zatwierdzenie projektu widnowлення ekologicznoji riwnowagy ta rekultywacji poruszonych gimnyczymy robotamy zemel Jaworowskiego derżawnogo gimniczo-himicznego pidpryjemstwa „Sirka””
- Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Hetman J., 1999. Zarys Gleboznawstwa. Wydawnictwo AR, Lublin.
- Uberman R., 2004. Rekultywacja i zagospodarowanie terenów po eksploatacji złóż siarki w świetle polskich doświadczeń. Biuletyn SEP II Forum Górniczy, Jałta.

THE STATE OF SOIL COVER ON THE TERRITORIES OF FORMER  
SULPHUR MINES “YAVORIV” (UKRAINE) AND “MACHÓW” (POLAND)  
FROM THE STANDPOINT OF CURRENT RESEARCH

*Vitaliya Levyk<sup>1</sup>, Małgorzata Brzezińska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Ecology of the Carpathians, National Academy of Sciences of Ukraine  
ul. Kozelnitska 4, Lviv 79026, Ukraine  
e-mail: v.levyk@ipan.lublin.pl

<sup>2</sup>Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland

**Abstract.** The Pre-Carpathian sulphur-bearing basin is one of the most abundant sulphur deposits in the world. In the 90's of the 20<sup>th</sup> century, after closing sulphur mines in Yavoriv (Ukraine) and Machow (Poland), there remained a huge square of devastated soils which are undergoing agricultural, forest and meadow reclamation or left for natural processes of soil and vegetation self-recovery. Investigations by Polish and Ukrainian researchers showed that the grounds after sulphur deposit mining are potentially fertile soil substrate and over a period of time the properties of technogenic soils become approximate to the properties of natural zonal soils. The soils on the territories of former underground melting are more devastated and complicated for restoration than areas of former strip mines. Special emphasis is placed on importance of future investigation of biological activity of technogenic soils on the territories of former sulphur mines “Yavoriv” and “Machow”.

**Key words:** sulphur mine, technogenic soils, restoration