



Hulladékok alkalmazása eróziógátlásra – irodalmi áttekintés

Összeállította:
Vaszita Emese és Feigl Viktória

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Alkalmazott Biotechnológia és
Élelmiszertudományi Tanszék (BME)

2013

Bevezetés

Összegyűjtöttük azokat a magyar és nemzetközi technológiákat, ahol az erózió gátlását hulladékkal oldják meg. A tanulmány első felében táblázat formájában összegyűjtve találhatóak meg az ide vonatkozó tudományos cikkek és a cikkek rövid összefoglalói.

A cikkeket hulladék típusonként rendszereztük. A tanulmány második felében néhány, Magyarországon is megvásárolható eróziógátló elemet gyűjtöttünk össze. Ezek részben hulladékból készült elemek, vagy akár hulladékból is elkészíthetőek.

Talaj eróziógátlása hulladékokkal, melléktermékekkel

Tudományos cikkek

Sor-szám	Cikk adatai	Hasznosított hulladék	Probléma és megoldás rövid leírása
Komposzt, mulcs és szerves hulladékok alkalmazása			
1	E. Arthur, W.M. Cornelis, J. Vermang, E. De Rocker (2011) Effect of compost on erodibility of loamy sand under simulated rainfall, <i>Catena</i> 85, 67–72	zöldség, gyümölcs és háztáji (udvari) hulladék komposzt, kerti hulladék komposzt, letermett gombakomposzt	Agyagos homoktalaj-aggregátum szerkezeti stabilitását és erodáló-képességét vizsgálták laboratóriumi kísérletben, hosszú távon (10 év) 3 féle komposzttal kezelt (30m ³ /ha) parcellákból származó mintákon. Az aggregátum stabilitását a stabilitási index alapján számították ki. Az esővíz okozta csepperóziót és lepeleróziót eső-szimulátorral modellezték. A kerti hulladék komposzt 45%-al növelte az aggregátum stabilitását. A talajba kevert komposztfélék nem javították jelentősen a talaj vízerózióra való hajlamát, bár a letermett gombakomposzt hatására 51%-al nőtt a talaj nyírószilárdsága. A komposztfélék hosszú-távú alkalmazása nem javította az agyagos homoktalaj ellenállását a vízerózióval szemben.
2	Noura Bakr, David C. Weindorf, Yuanda Zhu, Allen E. Arceneaux, H.M. Selim (2012) Evaluation of compost/mulch as highway embankment erosion control in Louisiana at the plot-scale, <i>Journal of Hydrology</i> 468–469 (2012) 257–267	komposzt/mulcs (növényi maradvány) takaró	Heves esőzés hatására a közutak szélén lefolyó esővíz erodálja az útszél teljes területét. A vízzel szállított szilárd hordalék diffúzan szennyezi a felszíni vizeket. Szabadföldi kísérletben vizsgálták lepel és barázda erózió által sújtott aktív útépitési területen, valamint kész közúti szakaszon, a komposzt/mulcs takarás eróziógátló hatását. A kutatás fő célkitűzése heves esőből lefolyó vízmennyiség és minőség (lebegőanyag, zavarosság, biokémiai oxigénigény, elektromos vezetőképesség és pH) vizsgálata komposzt/mulccsal takart parcellák, takaratlan parcellák, megművelt parcellák esetén, valamint a komposzt/mulcs-takarás vastagsága (5 és 10 cm), a rézsű meredeksége (10-34%), valamint a talajművelési módszer és az útépités lefolyó víz minőségére gyakorolt hatásának nyomon követése. Az eredmények alapján 5 cm-es takaróréteg 70%-al, 10 cm-es pedig 75% -al csökkentette a lebegőanyag mennyiséget a lefolyó vízben, a takaratlan parcellákhoz képest. A komposzt/mulcsot enyhén talajba forgatva azonban 67%-al nőtt a víz lebegőanyag tartalma, tehát talajba forgatva csökken az eróziógátló hatás.

3	Rabin Bhattarai, Prasanta K. Kalita, Shotaro Yatsu, Heidi R. Howard, Niels G. Svendsen (2011) Evaluation of compost blankets for erosion control from disturbed lands, <i>Journal of Environmental Management</i> 92, 803-812	komposzt, mulcs takaró	A víz és szél erózió általi talajdegradáció megelőzésére három féle biodegradálható talajtakaró réteg (finom komposzt, mulcs, valamint komposzt és mulcs 50-50%-os keveréke) eróziógátló hatását vizsgálták laboratóriumi és szabadföldi kísérletben. A laboratóriumi kísérletben 4, 8 és 16%-os rézsűn, eső szimulálásával folytak a vizsgálatok, míg szabadföldön, egy átlag 3,5%-os rézsűjű lejtőn, természetes csapadék körülmények között. Kvantitatív analízissel vizsgálták az parcellák takart, takaratlan és megművelt felületéről lefolyó víz hordalék tartalmát. Laboratóriumi körülmények között a mulcs, valamint a mulcs-komposzt 50*50%-os keveréke egyaránt hatékonyabbnak bizonyult a csak komposztréteggel való takaráshoz képest. Szabadföldön az 50*50% mulcs és komposzt keverék hatékonyabb volt a csak komposzt vagy a csak mulcstakarással szemben. A takaratlan talaj esetéhez képest azonban, mindhárom talajtakarás jónak bizonyult a talajfelszín erózió- gátlására.
4	Gary A. Lehrs, Charles W. Robbins, Melvin J. Brown (2008): Whey utilization in furrow irrigation: Effects on aggregate stability and erosion, <i>Bioresource Technology</i> 99, 8458–8463	tejsavó	A túrógyártás melléktermékét, a tejsavót használták szabadföldi kísérletben két mezőgazdasági területen, iszapos agyagtalajra a barázdaöntözés okozta talajerózió és talajvesztés csökkentésére és a talaj szerkezetének javítására. A barázdák felszínét méterenként 2,4 vagy 1,9 liter (3,15 vagy 2,49 l/ m ²) tejsavóval öntözték, bekeverés nélkül. Az ezt követő 4 napon belül vizes barázdás öntözést végeztek. A barázdás öntözést követően, minden alkalommal megmérték a barázdacsatornába jutott hordalék mennyiséget és megvizsgálták a talajszerkezet stabilitását (aggregátum stabilitását) az utolsó öntözést követő 10 nap múlva. Összességében a tejsavó nagymértékben javította a talaj aggregátum stabilitását a kontroll parcellákhoz képest (0-15 mm mélységben 25%-al, míg 15-30 mm mélységben 14%-al). Ugyanakkor, a tejsavó átlagban 75%-al lecsökkentette a talajvesztéséget a 2,4%-os rézsűjű szántás esetén.
5	J. De Oña, F. Osorio (2006) Application of sludge from urban wastewater treatment plants in road's embankments, <i>Journal of Hazardous Materials</i> B131, 37–45	szennyvíziszap	Víztelenített szennyvíziszapot használtak aszályos területen új közúti töltés rézsűjén növénytelepítés elősegítésére. A szabadföldi vizsgálatokhoz 4 db 4*5 m-es parcellát alakítottak ki egyenként 2:1-es, valamint 3:2-es rézsűn. Mindkét esetben egy kontrollparcella (0% szennyvíziszap) és további három szennyvíziszappal kezelt (60, 80 és 100 t/ha) parcella került kialakításra. A szennyvíziszapot manuálisan helyezték a parcellák felületére. Ezt követően két növényfajt (rekettye and genista) kézzel vetettek a parcellákba, míg később, további két fajt hidrovetéssel (eszpartófü és kakukkfű). A vetést követő 3 hétig rendszeresen öntözték a parcellákat. A kísérlet során vizsgált paramétereket a töltés meredeksége, a talajra helyezett szennyvíziszap mennyiség, valamint a növényfajok függvényében vizsgálták. A kutatás során az alábbi paramétereket vizsgálták: növényfajok túlélési aránya, növekedése, kicsírázás, más fajok betelepítése,

			növényborítottság, erózió (talajvesztés), talaj és szennyvíziszap paraméterek. A kézzel vetett fajok eredményei kielégítőek. A hidrovetéssel vetett fajok esetén a 2:1 rézsús parcellák eredményei jobbak a 3:2-höz képest. Hidrovetéssel telepített növények esetén a kakukkfű nem nőtt szennyvíziszap kezelés nélkül, a felszínborítás pedig erőteljesebb volt a 3:2 lejtőn, mint a 2:1-en, a betelepült növények miatt.
6	J. De Oña, F. Osorio, P.A. Garcia. (2009). Assessing the effects of using compost–sludge mixtures to reduce erosion in road embankments, <i>Journal of Hazardous Materials</i> 164, 1257–1265	komposzt-szennyvíziszap keverék	Aszályos terület úti töltésének rézsűjén szabadföldi kísérletet végeztek komposzt, szennyvíziszap, valamint a kettő együttes használatával a rézsű eróziójának megakadályozására növényesítéssel. A kísérlet az úti töltésen kialakított 32 db, egyenként 20 m ² -es parcellákon zajlott: 16 db parcella a 2:1 –es rézsűn, míg a többi 16db a 3:2-es rézsűn. A parcellákat négy különböző dózisban komposzttal (0, 40, 60 és 80 t/ha), illetve szennyvíziszappal (0, 60, 80 and 100 t/ha) kezelték. A parcellákat négy növényfajjal vetették be. Vizsgálták a növények túlélési arányát, növekedését és csíraszámát, a betelepült idegen növényfajokat, a növényborítást parcellánként és a talajvesztésüket a komposzt és a szennyvíziszap aránya, valamint a rézsű lejtőszöge függvényében. A szennyvíziszap vagy a komposzt külön-külön, átlagban 35%-al csökkentette a talajvesztésüket, míg a kettő együttes használata 63%-90% csökkenést eredményezett.
7	J. De Oña, A. Ferrer, F. Osorio (2011): Erosion and vegetation cover in road slopes hydroseeded with sewage sludge, <i>Transportation Research Part D</i> 16, 465–468	szennyvíziszap	Az úti töltések növényesítése gátolja a rézsűk erózióját. Az új úti töltések talaja általában nem termékeny, rossz szerkezetű és kis tápanyagtartalommal rendelkezik, ezért nem alkalmas növényesítésre, tehát védtelen az erózióval szemben. Úti töltés és bevágás rézsűje eróziógátlását vizsgálták szabadföldön több módszer összehasonlításával. 12 db, egyenként 100 m ² -es kísérleti parcellát létesítettek, melyből 6 db-ot úti töltés rézsűjén, 6 db-ot pedig úti bevágás rézsűjén alakítottak ki. A 2*6 db parcella közül, 2*3 db parcellán a hidrovetés komponensei helyett, különböző dózisban (50 g/m ² ; 200 g/m ² ; 400 g/m ²) folyékony szennyvíziszapot adagoltak, 2*1 parcellán nem alkalmaztak hidrovetést, hanem 400 g/m ² szennyvíziszapot és növénymagot jutattak rá, 2*2 db parcella pedig kontroll parcella volt, melyből 2*1 db kezeletlen, 2*1 pedig a szokásos hidrovetéssel módszerrel kezelt. Az eróziógátlás hatékonyságának követésére vizsgálták a parcellákon lefolyó víz erózióját (lefolyó víz által szállított hordalék mennyisége) és a telepített növények növekedését. Növényesítést követően az úti bevágás rézsűjére helyezett szennyvíziszapos hidrovetéssel kezelt parcella eróziója átlagban 2,2-szer, az úti töltés rézsűjére helyezetté pedig 3,5-ször volt kisebb a kezeletlen kontroll parcella eróziójához képest. A növény-növekedés és eróziógátlás hatékonysága hasonló volt a szennyvíziszap + növénymagvetéssel kezelt parcellák és a szennyvíziszapos hidrovetés során kezelt parcellák között, tehát az összes többi megszokott hidrovetési összetevő, a növénymagokat

			kivéve, helyettesíthető a folyékony szennyvíziszappal.
8	M. Tejada, J.L. Gonzalez (2006) The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments, <i>Soil & Tillage Research</i> 91, 186–198	zúzott gyapottisztítási hulladék komposzt és répaseprő	<p>Két szerves hulladék (zúzott gyapottisztítási hulladék komposzt (GYHK) és répaseprő (RS) eróziócsökkentő hatását vizsgálták hosszú távon (5 év) száraz, megművelt mezőgazdasági talajon, mediterrán éghajlati körülmények között szabadföldön. A kísérlet célja összefüggést találni az USLE és RUSLE egyenlet alapján kapott erodálhatósági tényező (K) és az eső-szimulátorral kapott talajvesztés között a két szerves hulladékkal kezelt talajon, változó esőmennyiség hatására. A kísérlet 7 db, 10*9 m²-es parcellán zajlott. A kísérleti összeállítás 1 db kezeletlen parcellát, 3 db egyenként 5 t/ha (1780 kg szerves anyag/ha-nak felel meg), 15t/ha (5340 kg szerves anyag/ha), 30t/ha (10680 kg szerves anyag /ha) GYHK-vel kezelt és 3 db egyenként 4,47 t/ha (1780 kg szerves anyag/ha), 13,41 t/ha (5340 kg szerves anyag/ha), 26,82 t/ha (10680 kg szerve anyag /ha) RS-el kezelt parcellát foglal magában. A szerves hulladékokat 25 cm-es mélyre szántották a talajba, ugyanakkor bekeverés után műtrágyát is alkalmaztak (NH₄NO₃). A parcellákat minden évben búzával (150 kg/ha) vetették be. Minden búzaérés ciklus végén méréseket végeztek a K tényező kiszámítására. A talajvesztésget eső-szimulátorral generált kis (60mm/h) és nagy intenzitású eső (140mm/h) hatására mérték minden parcellán a búzatermés betakarítása után.</p> <p>A GYHK kezelés eredményeként a K tényező korrelálható a talajvesztéssel. A GYHK dózis növelésével a kísérlet végén csökkent a K értéke (17%), valamint a talajvesztés (36%) a kontrollhoz képest. A RS alkalmazása során azonban a talaj fizikai és biológiai jellemzői rosszabbak lettek. Bár a kísérlet végén a K tényező 6,4%-al csökkent a kontrollhoz képest, a talajvesztés 59,7%-al növekedett. A nagy talajvesztés a RS Na⁺ tartalmának köszönhető, amely megnövelte a talaj kicserélhető nátrium tartalmát és lecsökkentette a szerkezeti stabilitását, nagyobb talajvesztésget eredményezve. Ez az eredmény felhívja a figyelmet arra, hogy a talaj erodálhatóságát leíró egyenletben (K faktor) figyelembe kell venni más tényezőket is, mint például a talaj szerves-anyag tartalmának kémiai összetételét és a talaj szerkezeti stabilitását.</p>
9	M. Tejada, J.L. Gonzalez (2008) Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil losses, sediments and runoff water quality, <i>Geoderma</i> 145, 325–334	zúzott gyapottisztítási hulladék komposzt és baromfitrágya	<p>Négy éves szabadföldi kísérletben vizsgálták mezőgazdasági talajon, mediterrán éghajlati körülmények között két szerves hulladék (zúzott gyapottisztítási hulladék komposzt és baromfitrágya) hatását a talaj fizikai tulajdonságainak javítására (szerkezeti stabilitás és sűrűség), a talajvesztés (kis és nagy intenzitású eső) csökkentésére, valamint a lefolyó esővízzel történő tápanyagvesztésget (szerves szén, NO₃⁻-N, NH₄⁺-N, P és K). A kísérleti területen 4 db parcellát alakítottak ki kezelésre, 1 db parcella pedig kezeletlen kontroll</p>

			<p>volt. A szerves hulladékot egyenként 3560 és 7120 kg szerves anyag/ha/év dózisban adagolták a talajba parcellánként. A nagyobb hulladékdózissal kezelt parcellák esetén 21%, illetve 17,8%-al csökkent a talaj aggregátum (szerkezet) instabilitása a kontrollhoz képest. A gyapottisztítási hulladék komposzt 19,6%-al, míg a baromfitrágya 16,9%-al csökkentette a talaj sűrűségét. Eső szimulátorral heves eső hatására, a mért talajveszteség 29,2%-al csökkent a gyapottisztítási komposzttal és 25%-al a baromfitrágyával kezelt talajon. A tápanyagveszteség nagyobb volt a szerves hulladékokkal kezelt parcellákról lefolyó vízben és hordalékban, a kontroll parcelláról lefolyó vízhez képest, különösen a baromfitrágyával kezelt talaj esetén. A kezelt parcellákról lefolyó víz N/P aránya kicsi, ami csökkenti az eutrofizáció kockázatát.</p>
--	--	--	--

Lakossági hulladék komposztja és egyéb hulladék alkalmazása

10	<p>Paolo Bazzof, Sergio Pellegrini, Andrea Rocchini, Miranda Morandi, Olga Grassell (1998) The effect of urban refuse compost and different tractors tyres on soil physical properties, soil erosion and maize yield, <i>Soil & Tillage Research</i> 48: 275-286</p>	<p>lakossági hulladék komposzt</p>	<p>Mezőgazdasági talaj eróziójának csökkentésére szabadföldi kísérleti parcellákon vizsgálták a lakossági szilárd hulladék szerves frakciójából termelt komposzt és a mezőgazdasági műveletekhez használt különböző keréknyomású traktor együttes hatását 3 éves kísérletben.</p> <p>A kísérlet 12 db, 15%-is lejtőn kialakított, egyenként 200 m² parcellán folyt. Minden parcellához tartozott egy lefolyó vizet és hordalékát gyűjtő edény, mely segítségével mérték a lefolyó vízmennyiséget és az erodált talaj mennyiséget. Továbbá, vizsgálták a parcella talajszerkezetének (aggregátum) stabilitását, a talaj sűrűségét, és a penetrométerrel mért ellenállását, valamint mérték a termelt búzamenyiséget (<i>Zea mays</i> L.). A kísérleti mátrix az alábbi kezeléseket tartalmazza: (1) komposzt és kis keréknyomású traktor használata (2) komposzt és szokványos keréknyomású traktor használata (3) műtrágya és kis keréknyomású traktor használata (4) műtrágya és szokványos keréknyomású traktor használata. A komposzttal kezelt parcellákba, csak egy alkalommal, a kísérlet kezdetén keverték a komposztot. A komposzt hektáronként 7-399m³ között csökkentette a parcellákról lefolyó vízmennyiséget, míg a talajerózió hektáronként 0.2-2.4 t-al csökkent a különböző mezőgazdasági időszakok alatt. Az első évben a komposzt nagymértékben megnövelte a talaj sűrűségét (az inert anyagtartalom miatt), de azt követően a barázdaszántás lecsökkentette azt. A komposzttal kezelt parcellák búzatermése 1.72 t/ha-al csökkent a 3. év végén. A kis keréknyomású traktorral művelt parcellákon 1 t/ha-al csökkent a talajveszteség a 3. év végén, bár a lefolyó víz mennyisége és a talaj szerkezeti stabilitása nem változott. Csak a kis keréknyomás vagy a komposzt használata tudta megakadályozni a talaj penetrométeres ellenállás növekedését, amelyet a mezőgazdasági gépek áthaladása okoz. A kis keréknyomású traktorok használatával a 3. évben 0.4 t/ha/év-el nőtt a búzatermés. Az eredmények azt mutatják, hogy a</p>
----	--	------------------------------------	---

			komposzt hosszútávon növeli a búzatermést, javítja a talaj fizikai tulajdonságait és csökkenti a lefolyó vízmennyiséget és a talaj erózióját. A kis keréknyomású traktorok használata hozzájárul a búzatermés növekedéséhez és a talaj tömörödésének csökkentéséhez.
11	F. Martinez, M.A. Casermeiro, D. Morales, G. Cuevas, Ingrid Walter (2003) Effects on run-off water quantity and quality of urban organic wastes applied in a degraded semi-arid ecosystem, <i>The Science of the Total Environment</i> 305: 13–21	szerves lakossági hulladék (komposzt, szennyvíziszap)	Félszáraz mediterrán övezeti legelők (rétek) talajának javítására, a növényesítés elősegítésére, általában egyszeri alkalommal szerves talajjavító anyagra tehető viznek a talaj felületére. Szabadföldi kísérletben két szerves lakossági hulladékot (szilárd hulladék szerves frakciójából komposzt és anaerob körülmények között lebontott szennyvíziszap) használtak erózió által degradált félszáraz mediterrán talaj javítására. A kísérlet célja meghatározni a talajjavítás hatását a parcellák felületéről lefolyó víz mennyiségre, a víz által szállított hordalék mennyiségre és a víz minőségére. A kísérlet 3 db 20 m ² -es parcellán zajlott, amelyből 1 parcella kezeletlen (kontroll), 1 db 80t/ha szennyvíziszappal (száraz tömeg), 1 db pedig 80t/ha (száraz tömeg) komposzttal kezelt. A kezelés után 3 és 4 évvel a parcellákat hordozható eső szimulátorral öntözték és a kezelt parcellák lefolyó vizét összegyűjtötték és megvizsgálták. A legkevesebb víz és hordalék a szennyvíziszappal kezelt parcellákról folyt le, míg a komposzttal kezelt parcellákról közepes mennyiség, a kontroll parcellákról pedig a legtöbb. A lefolyó víz NH ₄ -N (15,6 mg/l a szennyvíziszappal kezelt parcella esetén és 15,0 mg/l a komposzttal kezelt esetén) és PO ₄ -P tartalma sokkal nagyobb volt a kezelt parcellák esetén a kontrollhoz képest. A legnagyobb PO ₄ -P (0,73 mg/l) koncentrációt a szennyvíziszappal kezelt parcellák esetén mértek, a NO ₃ -N koncentráció is nagymértékben nőtt a komposzttal kezelt talajhoz képest. A mért koncentrációk azonban nem lépték túl a víz mezőgazdasági használatra érvényes határértékét. A fémek esetén a Cu határérték túllépését tapasztalták.
12	Bastida, F., Moreno, J. L., Garcia, C. and Hernandez, T. (2007). Addition of urban waste to semiarid degraded soil: Long-term effect. <i>Pedosphere</i> . 17(5): 557–567.	kezeletlen lakossági hulladék szerves frakciója	A félszáraz mediterrán talajok erodáló-képessége nagy a növénytakaró hiánya miatt. Szilárd lakossági hulladék szerves frakcióját adagolták degradált talajhoz szabadföldön, komposztálás és őrlés nélkül, az inert frakció eltávolítása és 15-20 napi érlelés után. A kísérleti területen 15 db, 3*5 m ² -es parcellát alakítottak ki (3 párhuzamos kezelés 3*1 kontrollal). A kísérlet célja megvizsgálni az egyszeri négy dózisban adagolt (65, 130, 195, and 260 mg/ha) hulladék hosszú távú (17 év) hatását a talaj mikrobiológiai, biokémiai és fizikai tulajdonságaira. A kezelés hatására nőtt az általános mikrobiológiai aktivitás, a mikrobák mérete és a makrotápanyag-ciklushoz köthető extracelluláris hidroláz aktivitás. A hidroláz aktivitáshoz köthető legnagyobb értékeket a legnagyobb dózissal kezelt talajok mutatták. Ugyanakkor a hulladékkal kezelt talajokon a növényzet sűrűsége 50%-al volt nagyobb a

			kontrollhoz képest. A kezelt talajok fizikai tulajdonságai is javultak, elsősorban nőtt a kezelt talajok víztartó-képessége. Bár általában a legnagyobb dózissal kezelt talajok tulajdonságai javultak a legjobban, egy bizonyos dózishatár után azonban a hozzáadott szerves anyagmennyiség növelése nem javítja tovább a talaj fizikai, biokémiai és mikrobiológiai tulajdonságait.
Természetes és szintetikus rostok alkalmazása			
13	S. R. Allen(1996) Evaluation and Standardization of Rolled Erosion Control Products, <i>Geotextiles and Geomembranes</i> 14 (1996) 207-221	áttekintés	Áttekintést kapunk a különböző talaj erózióvédelmi rendszerekről, kezdve a természetesen degradálható anyagoktól a göngyölegekben gyártott, ideiglenesen degradálható és a hosszú távon nem degradálható anyagokig. A cikk részletesen foglalkozik a felgöngyöltett folyóméterben használt termékekkel és alkalmazásukkal, kitér a geohálók, szőtt és nem szőtt geotextíliák, geocellák, a geoszintetikus rácsok, gyékényfonatok és matracok használatára. Felsorolja a degradálható, valamint a nem degradálható anyagokból készült geotextíliák, georácsok, hálók és matracok hatékonyságát jellemző vizsgálati paramétereket.
14	Ahn, T.B., Cho, S.D., Yang, S.C., 2002. Stabilization of soil slope using geosynthetic mulching mat. <i>Geotextiles and Geomembranes</i> 20, 135-146.	geoszintetikus talajtakaró matrac (jutarost takaróval)	Mállott, gránitos talaj meredek rézsúje általában kopár, ezért a talaj állandó erózióknak van kitéve. Nyolc darab liziméterből álló kísérletben vizsgálták egy többrétegű geoszintetikus matrac eróziógátló hatását. Az 1 cm vastag geoszintetikus talajtakaró/matrac az alábbi rétegekből áll: nem szőtt műselyem geotextília és geoszintetikus takaró közé illesztett növényi magok és tápanyagok, a geoszintetikus réteget pedig jutarost háló borítja. A kísérlet során vizsgálták a növények túlélését és növekedését a rézsűn, valamint a takaróréteg fizikai hatását (talajerózió vizsgálata, lefolyó esővíz mennyiség mérése, a víz által szállított hordalékmennyiség mérése). A liziméterek területe egyenként 3 m ² , a rézsű dőlése pedig 31°. 4 db liziméter rézsújére eróziógátló matracot terítettek, a többi 4 db-ra azonban nem. Az eredmények szerint a takaró réteg hatékonyan stabilizálta a rézsűt, megakadályozva a hordalék víz általi mozgását, ugyanakkor nagymértékben elősegítette a növények növekedését, különösen a száraz időszakban.
15	Lekha, K.R., 2004. Field instrumentation and monitoring of soil erosion in coir geotextiles stabilised slopes - a case study. <i>Geotextiles and Geomembranes</i> 22, 399-413	kókuszháncs (kókuszrost) geotextília	Erőteljes erózióknak kitett meredek lejtőkön, ahol a fizikai eróziógátló módszerek (szántás vagy terasz kialakítás) nem alkalmasak, természetes, biológiailag degradálható rostokból (kókuszrost, juta) készült talajtakaró hálórendszerek telepítésével segítik az erodált lejtők füvesítését. A természetes rostháló stabilizálja a lejtő talajába vetett fűmagokat és magát a talajt a növényesítés kezdeti fázisában. A fűmaggal bevetett lejtőre ágyazott kókuszrost háló védi a lejtőt az esőcseppek erodáló hatásától, minimumra csökkenti a lefolyó víz mennyiségét és sebességét, növeli a talaj vízfelvevő képességét, megakadályozza a talajrészecskék és a fűmag mozgását és hozzájárul a talaj nedvességtartalmának megtartásához.

			<p>Csírázáskor a fűmagok a kókuszrost háló résein keresztül jutnak a felszínre és egy összefüggő fűréteget képeznek, közben a kókuszrost háló lassan lebomlik. 1 éves szabadföldi kísérletben kókuszrost alapú geotextília hálójával védett, fűmaggal vetett erodált lejtőn vizsgálták a talajerózió kvantitatív paramétereit és a geotextília használatának jótékony hatását a talajra. 3 db, átlagosan 26° lejtőjű ikerparcellán folytak a kísérletek. Az ikerparcellák közül az egyik füvesített és geotextíliával letakart, a másik pedig nem (kontroll parcella). Parcellánként mérték az esővízből lefolyó vízmennyiség által mozgatott és leülepedett hordalékmennyiséget, vizsgálták a talaj által visszatartott talajnedvességet a 0,3 és 15 bar közötti nyomásintervallumban, ami a növények növekedéséhez szükséges vízmennyiséget jelenti. Mérték a talaj nedvességtartalmát, szerves széntartalmát, követték a kókuszszál textília biodegradációját és a növényzet növekedését. A geotextíliával letakart lejtő éves talajvesztése átlagosan 94,9%-al csökkent a takaratlan parcellához képest, a vizsgált paraméterek pedig nagymértékben javultak a geotextíliával védett lejtőkön.</p>
16	<p>R. Bhattacharyya, T. Smets, M.A. Fullen, J. Poesen, C.A. Booth, 2010 Effectiveness of geotextiles in reducing runoff and soil loss: A synthesis, <i>CATENA</i>, Volume 81, Issue 3, Pages 184-195</p>	<p>természetes és szintetikus geotextiliák</p>	<p>Irodalmi adatok alapján áttekintést kapunk a természetes és szintetikus alapanyagú geotextiliák talajvesztésre és vízvesztésre gyakorolt hatásáról, a kísérleti parcellák hossza (L), a felszínborítás (C, %), a rézsű meredeksége (S), eső időtartama (D), eső erőssége (I), a talaj homok, iszap és agyagtartalma, valamint szerves-anyag tartalma függvényében. A lineáris regresszió alapján, csepperózió esetén a felszínborítás és a talaj homok, iszap és agyagtartalma a legfontosabb változók a SLR (takaratlan és a geotextíliával takart parcellák talajvesztés aránya) csökkentéséhez. Barázdás erózió esetén a felszínborítás, míg árkos erózió esetén a felszínborítás és az eső időtartama a legjellemzőbb változók a SLR csökkentésére. Barázdás erózió esetén a talaj agyag és iszaptartalma, valamint az eső időtartama kulcsfontosságú változók a takaratlan és a geotextíliával takart parcellákról lefolyó vízmennyiség arányának csökkentéséhez (RR), az agyagtartalom pedig az árkos erózió esetén. A geotextília talajvesztés-csökkentő hatását jellemző érték (átlag b-érték) és a parcellák hossza közötti lineáris összefüggés nem szignifikáns ($P > 0,05$), ugyanakkor az L és SLR, valamint az L és RR közötti összefüggés sem. Ha a parcellák hossza mellett a felszínborítást is figyelembe vesszük, akkor a geotextília általi takarás szignifikánsan ($P < 0,05$) hatékonyabb a SLR csökkentésében a rövidebb parcellákon, mint a hosszúakon, úgy az árkos, mint a barázdás erózió esetén. A b-érték (talajvesztés csökkentés tényező) maximális a Borassus és a Buriti pálmalevelrostból készült matracokkal borított parcellákon.</p>

17	Rawal, A., Saraswat, H. Stabilisation of soil using hybrid needlepunched nonwoven geotextiles. <i>Geotextiles and Geomembranes</i> . 29 (2011) 197-200	hibrid szövetlen geotextiliák (viszkóz műselyemszál+, poliészter; viszkóz műselyemszál +polipropilén)	A természetes és szintetikus rostokból készült geotextíliák fizikai és mechanikai tulajdonságai jól kiegészítik egymást a talaj stabilizálása során. 0%, 20%, 40%, 60%, 80% és 100% arányú polipropilén/viszkóz (PP/V) rost, valamint 0%, 20%, 40%, 60%, 80% és 100% arányú poliészter/viszkóz (PET/V) rost keverékből 22 darabból álló 2 hibrid, szövetlen, átszúrt geotextília szettet készítettek. Vizsgálták a minták porozitását 2, 20 and 200 kPa nyomáson, valamint mechanikai tulajdonságait (szakító szilárdság, átütési szilárdság). Az eredmények azt mutatták, hogy a cellulóz tartalmú rostok, mint például a viszkóz műselyem szálak, poliészter vagy polipropilén rostokkal kombinálva használhatóak a talaj stabilizálására.
18	R. Bhattacharyya, M.A. Fullen, K. Davies, C.A. Booth, 2010. Use of palm-mat geotextiles for rainsplash erosion control, <i>Geomorphology</i> (119) 52–61	pálmalevél rost matrac (geotextília)	Sík és közepesen lejtős területek kopár homok- és agyagos homoktalajai könnyen lepusztulnak az esőcseppek felületi becsapódása hatására, melynek során a felületi talajközegről leválnak a talajrészecskék és az elfolyó vízzel kimosódnak. Az esőcseppek okozta felületi talajszemcse leválás, a csepperózió. Két éves szabadföldi kísérletben vizsgálták az Egyesült Királyságban a Borassus pálmalevél matrac, valamint a Buriti pálmalevél alapú matrac hatását csepperózióknak kitett homok és agyagos homoktalajra. 2*12 db parcellán folytak a kísérletek, melyből 2*6 db kontroll és 2*6 db pálmalevélrost matraccal borított. A kísérlet célja megvizsgálni a 2 éves alkalmazást követően a matraccok alkalmasságát a csepperózió csökkentésére és a talaj néhány fizikai (sűrűség, aggregátum stabilitás és szerkezeti összetétel) és kémiai (talaj szerves-anyag tartalma, összes szerves széntartalom) tulajdonságára, valamint megtalálni az összefüggést a vizsgált paraméterek változása és a csepperózió között. Ugyanakkor, külön vizsgálták a Borassus és a Buriti matraccok leterítését követő lebomlás, öregedés hatásait. A Borassus matrac bizonyult a leghatékonyabbnak a csepperózió csökkentésében, ugyanakkor a Borassus matraccal takart parcellák talajának vizsgált tulajdonságai nem mutattak talajlepusztulást a 2 éves alkalmazás után, tehát alkalmasnak bizonyult a vályog homoktalajok csepperóziójának csökkentésére.
19	T. Smets, L. Borselli, J. Poesen, D. Torri, 2011. Evaluation of the EUROSEM model for predicting the effects of erosion-control blankets on runoff and interrill soil erosion by water, <i>Geotextiles and Geomembranes</i> 29, 285-297	Borassus pálmalevélrost, Buriti pálmalevélrost, bambusz rost, rizsszalma, kukoricaszár geotextíliák	Az EUROSEM 2010 európai talajerózió modell (European Soil Erosion Model) segítségével előrejelezhető az eső okozta barázdás és barázdaközi erózió mértéke, a lefolyó víz mennyisége, valamint a talajveszteség. A talajfelszín letakarása geotextíliával vagy eróziógátló matraccal megakadályozza az erózió okozta talajfelszín lezárását és kihat a talajfelszín tulajdonságaira, csökkentve az esővízből lefolyó víz mennyiségét és az eső okozta talajerózió mértékét. Mivel az EUROSEM 2010 modell a lefolyó víz mennyiség és a talajerózió előrejelzése során nem veszi figyelembe az esővíz okozta erózió talajfelszín módosító hatásait, valamint a hidrológiai feltételeket, a geotextíliával vagy talajtakaró

			<p>matracal borított talaj esetén hibás az erózió mértékének előrejelzése. E tanulmány megvizsgálja és tökéletesíti az EUROSEM 2010 modell alkalmazhatóságát és teljesítményét, összeveti a modell által előrejelzett paramétereket és a természetes, eróziógátló anyagokból készült geotextíliák eróziógátló hatását laboratóriumban szimulált eső hatására. A kísérlet-sorozatban homokos vályogtalaj és iszapos vályogtalaj 15 és 45 %-os rézsűjét takarták le 5 db természetes anyagból (Borassus pálmalevélost, Buriti pálmalevélost, bambusz rost, rizsszalma, kukoricaszár) készült geotextíliával, 0.94 *0.60 m² –es parcellákon. A laboratóriumi eredmények az mutatják, hogy a geotextíliával borított talajok esetén a víz beszivárgási sebessége nagyobb a takaratlan talajhoz képest, ugyanakkor a lefolyó víz mennyisége és az erózió mértéke kisebb a kontrollparcellákhoz képest. Bár a modell általában jól jelzi a lefolyó vízmennyiséget és talajvesztéséget, úgy a takaratlan, mint a letakart rézsűk esetén, a szimulált heves eső első 20-30 perce alatt azonban nagy a különbség a mért és az előrejelzett lefolyó esőmennyiség és az erodált szilárd anyagmennyiség között, a legtöbb letakart rézsű esetén. Ez a különbség az esőcseppek becsapódása okozta talaj-felszín lezárásnak tulajdonítható, mely megváltoztatja a talaj hidrológiai körülményeit és a talajfelszín tulajdonságait. Ezért a szerzők heves eső hatásának modellezésére az EUROSEM 2010 modellbe további paraméterek figyelembevételét javasolták: hidraulikus vezetőképesség telített közegben, talaj erodálhatósága, talaj kohéziója.</p>
20	<p>P. Methacanon, U. Weerawatsophon, N. Sumransin, C. Prahsarn, D.T. Bergado, 2010, Properties and potential application of the selected natural fibers as limited life geotextiles, <i>Carbohydrate Polymers</i> (82) 1090–1096</p>	<p>természetes rost alapú geotextíliák: (vízi jácint, nád, szizál kender, szudáni hibiszkusz)</p>	<p>Négy természetes rost (vízi jácint, nád, szizál kender, szudáni hibiszkusz) kémiai összetételét és fizikai tulajdonságait vizsgálták laboratóriumban azzal a céllal, hogy kiválasszák a megfelelő alapanyagot korlátozott időtartamig használható, szőtt geotextília gyártására (woven limited life geotextiles (LLGs)). A szizál kender és a vízi jácint cellulóz tartalma nagyobb, a szudáni hibiszkuszhoz és a nádhoz képest. A nád lignin tartalma a legnagyobb, míg a vízi jácintnak van a legnagyobb hamutartalma. A rostok morfológiáját és hosszát optikai mikroszkóppal vizsgálták. A vizsgálatok pozitív korrelációt mutattak a szakítószilárdság és a rostok hosszúsága között: a szakítószilárdság nőtt a rostok hosszával. A száraz szizál és szudáni hibiszkusz rostok szakítószilárdága jelentősen nagyobb volt, mint a nádé és a vízi jácinté. Víz hatására, mind a négy rost szakítószilárdsága és megnyúlása nőtt. Vizsgálták a rostok tartósságát (mechanikai tulajdonságait) gyorsított mállás hatására. Az eredmények alapján a szizál és a szudáni hibiszkusz rost bizonyult a legalkalmasabb alapanyagoknak szőtt korlátozott időtartamig használható talajerősítő geotextília gyártására, míg a nád és a szudáni hibiszkusz rost korlátozott időtartamig használható szőtt talajeróziógátló geotextília gyártására.</p>

21	<p>Prosenjit Saha, Debasis Roy, Suwendu Manna, Basudam Adhikari, Ramkrishna Sen, Sukumar Roy, 2012, Durability of transesterified jute geotextiles, <i>Geotextiles and Geomembranes</i> (35) 69-75</p>	<p>nátrium hidroxid, növényi tannin, cashew dióhéj oldat, rezorcin, neem olaj és formaldehid 1:10:8:2:6:4 arányú oldattal (pH:8) kémiailag kezelt jutarostból készült geotextília, utólag ugyanezzel kémiailag kezelt kész jutarost geotextília, kezeletlen jutarost geotextília</p>	<p>A juta rostból készült geotextiliák egyik elterjedt alkalmazása az eróziógátlás, amely a juta rostok vízfelvevő és víztartó képességének és térfogat növekedésének tulajdonítható, mely csökkenti a felületen lefolyó víz energiáját, ezáltal stabilizálja a talajt, megakadályozza a talaj nedvességtartalmának és hőmérsékletének hirtelen ingadozását és alkalmas közeget teremt a rézsű növényesítésére. Ennek ellenére, a juta rostok alkalmazhatósága más geotechnikai célra korlátozott, kis szakítószilárdsága, valamint biológia, kémiai, fizikai lebomlásra való hajlamának köszönhetően. A juta alapú geotextiliák biológiai lebomlásának megelőzésére és a juta rostok ellenállásának növelésére különböző módszereket alkalmaznak, mint például a rostok bevonása bitumennel vagy antimikrobiális vegyi anyaggal (benzotiazol). Ezek a módszerek azonban költségesek, potenciális szennyezőforrást jelentenek és csökkentik a juta rostok rugalmasságát. Az eddig alkalmazott módszerekhez képest a juta rostok és a juta szövet kémiai kezelése hatékonyabbnak bizonyult a juta geotextiliák lebomlásának megelőzésére. A szerzők kifejlesztettek egy kémiai módszert a juta rostok és a juta szövet kezelésére, melynek eredményeként tartósabb biomassza alapú geotextília gyártható. A folyamat során nem toxikus, növényi alapanyagokat használtak. A kezelt szövet kémiai vizsgálata kimutatta, hogy a folyamat során a juta rostokban található egyes hidroxil csoportok részlegesen transz-észtereződnek, ezáltal nő a rostok kristályos jellege. A kezelt rostok nem víztartóak és ellenállóbbak a degradációnak. Ugyanakkor a kezelés nem csökkentette a szövet rugalmasságát, szakítószilárdságát és szívárgási jellemzőit. A kísérlet során, kezeletlen és a javasolt kémiai módszerrel kezelt jutarostból készült geotextília mintákat, valamint utólag kezelt geotextiliákat kémiai, biológiai és fizikai degradációs folyamatnak vették alá. A vizsgálati eredmények szerint a kezelt juta rostból készült geotextiliák az UV és nedvesség, valamint biodegradáció hatására 1115 és 1584 nap múlva veszíti el a kezdeti szakítószilárdság 50%-át. A kémiailag kezelt geotextiliák azonban már 881 és 1080 nap múlva elérik ezt a csökkenést. A kezeletlen juta geotextiliákhoz képest a kezelt geotextiliák felezési ideje 3-5-szor hosszabb. A kezelt juta rostból készült geotextiliák, valamint a kezelt geotextiliák lebomlási termékei nem toxikusak és kémiai összetételük nem veszélyezteti a környezetet.</p>
----	--	--	--

Egyéb hulladék vagy melléktermék alkalmazása

21	<p>C.C. Truman, R.C. Nuti, L.R. Truman, J.D. Dean, 2010, Feasibility of using FGD gypsum to conserve water and reduce erosion from an agricultural soil in Georgia, <i>Catena</i> 81, 234–239</p>	<p>FGD (flue gas desulfurisation) gypsum (füstgáz kéntelenítésből származó gipsziszap)</p>	<p>Leromlott, tápanyaghiányos, talaj, hosszú távon aszályos, időnként pedig heves esőzésnek kitett környezetben, erősen erodálódik és alkalmatlanná válik mezőgazdasági használatra. Hasonló körülmények miatt erodálódott mezőgazdasági talaj javítására és termőképességének növelésére füstgáztisztításból származó gipsziszapot használtak. A füstgáztisztításból származó gipsziszap talajra helyezve bizonyítottan elősegíti az esővíz és az öntözésből származó víz talajba szivárgását, ezzel csökkentve a lefolyó víz és a víz által szállított hordalék mennyiségét és elősegíti a mezőgazdasági kultúrnövények fejlődését. Szabadföldi kísérletben vizsgálták 6 m²-es, 1% rézsűjű parcellákon, 0,1; 1; 2,2; 4,5 és 9 t/ha dózisban adagolt füstgáztisztítási gipsziszap eróziógátló hatását, 1 órán át, 50 mm/h eső szimulálásával. Mérték a parcellákról lefolyó víz és hordalék mennyiségét. A füstgáztisztítási gipsziszappal kezelt parcellák esetén 26 %-al több víz szivárgott a talajba a kontroll parcellákhoz képest, míg a lefolyó vízmennyiség 40%-al, a hordalék pedig 58 %-al volt kevesebb a kontrollhoz képest. A gipsziszap dózis növelésével nőtt a talajba szivárgó víz mennyisége és csökkent a lefolyó víz és hordalék mennyiség, valamint a lefolyó víz és hordalék lefolyásának sebessége.</p>
-----------	---	--	--

Eróziógátló termékek

Reciklált papír alapú eróziógátló panel: Sragner & Sragner Kft.

(http://www.kisalfold.hu/gazdasag/reciklalt_papir_alapu_eroziogatlo_panel/2222669/)



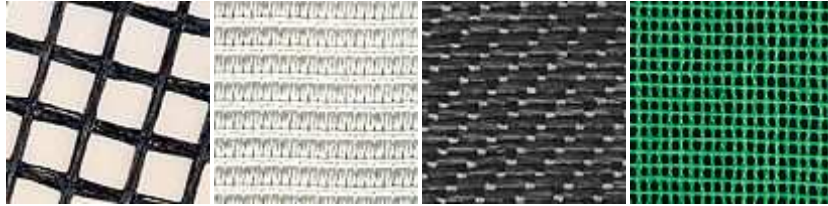
Papír alapú eróziógátló panel

Geohálók:

Kordtrade (Csehország) (http://www.geotextiles-geogrids.co.uk/soil_reinforcement.html)

TenCate Geosynthetics Austria Gmbh (Ausztria) (<http://www.proidea.hu/tencate-geosynthetics-austria-gmbh-228820/tencate-geotextiliak-geokompozitok-georacsok-346862.shtml>)

- Rácsok, hálók PET, PVA vagy PP szálakból PVC borítással



Különböző georácsok



Eróziógátlás utak oldalán



Georáccsal megerősített részen nőtt növénytakaró

Geocellák:

Geosynthetic Kft. (<http://www.proidea.hu/termekhir-1/armater-geocella-1509.shtml>)



Méhsejt szerkezetű, poliészter / poliamid, tűzéssel erősített, nem szőtt geotextília szalagok.



Az erős erózióknak kitett rézsűfelületek, folyó-, patakmedrek védelmére.

Rézsűvédő matrac:

Geosynthetic Kft. (http://www.proidea.hu/geosynthetic-kft-228735/3d-mat-rezsuvedo-matrac-344968/a_23_d_27_1303910932713_3d_mat_rezsuvedomatrac.pdf)

TenCate Geosynthetics Austria GmbH (http://www.proidea.hu/tencate-geosynthetics-austria-gmbh-228820/tencate-polyfelt-polymat-gyekeny-346868/a_23_d_28_1317201829764_tencate_polyfelt_gyekeny_eroziovedelem_polymat.pdf)



Háromdimenziós szálszerkezetű rézsűvédő matrac

Erózió ellen védő gyékény természetes anyagból:

TenCate Geosynthetics Austria Gmbh (http://www.proidea.hu/tencate-geosynthetics-austria-gmbh-228820/tencate-envirofelt-co-gyekeny-346869/a_23_d_28_1317201998127_tencate_gyekeny_eroziovedelem_envirofeltco.pdf)



100 %-ban természetes kókuszrostokból készülő, biológiailag lebomló, erózió ellen védő gyékény.

Fűmagos geotextília:

Geosynthetic Kft. (http://www.proidea.hu/geosynthetic-kft-228735/futex-fumagos-geotextilia-344969/a_23_d_27_1303911286294_futex%20fumagos_geotextilia.pdf)



Lebomló, fűmagos geotextília