

A riolittufa mezőgazdasági felhasználásban rejlő lehetőségek

The potential of rhyolite tuff in the agricultural use

SZELECZKI Balázs¹, KRISTÁLY Ferenc¹, TOMPA Richárd²

¹Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc-Egyetemváros; szeleczi.balu@gmail.com; ²Bányászat és Energia Intézet, Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc-Egyetemváros

Abstract

The rhyolite tuff from the Bodrogkeresztúr open pit can be classified into two typical types. One type is the zeolite (mordenite) enriched, which has a higher strength and is currently not exploited. The other type is poor in mordenite and generally zeolites, and the structure of this material is looser which is currently still in mining. Size fractions prepared at the mining site were used in laboratory experiments to determine the water retention capability if embedded in soil.

Kulcsszavak: riolittufa; talaj vízháztartás, zeolit, biomineralizáció, tápanyag

1. BEVEZETÉS

A vulkáni tufák külön osztályát képviselik a vulkáni kőzetek családjának szerkezetüket és ásványtani összetételüket tekintve is. Az explozív vulkáni tevékenységek következtében a nagy nyomás alól felszabaduló szilikátolvadék, gőzök és gázok elegye a felszín elérve porlasztott lávát juttat a levegőbe, amely gyorsan megszilárdul és visszahull a környező területekre. A kijutott közettörmelék jelentős része lávaanyagú, de a fekvő és mellékkőzetek széttroncsolt törmelékét, vagy átalakult kőzetanyagát is tartalmazhatja. A nagyobb részt durva törmelék és kis mértékben vulkáni hamut tartalmazó képződményt vulkáni breccsának, ha a finom porszerű vulkáni hamu anyaga a domináns, cineritnek nevezzük. Azon esetekben, ahol a vulkáni közettörmelékbe üledékes, valamint átalakult közettörmelékek is keverednek, tuffitszerű kőzet jön létre. A tufák szerkezetét befolyásolja keletkezésük környezetének jellege. A finom vulkáni hamu és törmelék, ha vízbe, illetve szárazföldre hull, a szerkezete a mikro- és makroporozus között változik [1], másodlagos ásványok, mint zeolitok vagy szmektitok alakulhatnak ki. Ezen tulajdonságoknak fontos szerepe van a gazdasági hasznosításban.

A riolittufák szilikátos anyagból keletkeznek, jelentős kőzetüveg (amorf) tartalom figyelhető meg, amely kiindulási anyagát képezheti az agyagásványok és zeolitok képződésének. Az anyag geokémiai jellegéből adódóan a porozitás mértéke is változik, a magas SiO₂ tartalmú riolitos vulkanizmusra jellemző a nagy mennyiségű horzsakő képződés, amely a tufában halmozódik fel. A felszínen lévő, nem tömörödött riolittufák esetében a horzsakő maradványok jelentősen megnövekedett, nyílt pórusteret hoznak létre. Ásványtani összetételben a kőzetüveg mellett alkáliföldpátok, kvarc, cristobalit, esetleg alacsony Ca-tartalmú plagioklászok képződhetnek. Az aktív vulkáni területek esetében a hidrotermás fluidumok áramlásának következtében a tufákat átjáró oldatok zeolitosodást és/vagy szmektitosodást is előidézhetnek. Mind a két ásványcsoport esetében a nyitott szerkezeti teret javítják a tufák vízfelvételt, megtartását és kationcserélő képességét. Zeolitos tufák keletkezéséhez nem szükségesek hidrotermás, vagy utóvulkáni tevékenység, az áthalmozott üledékes tufákban is nagy mértékű zeolit található, pl. a Kárpátokban a Dési-tufa formáció esetében [2].

A vulkáni tufákat széles körben alkalmazzák a mezőgazdaságban, mind a növénytermesztésben és az állattartásban. A legszélesebb körben elterjedt felhasználási módja a talajjavítás, vízháztartás javítása, tápanyagok beépülésének és megtartásának elősegítése [3]. A talajjavítóként alkalmazott tufák fő hatásai, hogy csökkentik a talajoldatok párolgási sebességét, növelik a talaj víztároló képességét és csökkentik a talajszerkezet tömörödését. Mindezek eredményeképpen csökkentik a talajok hőmérséklet ingadozását, így a fagyok negatív hatását is mérséklék, a visszatartott többlet oldatok a növények kiegyensúlyozott fejlődését eredményezik. Mezőgazdasági alkalmazásukat tekintve több módszer terjedt el. A kültéri művelésben a felszínen védő takaróként (főként gyümölcsösök, szőlősök), valamint a talajba tárcsázva, vagy a vetés során a gyökérzónához juttatva alkalmazzák. Magyarországi vulkáni tufák mezőgazdasági felhasználása és azok

kutatása több évtizedes múltra tekint vissza, kiemelve a bodrogkeresztúri riolittufát [6]. A diagen vagy hidrotermás átalakulással érintett tufák felhasználása nem javasolt, a bennük képződött járulékos ásványok, mint Fe-szulfidok savasodást, az As, Pb, Sb, stb szulfidok mállása nehézfém szennyezést eredményez.

Az alkalmazások szempontjából a porozitás és fizikai ellenállóság mellett fontos szerepet tölt be az ásványtani összetétel is, legfőbbképpen a vízmegkötésre képes ásványok, szmektitok és zeolitok által. A zeolitos bazalttufa talajtakaróként való alkalmazása során a felszínen nyolcszor több víz megtartása történt agyagos homoktalajon, valamint pozitív változások voltak megfigyelhetők a talajok és növények tápanyag dúsulásában [4]. A bodrogkeresztúri riolittufa talajjavító hatását már korábban is vizsgálták [5], ahol a vizsgálatok során kapott eredményeket nem kapcsolták részletes ásvány- és kőzettani mérési paraméterekhez, amelyek a felhasznált anyag hatásfokának a növeléséhez szolgáltattak volna többlet információt.

2. ANYAGOK ÉS KÍSÉRLETEK

A bodrogkeresztúri bányából származó riolittufa különböző frakciójú termékein többféle kísérletet végeztünk, mint laboratóriumi talaj vízmegtartás és ásványi tápanyagok felvételének változása. A vízmegtartási kísérletekhez görömbölyi meszes öntéstalajon, valamint a tiszatarjáni kavicsbányából származó humuszos vályogtalajon alkalmaztuk a különböző frakciókat. A mérések kétlépcsős összeállítása 10x20x10 centiméteres mérőedényekben történt. Az előkísérleti szakaszban 400 g meszes öntéstalajhoz kevert riolittufa tömege 80 g, amely a talaj 20 tömegszázalékának felelt meg. A mintát 35 ml desztillált vízzel belocsoltuk, ez a talaj tömegére vonatkoztatva 8-9 tömegszázalék közötti víztartalmat jelent, amely elég magas a gyors változások kimutatásához. A második mérési sorozatot vályogtalajon végeztük, a keverékek összeállítása térfogatarányosan történt, a mérőedények térfogata 0,55 dm³, amelyek $\frac{3}{4}$ részig voltak talajjal megtöltve (696,6 g talaj mintánként), a különböző szemcseméretű adalékok 0,2 dm³ mennyiségben lettek a talajhoz hozzáadva (eltérő térfogatkitöltésük következtében tömegük nem azonos). A belocsolt desztillált víz mennyisége 110 ml volt, amely a mérőedény 20 V%-át teszi ki. Minden esetben a belocsolás csepegtetéssel, területarányosan történt a mintákon. A vályogtalaj esetében a mérések három párhuzamos mintán történtek. Minden mérési sorozat tartalmazott egy adalékanyag nélküli referencia talajt. A tömegvesztési mérések 24 óránkénti ismétlésben történtek. A vályogtalajon elvégzett tömegvesztési kísérletek után lucernát és búzát ültettem. A kapott biomasszából és növényi részekből további információkat kaptam az egyes frakciók tápelemfelvételre gyakorolt hatásáról.

2.1 Felhasznált anyagok

A tömegvesztési kísérletek során a bodrogkeresztúri bányából származó mintákat a Colas ÉK vállalat bányaudvarában eladásra előkészített különböző frakcióikból bocsájtották rendelkezésünkre. Az osztályozó üzemből származó töretek BK0/5, BK0/12, BK0/22, BK5/12-es jelű minták. A felhasznált talajok görömbölyi meszes öntéstalaj, valamint a tiszatarjáni kavicsbányából származó vályogtalaj.

A felhasznált búza és lucerna biomasszán első lépésben száradási tömegvesztést mértem, majd XRD mérés segítségével a biomineralizáció által a többlet tápanyag felvételét figyeltük meg.

2.2 Módszer

A tömegvesztési kísérleteket az AE-ADAM ACBplus típusú precíziós mérlegen mértem, 24 órás intervallumokban. A mérleg 1500 g-ig mér, beosztása 0,05 g, megbízhatósága +/-0,09 g.

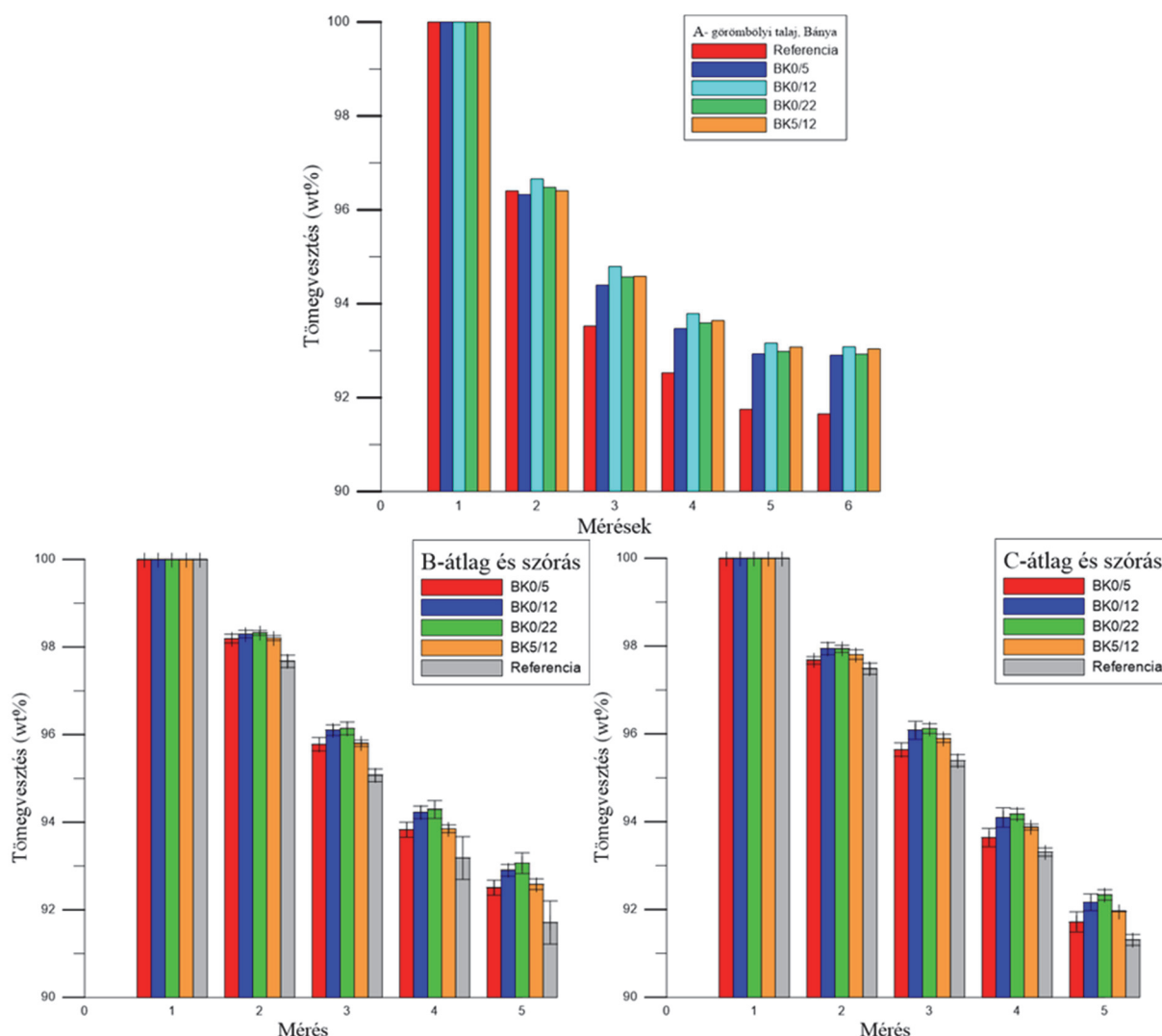
A röntgen-pordiffrakciós (XRD) vizsgálatok Bruker D8 Advance (Cu k-alfa sugárzás, 40 kV, 40 mA) műszerrel készültek, a kőzet és talajminták Bragg-Brentano geometriában LynxEye XE-T detektorral (2° ablaknyílással), a biomassza minták Göbel tükörrel és Vantec-1 detektorral (1° ablaknyílással). A kiértékelés DiffracPlus EVA szoftverben, Search/Match algoritmussal, az ICDD PDF2 2005 adatbázisa alapján történt.

Az energiadiszipatív spektrométerrel felszerelt pásztázó elektronmikroszkópos (SEM+EDX) vizsgálatok Jeol 8600 JXA Superprobe elektronmikroszkóppal, 20kV gyorsító feszültséggel, 20 nA mintaárammal és 60 s-os spektrumok mérésével történtek, karbon vezetőréteggel bevont mintákon.

3. EREDMÉNYEK

Az elvégzett száradási kísérletek során a legtöbb vizet visszatartó termék meghatározása volt a cél. A görömbölyi meszes öntéstalajon a BK 0/12-es frakciójú minta 0,1-0,3 wt%-kal több víz megtartására volt képes a többi keverékekhez képest, a referenciához viszonyítva 1-1,5 wt%-kal jobb értéket mutatott. A

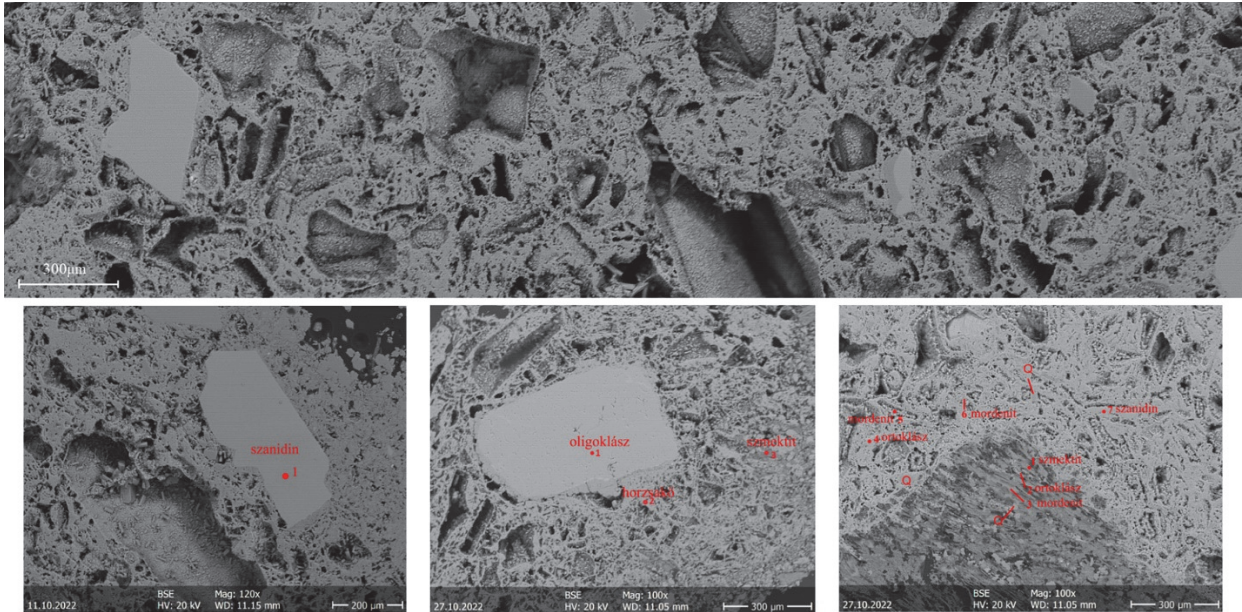
leggyengébb vízmegtartást a BK0/5-ös minta mutatta a referenciához és a többi termékhez képest is. Az 1. ábrán a mérési eredmények százra normált értékei láthatóak.



1.ábra A görmölyi meszes talajon végzett mérések átlaga (A), humusos vályogtalajon végzett mérések átlaga és szórása (B), humusos vályogtalajon végzett ismétlő mérések átlaga és szórása (C).

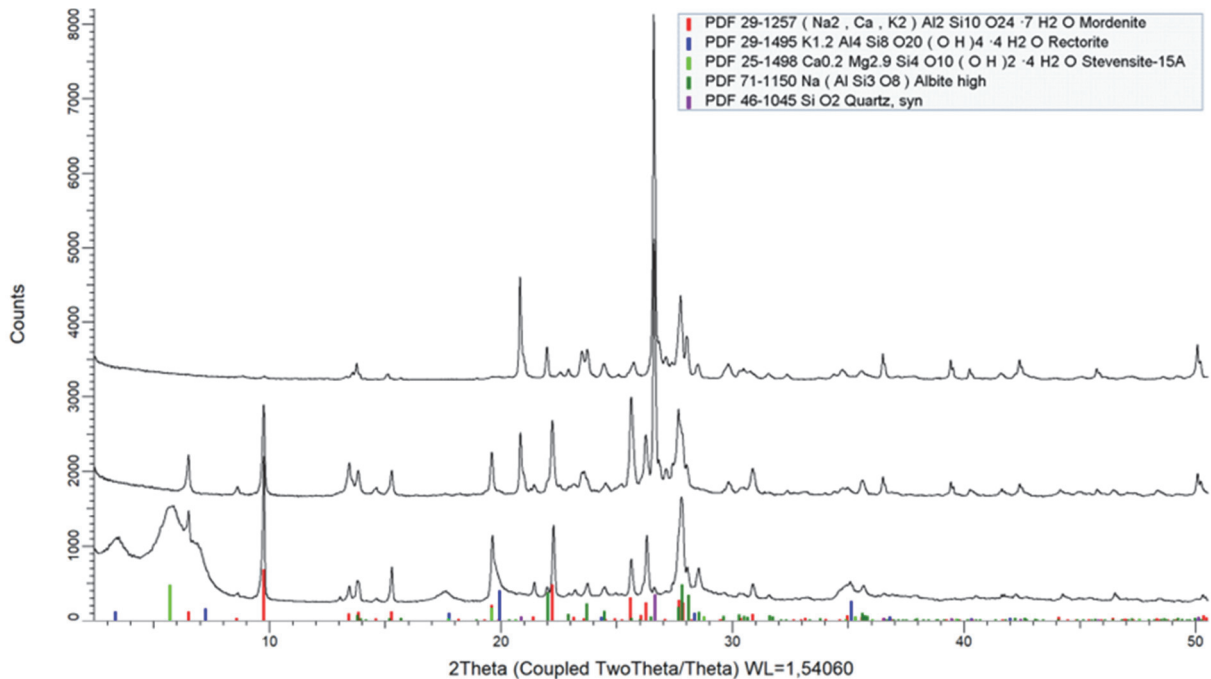
A tömegvesztési kísérleteket három párhuzamos mintán, kétszer ismételve végeztük el. A kellő mérési szám következtében elegendő információ állt rendelkezésünkre a mérési bizonytalanságok kiküszöbölésére, valamint a nagy tömegű minta okozta inhomogenitások megfigyelésére. A B mérési sorozat esetében a legnagyobb vízmegtartást a BK0/22-es frakció mutatta a referenciához képest 0,65-1,34 wt%-kal, legalacsonyabb megtartást a BK0/5-ös termék adta, amelynek értékei 0,52-0,79 wt%-kal voltak szintén a referenciához viszonyítva. A C mérési sorozatnál szintén a BK0/22-es frakció tartotta meg legjobban a vizet a referenciához képest 0,45-1 wt%-kal, a legrosszabb eredményt a BK0/5-ös minta adta, amely 0,19-0,41 wt%-kal mutatott nagyobb vízmegtartást a referenciához képest.

A vízmegtartás első számú befolyásoló tényezője a közetszemcsék porozitása, amelynek meghatározása több módszerrel is kétségesnek bizonyult, mivel egyrészt a finomabb frakció eltömíti a nyílásokat, másrészt a gázipnométeres módszerekhez túl nagy a minták inhomogenitása. A víztelítési, vízkiszorítási kísérleteknél további problémát jelent az anyag puccolános aktivitása, a hidraulikus reakciók során történő tömörödés. A polírozott felületen, visszaszórt elektronképeken képelemzéssel mért porozitás 50 és 70 térfogat% közötti értékeket adott, itt azonban nem tudjuk megkülönböztetni az effektív porozitást. Szakirodalmi adatok alapján a vízfelvétel 15-30 tömegszázalék között változik [6], amely alátámasztja a magas porozitást. Az aprított termékek szemcsemérete mellett a pórusok eloszlása is fontos tényező, a több milliméteres pórusok mellett az alapanyagban a mikrométer alatti kapillárisok is jelen vannak (2 ábra). Ezek mellett a horzsakő maradványok tovább növelik a porozitást, valamint a pórusok falán növekedett mikrométer alatti kristályok a vízmegkötéshez elérhető fajlagos felület arányát növelik.



2. ábra. Jellemző szövet-szerkezeti képek a kőzetalkotók és porozitás eloszlásáról, visszaszórt elektron (BSE) képek

A tömegvesztési eredmények kisebb mértékben az ásványtani összetétellel is mutattak összefüggést, főleg a mordenit tartalom javította a vízmegtartást. A vizsgált frakciók esetében azonban az alacsony mordenit tartalom a jellemző, mivel a bányászott kőzet összetétele keletkezésének tekintve is nagyon inhomogén (3 ábra).



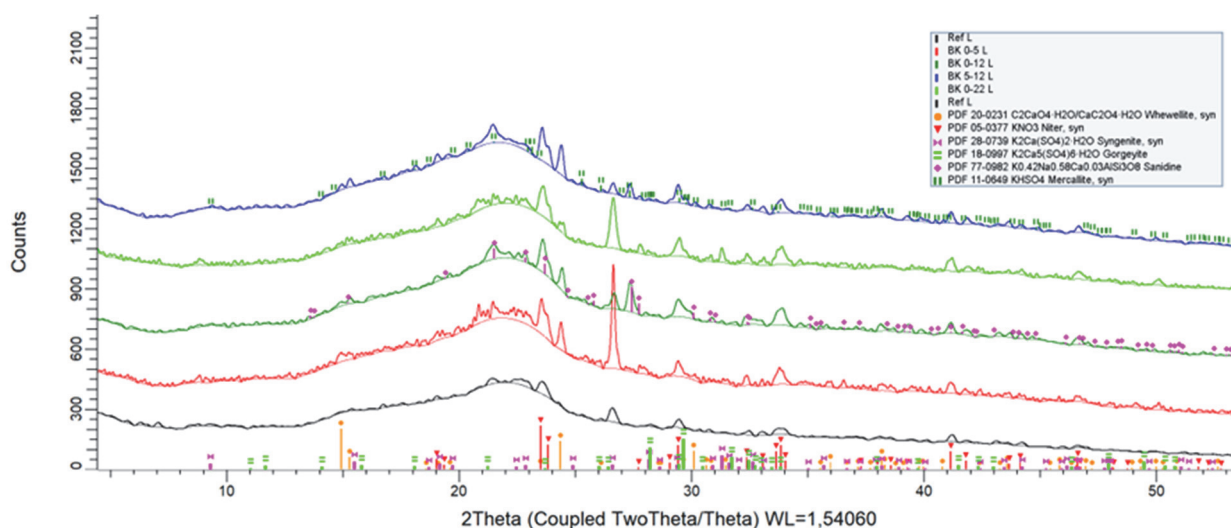
3. ábra. A bányában általában megtalálható kőzetek diffraktogramjai. Felső: alapkőzet, középső: zeolitban gazdag típus, alsó: nagyméretű horzsakő maradvány.

A kisméretű pórusokat tartalmazó alapkőzet jellemzően zeolitban szegény, uralkodóan kvarc és földpátok alkotják, az alacsony amorf anyag tartalom átalakulási folyamatokra utal. Ezt alátámasztja a mordenitben gazdag típus előfordulása, amely hidrotermás átalakulás terméke. A nagyméretű horzsakő maradványok esetében duzzadó agyagásványokat, rektoritot és sztevenzitet és mordenitet találtunk, az alapkőzetre jellemző albit és kvarc aránya jelentősen lecsökken a többi típushoz képest. A vizsgált frakciókon elvégzett XRD mérések összesített eredményei az 1. táblázatban láthatóak. A mérések során látható, hogy a mordenit és andezin nem figyelhető meg a finomabb frakciókban és megjelenik az ortoklász és magas albit.

	BK0/5	BK0/12	BK0/22	BK5/12
Teljeskörzet	kvarc***	kvarc***	kvarc***	kvarc***
	albit*	albit*	albit**	albit**
	magas albit*	magas albit*		
	szanidin*	szanidin*	szanidin*	szanidin*
			mordenit#	mordenit#
	ortoklász*	ortoklász*	ortoklász#	ortoklász#
			andezin*	andezin*
Agyagásvány frakció	szmektit***	szmektit***	szmektit***	szmektit*
	illit*	illit#	illit#	illit#
	kaolinit**	kaolinit**	kaolinit**	kaolinit***

1. táblázat. A bányából származó termékek XRD méréseinek eredményei (**uralkodó, ** jelentős, * kisarányú, #járulékos)

A lucerna minták XRD diffraktogramjainak elemzése során whewelitet, salétromot, kvarcot, görgeytet és szingenitet sikerült azonosítani (4. ábra). A diffraktogramok csúcsainak elhelyezkedésében és intenzitásában eltérések láthatóak a referencia és keverék minták között. A feketével jelölt referencia diffraktogramjához képest az összes kezelt minta diffraktogramja jelentősebben eltért.



4. ábra. Lucerna mérések értékelt diffraktogramjai

A csúcshintenzitásokon látható különbségek mennyiségi, míg az új csúcsok megjelenése az elemeket megkötő fázisok eltérését jelzik. A biomineralizáció mértéke megnövekedett a keverék talajok esetében, mivel a lazított talajszerkezet és nagyobb elérhető vízmennyiségnek köszönhetően a növények több tápanyaghoz jutottak, újabb ásványos fázisok jelentek meg a további elemek megkötődése következtében az eltérések jól láthatóak a 23,5°-nál lévő salétrom (niter, KNO₃) csúcsok intenzitásbeli különbségében a referencia és keverék minták között. A keverékeknél a referenciához képest megjelennek a whewelit (Ca-oxalát) a 15°, 24,5°-nál és a 38,5°-nál. A BK0/5, BK0/12 és BK5/12-es minták esetében a csúcsok intenzitása szinte egységesnek tekinthető, addig a BK0/22-es mintánál a whewelit csúcsok intenzitása a negyedét mutatja, vagyis csökken a mintában lévő mennyisége. A másik jelentősebb eltérés a 26,5°-nál lévő kvarc csúcsok, ahol jelentős intenzitásbeli különbség figyelhető meg a BK0/5 és BK0/22-es minták és többi keverék és referencia között, mivel igen magas kiugró értéket mutatnak. A 31,5°-nál lévő szingenit csúcs intenzitása a BK0/22-es minta esetében jelentősen magasabb értéket mutat, mint a többi mintában látható, ami ezen frakció legjobb vízmegtartó képességével van összefüggésben.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A Bodrogkeresztúri riolittufa két jellemző típusra bontható egy zeolitban (mordenitben) gazdag, magasabb szilárdságú és egy általában zeolitban szegény, lazább szerkezetű típusra, amellyel a méréseket végeztük. A frakciók vízmegkötési képességét nagyban befolyásolja pórusszerkezet, annak nyitottsága valamint azokban elhelyezkedő ásványok típusai. A zeolitok (mordenit) szerkezetileg történő vízmegkötése igen jelentősnek tekinthető, amely többlet felvételt eredményez a nagyobb pórusokban. A pórusszerkezet, mint a vízmegtartás fő meghatározója, nagymértékben független a mordenit jelenlététől, bár a zeolitok (és duzzadó agyagásványok) jelenléte javítja a vízmegtartási képességet. Ezen hatások figyelhetőek meg a száradási kísérletek során az előkísérleti szakaszban, a BK0/12-es termék mutatta a legnagyobb vízmegtartást, míg a humuszos vályogtalajon a BK0/22-es frakcióban lévő mordenit vízmegkötő képessége jobban ki tudta fejteni a hatását elmentésben a meszes öntéstalajon. A két mérés közötti különbséget a talajtípusok kötöttsége is befolyásolta. A legrosszabb vízmegtartást minden esetben a legfinomabb BK0/5-ös terméknél látható. A referenciákhoz képest minden keverék nagyobb vízmegtartást mutatott.

A növényi minták esetében lucerna szárított biomasszája lett megvizsgálva. A keverékekbe ültetett lucerna diffraktogramjainak elemzése során jelentős eltérés tapasztalható a referencia és a keverékbe ültetett növények csúcsainak elhelyezkedése és intenzitása között. Ennek az lehet az oka, hogy a frakciók eltérő ásványi összetétele, valamint a szövet alapanyagának keveredési arányainak különbsége a belocsolás hatására más ásványok oldódnak ki, amelyek többlet tápanyagot jelentenek a növények számára, így a biomineralizáció folyamata nagyobb mértékben képes lejátszódni a referenciához képest.

5. Irodalmi hivatkozások

- [1] HARANGI SZ., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S., LIKÁCS R., SÁGI T. 2013: Magmás kőzetek és folyamatok - gyakorlati ismeretek magmás kőzetek vizsgálatához. Eötvös Loránd Tudományegyetem, 328 p
- [2] KRISTÁLY F., ORBÁN SZ., KOVÁCS A. 2014: Clinoptilolite tuff at Racoş and Mateiaş (Perşani Mts, Central Romania). *Central European Mineralogical Conference*, pp 64-65 doi: 10.13140/2.1.3686.7845
- [3] OWAIS S. J., ABDEL-GHANI A. H., GHRAIR A. M., AL-DALAIN S. A., ALMAJALI N. 2013: Effect of Natural Jordanian Volcanic Tuff on Growth, Irrigation Water Saving and Leaves Mineral Content of *Salvia officinalis*. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, **9/4**, pp. 439-455
- [4] KAMEL K. AL-ZBOON, JALAL A. AL-TABBAL, NOOR M. AL_KHARABSHEH, NAJI K. AL-MEFLEH 2019: Natural volcanic tuff as a soil mulching: effect on plant growth and soil chemistry under water stress.
- [5] KÖHLER M. 2008: A riolittufa (vulkáni hamu) hasznosságáról a tápanyag gazdálkodásban és egyéb területeken. *Őstermelő* **2008/3**, pp. 119-120
- [6] PAPP F. ÉS KERTÉSZ P. (1966): Geológia mérnökhallgatók számára. Tankönyvkiadó, Budapest 1966