

# TALAJKÉPZŐDÉS KÜLSZÍNI FEJTÉSŰ LIGNITBÁNYA MEDDŐHÁNYÓIN

SZEGI JÓZSEF

a mezőgazdasági tudományok doktora

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest

A különböző természeti tényezők, valamint az emberi behatások következtében a földfelszín talaj- és növénytakarója állandóan csökken. Ennek a rendkívül káros folyamatnak a korlátozása mind gazdaságpolitikai, mind pedig társadalmi érdek, amelyben fontos szerep jut egyrészt az ipari és mezőgazdasági termelés tervezésével és irányításával foglalkozó szakembereknek, másrészt pedig a tudományos kutatómunkának is. A természeti tényezők között — mutat rá TARANOV (1976) — a vulkáni tevékenység (piroklasztikus üledékek) a felszínen elfolyó vizek (alluviális üledékek), valamint a szél (eolikus üledékek) talajpusztító hatása a legjelentősebb. Az antropogén tényezők között az ipartelepítések — elsősorban a bányászati ipar — környezetpusztító hatása áll első helyen.

Becslések alapján [HAZANOV (1975)] a föld felszínén felhalmozódó bányászati hányóföldek mennyisége 1980-ra 1600 milliárd  $m^3$ -t ér el, s évenként mintegy 40 milliárd  $m^3$  meddőt hoznak a felszínre. Ha ehhez hasonlítjuk a föld felszínén a folyóvizek által megmozgatott talajt, amelyet évenként 13 milliárd  $m^3$ -re becsülnek, akkor bátran levonhatjuk a következtetést, hogy a bányászati tevékenység földfelszínt átalakító hatása méltán állítható egy sorba olyan alapvető geológiai folyamatokkal mint a mállás, denudáció és a felhalmozódás.

A tudományos technikai forradalom robbanásszerűen megnövelte a bányászati ipar műszaki színvonalát. Az elmúlt évtizedekben rohamos mértékben terjedt el a külfejtéses bányászat, mivel lehetővé vált — sokszor 200—300 m vastagságot is elérő — fedőkőzet réteg gazdaságos letermelése a bányakincs felszínéről. A külfejtéses bányászati technológia környezetromboló hatása összehasonlíthatatlanul nagyobb mint a mélyműveléses bányászatnak, mivel a bányakincs felületéről letermelt óriási tömegű fedőkőzetet a bányagödör körüli területen helyezik el, sokszor 40—60 m magas földhegyeket képezve.

A bányászati ipar nagyfokú környezetkárosítása azzal magyarázható, hogy évszázadokon keresztül az ember gyakorlatilag semmit sem tett a bányákból kikerülő hányók újrahasznosítása érdekében. A végnélküli hányóhegyek létrejötte súlyos természeti károsodásoknak lett a forrása, ami fokozódó társadalmi ellenállást váltott ki. Ez vezetett az egyes országok törvényhozó

testületeinek beavatkozásához és a bányatörvények megalkotásához. Az érvényben levő bányatörvények országonként különböznek egymástól, a helyi viszonyok figyelembevételével, közös vonásuk azonban, hogy konkrét utasításokat tartalmaznak a hányóföldek növényi vegetációval való befedését illetően.

Századunk első évtizedeiben a rekultiváció a legtöbb országban csupán arra korlátozódott, hogy a hányók felszínét előzetes tereprendezés nélkül vagy minimális rendezést követően fásították. A rekultivációnak ez a primitív formája a legtöbb helyen nem volt eredményes, mivel a hányókban levő toxikus anyagok semlegesítése érdekében nem történt semmi. A bányaipari technológia tökéletesedése növelte a hányók méreteit is, amely megkövetelte a hányórendezési munkák előzetes elvégzését a biológiai rekultiváció előfeltételeként.

A modern rekultivációs eljárások tudományos alapokra épülnek. Az egyes technogén területek újrahasznosításánál tekintettel kell lenni a környezetvédelmi és gazdaságossági kérdésekre. Az alkalmazott rekultivációs módszert a hányóföldek kémiai, fizikai és biológiai sajátosságainak ismeretében kell megválasztani.

A rekultivációs eljárás formáját és időtartamát nagymértékben befolyásolják a hányóföld típusok kémiai sajátosságai. A Föld sok országában, így a KGST-államok többségében is a szulfidos hányók vannak túlsúlyban. A szulfidtartalom egyes extrém esetekben 5—7%-ot is meghaladhatja. A szulfidos hányókban a felszínre kerülést követően intenzív oxidációs folyamatok indulnak meg. A kénbaktériumok a szulfidot elemi kénné majd kénsavvá oxidálják, amely fokozatosan elsavanyítja a hányófelszínt úgyannyira, hogy egyes esetekben annak kémhatása pH 2 alá süllyedhet. A hányóföld savanyú kémhatása önmagában is nagyon kedvezőtlen a biológiai rekultiváció szempontjából. Kedvezőtlen tulajdonságát méginkább fokozza, — mutatnak rá IZSEV-SZKAJA és munkatársai (1973) —, hogy elősegíti a növényekre mérgező  $\text{Fe}^{2+}$  és  $\text{Al}^{3+}$  ionok nagy tömegű oldatba jutását, amely az oxidáción át nem esett hányóhoz viszonyítva többszázszoros értéket is elérhet (I. táblázat). A savanyú hányók meliorációja meszezéssel történik. A savanyúság tompítására szükséges mészkedvezőtlen körülmények között meghaladhatja a 120 tonna/ha  $\text{CaO}$ -t, 40 cm réteget véve alapul. Ennek a szállítása és a hányóba való bedolgozása rendkívül költséges. Hazai körülmények között szulfidos hányóföldek még a mélyművelésű bányászatnál is ritkán fordulnak elő, a külfejtéses bányászatnál pedig nincsenek.

A hányóföldek fizikai tulajdonságai a mechanikai összetételük függvénye. Nagyrészt agyagot tartalmazó fedőrétegek nagygépes hányórendezés következtében tömődötté válnak. Amennyiben a technikai rekultivációt nem követi nyomon a rendszeres talajlazítás, a tömődöttség megakadályozza a víz és levegő behatolását. A szerkezettel nem rendelkező kötött hányókban a re-

## I. táblázat

A szulfidtartalmú hányók kémiai sajátosságainak vizsgálata az oxidáció eredményeképpen (mg/100 g hányóföld) (Izsevszkaja és munkatársai után)

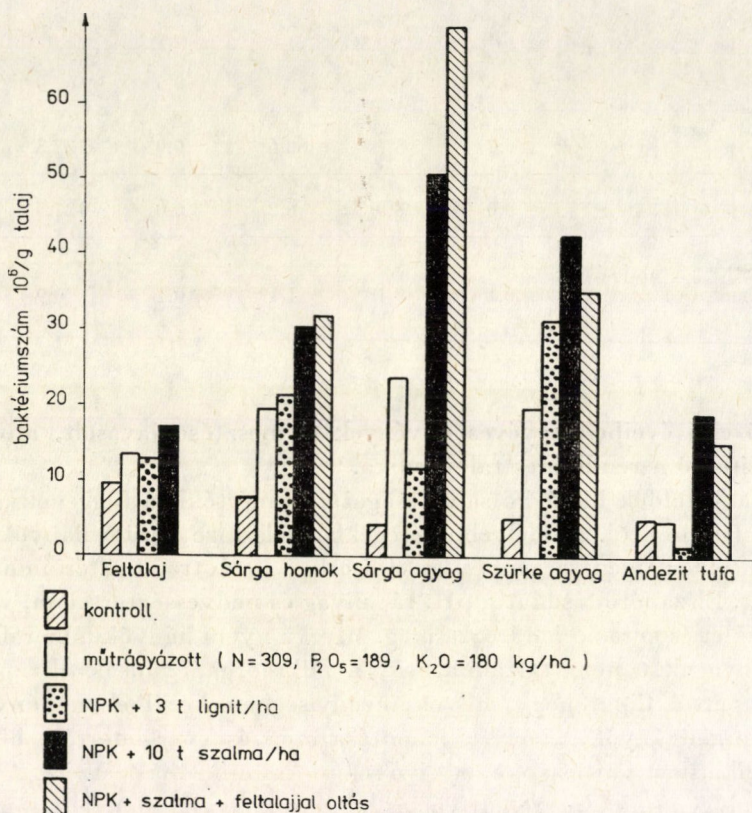
| Megnevezés                                             | Sötétszürke agyag |                         |                      | Sötétszürke vályog |                         |                      |
|--------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
|                                                        | friss hányóföld   | 2 hónapos oxidáció után | 1 éves oxidáció után | friss hányóföld    | 2 hónapos oxidáció után | 1 éves oxidáció után |
| pH <sub>KCl</sub>                                      | 4,8               | 4,2                     | 2,7                  | 5,5                | 2,2                     | 1,5                  |
| Al <sup>+3</sup>                                       | 0,8               | 0,4                     | 22,8                 | 0,5                | 67,9                    | 244,4                |
| Fe <sup>+2</sup>                                       | 6,7               | 5,2                     | 68,6                 | 0,0                | 137,5                   | 110,9                |
| Fe <sup>+3</sup>                                       | 0,0               | 3,9                     | 6,2                  | 0,0                | 127,5                   | 486,4                |
| Szulfát kén SO <sub>3</sub> % a talaj súlyszázalékában | 0,1               | 0,1                     | 1,1                  | 0,1                | 0,9                     | 1,4                  |

kultiváció első éveiben egyéves növények termesztése javasolt, mivel csak így biztosítható a rendszeres talajmunka.

A hányóföldek biológiai sajátosságai nagymértékben függenek a kémiai és fizikai faktoroktól. A mélyebb rétegekből felszínre kerülő hányók mikroorganizmusokban igen szegények és elsősorban kemotrof baktériumokat tartalmaznak. Elszaporodásukat a pH, tápanyag és nedvességtartalom, valamint a hőmérséklet és aeráció határozza meg. Mivel a nyers hányók mineralizálható szerves anyagokat nem tartalmaznak, a mikroorganizmusok elszaporodása elsősorban attól függ, hogy milyen mennyiségben kerülnek a hányóföldbe növényi maradványok, amelyek lebontása szén és energiaforrást biztosít a biológiai ciklusban fontos szerepet vivő szaprofita mikrobák részére. A fentiekből kiindulva a modern rekultivációs eljárások egyik alapvető láncszemét képezi a szerves növényi maradványok (zöldtrágya, istállótrágya, szalmatrágya stb.) bemunkálása a rekultiváció kezdeti szakaszán álló hányóföldekbe. Több szerző véleménye szerint a hányóföldekben előforduló mikroorganizmusok mennyiségi és minőségi összetétele korrelációban van a terület növényekkel való fedettségével. Véleményünk szerint ilyen összefüggés létrejött csak olyan hányóföldek esetében képzelhető el, ahol a rekultivációs módszer kémiai javítást (meszezést) is magában foglal.

A technogén területeken végbemenő talajképzési folyamatokat két olyan alapvető tényező befolyásolja, amelyek hatása speciális, azaz a természetes talajképződési folyamatoknál nem jelentkezik. Az egyik a technogén területeket körülvevő *bolygatatlan felszín hatása*, a másik pedig az *intenzív emberi behatás*.

A technogén területek rekultivációját úgy kell tekinteni mint a bioszféra alapvető funkcionális egységét képező ökológiai rendszer regenerációját. A kutatások ma már egyértelműen bizonyítják, hogy az adott klimatikus viszonyok között elterülő technogén területek életközösségeinek kialakulásában a körülvevő bolygatatlan ökoszisztémák igen fontos szerepet visznek. Mind a külföldi [TARANOV és munkatársai (1974)] mind pedig a hazai [SZABÓ—GORDIENKO

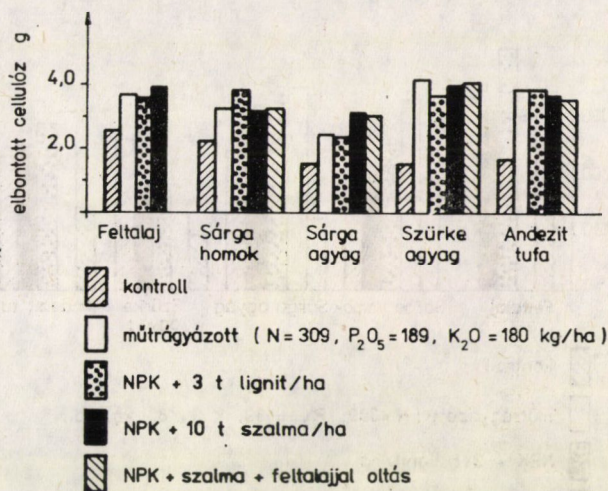


1. ábra. A baktérium mennyisége a különböző visontai hányóföldtípusokban, egyéves rekultiváció után

(1974), NAGYNÉ-VÖRÖS I. (1978)] adatok azt bizonyítják, hogy a különböző geológiai szintekből felhozott hányóföldekben a mikroorganizmusok igen gyorsan elszaporodnak. NAGYNÉ vizsgálatai során a különböző hányóföld típusokat — amelyek közül több gyakorlatilag steril volt — földbeásott betongyűrűkbe helyezte. Egyéves rekultiváció után megállapította, hogy a hányók mikrobanépessége a kísérlet egyes kezeléseiben nem csupán elérte, de egyes esetekben túl is haladta a bolygatatlan feltalaj mikróbaszámát (1. ábra). A mikroorganizmusok a szél közvetítésével kerültek a liziméterekbe

a környező területekről. Érdekes megemlíteni, hogy a feltalajjal beoltott és oltatlan kezelések mikróbaszámát tekintve nem volt számottevő különbség. Hasonló következtetésekhez jutott a liziméterekbe lehelyezett cellulózesztek bomlási sebességének értékelésénél (2. ábra) is.

Igen érdekesek KASZAB (1976) vizsgálati eredményei, aki a visontai rekultivációs terület gyomflóráját tanulmányozta. Vizsgálatai során a rekulti-



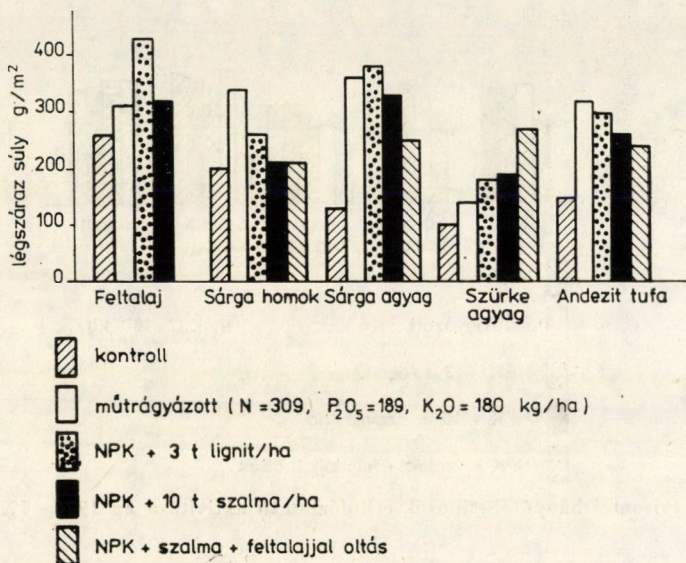
2. ábra. A visontai hányóföldtípusok cellulózbontó aktivitása az 1976–77. években

váció kezdeti időszakában álló terület vegetációját vette alapul, s ehhez viszonyította az öt évvel később kialakult gyomflórát. Megállapította, hogy a gyomvegetáció 1970 és 1975 között erőteljesen növekedett és 1975-ben sok olyan növényfajt sikerült kimutatni, amely öt évvel korábban teljesen hiányzott a területen, annak ellenére, hogy a rekultiváció alatt álló terület gyomflórája faji összetételét tekintve még jóval egységibb volt mint a bolygatatlan területeké. Hasonló megfigyeléseket végeztek JÁSZAINÉ és munkatársai (1976) is. A visontai rekultivációs területen végzett növénykórtani és rovarfaj felvételezéseik során olyan következtetésekhez jutottak, hogy mind a növényállományt károsító gombák és rovarok, mind pedig a hasznos rovarok viszonylag rövid idő alatt nagy számban találhatók a rekultivációs területeken. A fentiek minden kétséget kizáróan tanúsítják, hogy az ökoszisztéma regenerálódásában fontos szerepet visz a környező bolygatatlan területek növény- és állatvilága, amely a rekultivációs területre jutva igen gyorsan elszaporodik.

Nem kisebb a jelentősége a technogén területek talajképződési folyamatainak az antropogén tényezőknek sem. A rendszeres műveléssel és lazítással az ember kedvező nedvességi és aerációs feltételeket teremt a növények megtelepedéséhez, a műtrágyák alkalmazásával pedig biztosítja számukra a táp-

anyagot. A 3. ábrában a különböző módon kezelt visontai hányóföldek zöldborsó tömeg hozamát mutatjuk be az elsőéves rekultivációs periódus alatt.

Megfelelő kémiai javítóanyagok alkalmazása a hányóföldekre gyakorolt emberi ráhatások igen fontos eszközét képezik. A növények megtelepedését követően a hányókban, valamint azok felszínén visszamaradó növényi maradványok bemunkálása, istállótrágya vagy zöldtrágya alkalmazása megteremti



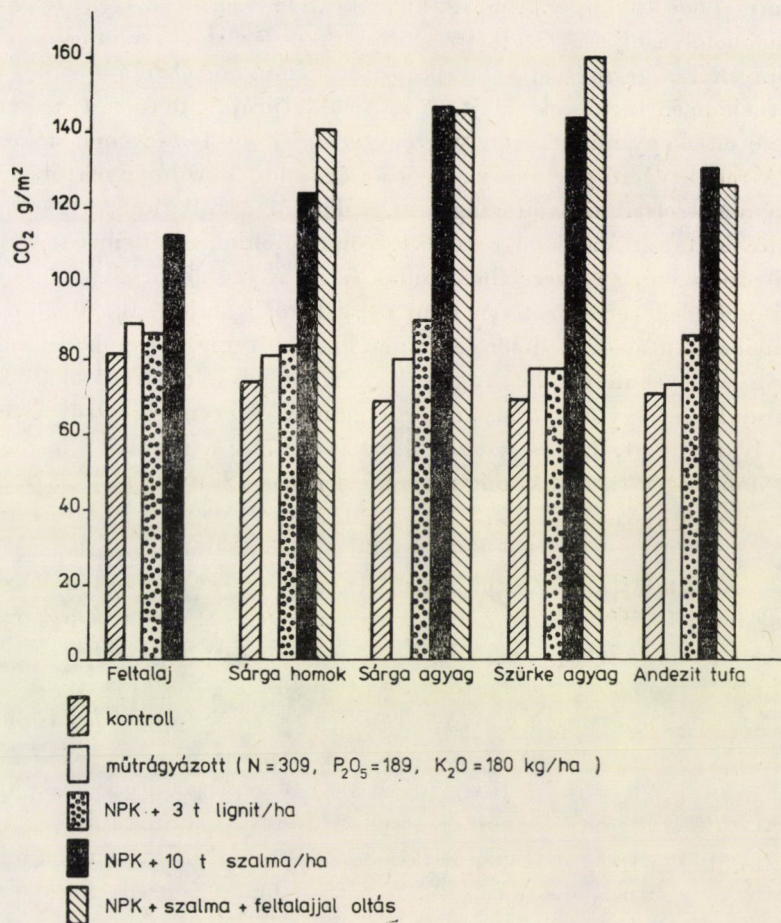
3. ábra. A zöldborsó növény földfeletti részének mennyisége a visontai hányóföldeken

a lehetőséget a biológiai folyamatok megindulásának, amely összefüggésben van a humuszanyagok szintézisével és azok akkumulációjával.

A humuszos szint kialakulását és a képződő humusz kémiai tulajdonságait a technogén területeken számos tényező befolyásolja, amelyek közül a növénytakarónak, az anyakőzet minőségének, valamint az éghajlati viszonyoknak van alapvető szerepük. TARANOV (1977) liziméterekben folytatott kísérletei során azt találta, hogy a humuszos szint vastagsága 0,5–6,5 cm között ingadozik 8–10 éves rekultivációs periódus alatt. Más kutatók 2–4 cm vastag humuszos horizontról és 6–7 cm vastag átmeneti rétegről közölnek adatokat hasonló rekultivációs periódus után. JONÁS (1974) szerint 26 éves rekultivációs időszak alatt a szántott réteg humusztartalma 1,41%-ot ért el. A technogén területeken képződő humusz lényeges eltérést mutat a környező területek humusztartalmának kémiai sajátosságaihoz viszonyítva. A hányóföldeken képződő humuszt TARANOV (1977) TROFIMOV és FATULIN (1977) tág C : N arány és magasfokú mobilitás jellemzi. A humuszos szint felső részében elsősorban a huminsavak vannak túlsúlyban, míg lentebb a fulvosavak dominál-

nak. Más körülmények között a Ca-al cementálódott stabil humuszanyagok túlsúlya jellemző. Lényeges mértékben befolyásolják a humuszminőséget a hányóföldek sajátosságai. Eltérő tulajdonságú humusz felhalmozódását figyeltek meg a meszes vályogon mint a nehéz agyagon.

A növényi maradványok mikrobiális dekompozíciója nem csupán a humuszanyagok szintéziséhez vezet, de jelentős széndioxid produkciót is ered-



4. ábra. A visontai hányók talajának CO<sub>2</sub>-produkciója 14 napos időszak alatt

ményez. A 4. ábrában NAGYNÉ (1978) után a különböző módon kezelt visontai hányóföld típusok CO<sub>2</sub> termelését mutatjuk be. Az ábrából látható, hogy a növényi anyagot tartalmazó kezelések CO<sub>2</sub> produkciója nem marad el a felsalajban képződő széndioxid mennyiségétől. A talajnedvességben oldódó széntav meggyorsítja a mállási folyamatokat s a különböző elemek oldatba kerülésével megkezdődik azok migrációja. A csapadék és hőmérsékleti viszonyoktól

és más tényezőktől függően fokozatosan áthelyeződnek a különböző ásványi alkotórészek, kialakulnak a kilúgozódás és felhalmozódás szintjei, amelyek a genézis fontos állomását képezik.

Az elmondottakból két következtetés vonható le. Az egyik az, hogy a technogén területek talajképzési folyamatai igen erősen felgyorsulnak, ezért időben nem hasonlíthatók össze a természetes talajgenézissel, amely hosszú történelmi fejlődést igényel. A másik következtetés szerint az igen erős antropogén hatás befolyásolja a talajképzés irányát is, ezért a technogén területek evolúciója eltér a természetes talajképződési folyamatoktól.

A technogén területek talajtani nomenklatúráját illetően a szakemberek véleménye eltér egymástól, amely ezen területek sokféleségének a következménye. A rekultiváció gyorsasága függ az éghajlati körülményektől, a hányóföldek kémiai és fizikai sajátosságaitól, valamint az alkalmazott módszertől. A zárt növénytakaróval nem rendelkező hányóföldekre jellemző az alacsony biológiai produkció, az energiabeáramlás és az anyagkörforgalom lassú volta. Ilyen hányóföldek természetesen nem nevezhetők talajoknak. Meghatározott rekultivációs ráhatások eredményeképpen kialakult a növénytakaró, amelynek állománya lényeges mértékben függ a biogén elemek feldúsításától. A növényi tömegprodukció felgyorsítja az anyagforgalmat és ezen keresztül a talajképződési folyamatokat. Egyes szerzők [JONÁS (1974)] a rekultivációs területek felszínét *antropogén* talajnak, míg mások a *fejletlen* [SCHWABE (1973)], *primitív* [KRUPSZKIJ és munkatársai (1973)], vagy *elsődleges* [MAHONINA (1974)] talajok elnevezést javasolják. TARANOV (1977) felhívja a figyelmet arra, hogy az utóbbi elnevezéseket a talajtani nomenklatúrában a hideg és arid zónák kezdetleges talajainak megjelölésére alkalmazzák, s ezek a nevek ott egy viszonylag állandó primitív állapot megjelölésére szolgálnak, ezért nem alkalmazhatók a különböző éghajlati zónákban található hányóföldekre, a talajképzési folyamatok eltérő intenzitása miatt. TARANOV a *technogén területek fiatal talajai* elnevezést javasolja.

A visontai hányóföldek toxikus anyagokat nem tartalmaznak. A Thorez Külfejtési Bányauzem szakemberei (Oláh János és munkatársai) által kidolgozott kombinált rekultivációs eljárás igen gyorsan megteremti a feltételeit a zárt növénytakaró kialakulásának. A talajbiológiai élet regenerálása biztosítja az anyagforgalom felgyorsulását s így a talajképződés a rekultivációval egyidejűleg elkezdődik. Véleményünk szerint Visontán a még növénytakaróval nem rendelkező nyers hányók kivételével célszerű a *rekultiváció alatt álló* vagy *rekultivált talaj* elnevezéseket alkalmazni.

### Összefoglalás

A rekultiváció gyorsasága az éghajlati viszonyoktól, a hányóföldek kémiai és fizikai sajátosságaitól, valamint az alkalmazott eljárástól függ.

Az ökoszisztéma gyors regenerálódását a hányóföldeken a környező területek életközösségei és az intenzív emberi behatások biztosítják.

A technogén területek talajképződési folyamatai a természetes talajgenézishez viszonyítva felgyorsulnak és evolúciójuk is eltér az utóbbitól.

A visontai kombinált rekultivációs eljárás igen gyorsan megteremti a talajképzés feltételeit, ezért az itteni területeknél célszerűnek tartjuk a rekultiváció alatt álló és rekultivált talajok elnevezéseket.

#### IRODALOM

- HAZANOV, M. I. (1975): Iszkusztvennűje gruntü, ih obrazovanyije is szvojsztva, Nauka, Moszkva.
- IZSEVSZKAJA, T. I. et al. (1974): Szulfidszoderzsascsie porodu i ih rol' pri rekultivacii otvalov otrütüh buraugolnüh razrabotok. Trudü X Mezsduarodnogo Kongressza Pocsvedov, 4, 427—432. Nauka, Moszkva.
- JÁSZAI J.-NÉ et al. (1976): Növénykórtani és rovtartani vizsgálatok a rekultivációs területen. Rekultivációs Ankét Gyöngyös-Visonta 1976. A Mátraaljai Szénbányászati Vállalat Kiadványa.
- JONÁS, F. (1974): Development of antropogenous soil on spoil banks originated after lignite mining in Czechoslovakia. Trudü X Mezsduarodnogo Kongressza Pocsvedov 4, 390—396. Nauka, Moszkva.
- KASZAB L. (1976): A gyomvegetáció felmérése a rekultivációs területen. Rekultivációs Ankét Gyöngyös-Visonta 1976. A Mátraaljai Szénbányák Vállalat Kiadványa.
- KRUPSZKIJ, K. N. et al. (1973): O napravlenijii pocsvoobrazovanyija na rekultiviruemüh zemljah v sztyepnoj zone Ukrainü. Razrabotka szposzobov rekultivacii landsafta, narusennoj promüslennoj gyejatyelnosztijn 383—389. Szófia.
- MAHONINA, G. I. (1974): Szosztav gumusza pocsv, obrazujusciszsja na burougolnüh otvalah pri jesztosztvennom zarasztanyii. Problemü rekultivacii zemel v SzSzsZR. 205—209. Nauka, Novoszibirszk.
- NAGYNÉ VÖRÖS I. (1978): Talajbiológiai vizsgálatok rekultiváció alatt álló bányászati hányóföldekben. Egyetemi doktori disszertáció, ELTE, TTK, Budapest.
- SCHWABE, H. (1973): Obrazovanyie gumusza v szubsztatah otvalov, iszpolzujenüh dlja celej lesznogo hozjasztva. Razrabotka szposzobov rekultivacii landsafta, narusennoj promüslennoj gyejatyelnosztiju, 230—237. Szófia.
- SZABÓ B.—GORDIENKO N. (1974): Mikrobiológiai problémák tanulmányozása a külszíni szénfejtések meddőhányóinak rekultivációs kísérleteiben. Agrártud. Közlemények 33, 157—160.
- TARANOV, S. A. et al. (1974): O pervicsnom pocsvoobrazovanyii na jesztosztvenno zarasztajuscisih otvalah Bajdajevszkogo ugolnogo razreza. Problemü rekultivacii zemel v SzSzsZR. Nauka, Novoszibirszk.
- TARANOV, S. A. (1977): Oszobennosztji pocsvoobrazovanyija v tehnogennüh landsaftah Kuzbassza. Vossztanovlenyije tehnogennüh landsaftov Szibirii. 81—105, Nauka, Novoszibirszk.
- TROFIMOV, Sz. Sz.—FATKULIN, F. A. (1977): Szosztav gumusza molodüh pocsv tehnogennüh otvalnokarrernüh landsaftov centralnogo i juzsnogo Kuzbassza. Vossztanovlenyije tehnogennüh landsaftov Szibirii. 113—119, Nauka, Novoszibirszk.