

KÜLÖNBÖZŐ TALAJTAKARÁS KEZELÉSEK HATÁSA ERÓZIÓNAK KITETT SZŐLŐÜLTETVÉNYEK TALAJFIZIKAI PARAMÉTEREIRE

KOVÁCS BARNABÁS – NAGY ZÓRA – DUNAI ATTILA – KOTROCZÓ ZSOLT

Összefoglalás

A történelmi borvidékek szőlőültetvényeinek jelentős hányada talajerózióknak kitett területeken helyezkedik el. Ezen területek a változó klimatikus adottságok következtében az előrejelzések szerint, mind ritkább azonban intenzívebb csapadék eseményeknek vannak és lesznek kitéve, így a megfelelő talajtakarási mód megválasztása kulcsfontosságú. Ezen eljárások jelentős hatással vannak a talaj tulajdonságaira, mint a talajéletre, biológiai aktivitására vagy fizikai és kémiai tulajdonságaira és ezáltal az ezekkel erős kapcsolatban álló makro-aggregátumstabilitási értékekre, amely kulcsfontosságú a jó talajszerkezet, a vízbefogadás növelése és az erózió mértékének csökkentése szempontjából. Vizsgálatunk során egy a Badacsony hegy déli oldalán elhelyezkedő, több mint 15 éves tartamkísérlet különböző talajborítottságú kezeléseinek (Facélia, Pillangós keverék, Festuca félék, Természetes vegetáció, Takarás, Búza, Mechanikus, Tritikálé) a makro-aggregátumstabilitását nedves szitás módszerrel vizsgáltuk. Eredményeink alapján a legjobb eredményt, legnagyobb aggregátumstabilitási értékeket a mulcsos takarásos eljárás eredményezte.

Kulcsszavak: talajtakaró növények, klímaváltozás, talajdegradáció, művelésmód, talajtakarás

THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL COVER TREATMENTS ON SOIL PHYSICAL PARAMETERS OF VINEYARD PLANTATIONS EXPOSED TO EROSION

Abstract

A significant proportion of historical wine regions are located at lands faced to soil erosion. These vineyards will be exposed to more rare but more intense rainfalls according to the scenarios, so to choose the right floor management is essential. The applied methods have effect on the living soil and its activity and consequently also on soil macro-aggregate stability which is crucial for good soil structure, increasing water retention and reducing erosion. For our study we have analyzed the soil samples of a vineyard located on the southern foothill of the Badacsony hill of different treatments (FAC=phacelia, PILL=legumes mixture, FES=festuca varieties, TER=natural vegetation, TAK=mulch, BU =wheat, MEC=mechanical, TRI =triticale) by wet-sieving method. According to the results the best outcome, the highest level of aggregate stability was at the mulching method.

Keywords: cover crops, climate change, soil degradation, cultivation method, soil covering

Bevezetés

A hosszú távú, egyoldalú talajhasználat az elavult talajművelési módok és a talaj gyakori bolygatása következtében egyre szembetűnőbb felerősödnek a talajdegradációs folyamatok. Ezek közül a leginkább sújtó folyamatok a művelési móddal együtt járó fizikai és biológiai degradációs folyamatok, mint a térfogattömeg vagy összporozitás változása, vagy a talajok tömörödöttségnek fokozódása (KENDE et al., 2017; KOCSIS et al., 2015). Az elégtelen művelés azonban nem csak a talajok fizikai vagy kémiai tulajdonságait változtatják meg, de ezekkel szoros összefüggésben álló biológiai paramétereket (aktivitás, élőlények diverzitása) is kedvezőtlen irányba módosítják (KOTROCZÓ et al., 2022), melyek szintén a talajok degradációjához vezetnek mind közvetlen, mind közvetett módokon (MADARÁSZ et al., 2021). Ezeket a degradációs folyamatokat jelentős mértékben elősegítik a klímaváltozáshoz kötődő szélsőséges csapadék vagy hőmérséklet viszonyok is (FEKETE et al., 2012). Ezért napjainkban jelentős szerepet ró a gazdálkodókra, szőlőtermesztőkre az a feladat, hogy lokálisan is olyan talajvédő lehetőségeket keressenek, amelyek azáltal, hogy csökkentik az időjárási szélsőségek (hirtelen nagy mennyiségű csapadék, hosszú száraz időszakok, stb.) kedvezőtlen hatásait, hozzájárulnak az ültetvények esetében is ezen szélsőségek (aszályos időszakok, vízerózió) hatékonyabb átvészeléséhez. Szőlőültetvények esetében sokszor ezek a folyamatok fokozottabb figyelmet igényelnek, mert a termőterületek jelentős része kisebb-nagyobb lejtőkön helyezkedik el, amely még kitettebbé teszi ezeket az ültetvényeket, kiszolgáltatva a gazdálkodókat a szélsőséges időjárási viszonyoknak.

Az egyik fontos fizikai talajtulajdonság a talajok aggregátum stabilitása és vízmegtartó képessége. Ezek olyan fontos tulajdonságok, amelyek nagymértékben függenek a talaj szerkezetétől, de akár egyes biológiai tulajdonságaitól is. Ezen tényezők romlásakor vagy hiányában gyengébben fejlődnek a gyökerek, rosszabb levegő- és vízgazdálkodás alakul ki.

A hagyományosan, erőteljesen művelt, bolygatott és fedetlenül hagyott talajoknál már a lehulló csapadék elegendő erővel rendelkezik a tömörödés kialakításához. A kis szerves anyag tartalommal rendelkező termőföldek jobban ki vannak ezeknek a hatásoknak (RIEDER et al., 2018). A talaj felszínén lévő takaró mulcs anyagok, szerves maradványok elnyelik vagy tompítják a csapadék és gépi taposás erejét, továbbá folyamatos bomlásukkal a talajba kerülve a talajszemcsék közé kerülve megakadályozza a tömörödést. Ezek a folyamatok felelnek a talaj mikro- és makro-aggregátumainak kialakulásáért. A mikro- és makro-aggregátumok a talajban található különböző szerves anyagoknak, humuszformáknak, és a talaj mikrofaunájának köszönhetően állnak össze. Kialakulásukban jelentős szerepet játszik a különböző talajkímélő művelési eljárások mellett a talaj élőlényeinek diverzitása és a talajba kerülő szerves anyagok (maradványok) mennyisége és minősége. A fenti paraméterekre közvetlen vagy közvetett módon SIEGRIST et al., (1998) leírása szerint, az intenzívebb talajbolygatás negatív hatása mellett az egyes peszticidek (kifejezetten a herbicidek és inszekticidek) alkalmazása is kihatással van. Ezek a talajba kerülve csökkenthetik az aggregátumstabilitás növelésében szerepet játszó mikroorganizmusok (gombák, baktériumok, mikorrhizák) és fauna alkotók (pl.: giliszták) számát és aktivitását (KOVÁCS et al., 2020; KOVÁCS, 2021).

A talaj felszínre juttatott különböző szerves eredetű mulcs-anyagok, valamint a talaj fedettségét biztosító takarónövények hozzájárulnak a talaj szerves anyag készletének javításához, ezáltal a szerkezet kialakításáért felelős aggregátumok kialakulásához is. További fontos tulajdonságuk, hogy táplálékul (és élőhelyül) szolgálnak a talaj élőlényeinek, elősegítve szaporodásukat, lebontó/átalakító tevékenységüket. A különböző humuszformák egy része nem vízoldható és nem elsősorban táplálékul szolgál a mikrobák számára, hanem a talajszerkezet kialakításában játszik szerepet. Ezek a formák jobban ellenállnak a talajbolygatásnak és a mikrobiális lebontó folyamatoknak is. A talajban a makroaggregátumok a mikroaggregátumokból jönnek létre a mikrobák és a növényi gyökerek által előállított

ragasztóanyagok (poliszacharidok és peptidek) segítségével. Méretük általában nagyobb, mint 300 µm. A mikroaggregátumok mérete nem nagyobb, mint 300 µm, és elsősorban agyagból és egyéb kőzetek apró szemcséiből, növényi maradványokból és a mikroszkopikus gombahifák vesznek részt. A makroaggregátumok adják a talaj szerkezetét: a jó szerkezetű talajokban a makroaggregátumok aránya a nagyobb.

A makro-aggregátum stabilitási értékek a talaj nedvesség-befogadó és -megtartó képességével vannak összefüggésben. Nagyobb értékek mellett a növény és a talajbiológiai közösség számára kedvezőbb nedvesség viszonyokra számíthatunk, amelyet azonban más, ugyancsak fontos tényezők is befolyásolnak, mint a humusztartalom, a talajfauna és annak aktivitása, valamint talajfizikai és kémia adottságok (agyagtartalom, pH, mésztartalom) (BARTHÉS & ROOSE, 2002; BISSONNAIS et al., 2007; KOVÁCS et al., 2020; JUHOS et al., 2021; NUGROHO et al., 2022).

A Badacsonyi Borvidék szőlőtermesztési kultúrája a vulkanikus tanúhegyek lejtőin történő gazdálkodással forrt egybe. A hegy-völgy irányban telepített ültetvények a (talaj)művelési gyakorlatoknak köszönhetően fokozottan kitéttek az erózióknak (KIRCHHOFF et al., 2017). A klímaváltozás napjainkban e borvidéken is tapasztalható hatása, hogy az időjárási anomáliák a sokéves átlaghoz képest egyre gyakrabban fordulnak elő – ez elsősorban az egyenetlen csapadékeloszlás mentén érhető tetten – így az eróziót elősegítő heves esőzések is egyre jelentősebb kárt tudnak okozni ezen területeken. Ezt az Európa szerte is rendkívül jelentős problémát és tendenciát (PANAGOS et al., 2015; RODRIGO-COMINO, 2018) felismerve, a MATE-SZBI (volt NAIK) badacsonyi kutatóállomása több, mint egy évtizede beállított egy erózióknak kitétt területen telepített ültetvényen egy talajtakarási eljárásokat összehasonlító tartamkísérletet, melynek talajbiológiai összefüggéseket feltáró aggregátum stabilitással és víztartó képességgel kapcsolatos eredményeit mutatjuk be ebben a cikkben.

Feltételezésünk szerint az élő növénytakaró rizoszféra, illetve a talajfelszín borító mulcsréteg kedvezőbb viszonyokat biztosít a makro-aggregátum stabilitási értékekre pozitívan ható folyamatokra. Célunk az volt, hogy a különböző, hosszú-távú talajkezelések hatásait vizsgáljuk, valamint ezek összevetésével a gazdálkodók és gyakorlati szakemberek számára több szempontból is alkalmazható és értelmezhető következtetéseket tudjunk levonni.

Anyag és módszer

A tartamkísérlet a MATE-SZBI (volt NAIK) badacsonyi kutatóállomásán állították be 2001-ben. A vizsgált terület GPS koordinátái: 46°78' 17°48'. A Badacsony (és a többi Tapolcai medencében elhelyezkedő tanúhegy) déli oldala szubmediterrán éghajlati adottságokkal jellemezhető, száraz (hat évtizedes csapadék átlag 647 mm) és meleg nyári időszakokkal (hat évtizedes hőmérsékleti átlag 11,4°C) (PATOCSKAI et al., 2008). A tanúhegyek talaja jellemzően erubáz, azonban a hegyek lábánál jellemzően erősen erodált lösszel keveredett lejtőhordalékokat találunk (FEHÉR et al. 2011) A vizsgálati terület egy erózióknak kitétt, déli kitétséggű, 12–14%-os lejtésű, hegy-völgy irányú sorvezetésű, közepmagas kordon művelésű Pinot noir ültetvény (KOVÁCS et al., 2018).

A hét alkalmazott talajtakarási eljárás és a kontroll kezelés a következő:

- facélia (FAC) (*Phacelia tanacetifolia* L.),
- pillangósokból álló keverék (PILL): vörös here 25% (*Trifolium pratense* L.), bíbor here, 25% (*Trifolium incarnatum* L.), fehér here 25% (*Trifolium repens* L.), tavaszi bükköny, 25% (*Vicia sativa* L.), takarmányborsó (*Pisum sativum* L.),

- tartós növénytakarás, speciális fűkeverék (FES): 40% vörös csenkesz (*Festuca rubra* L.), 20% angol perje (*Lolium perenne* L.), 20% felemáslevelű csenkesz- (*Festuca heterophylla* L.), 20% nádképű csenkesz (*Festuca arundinacea* L.),
- szerves növényi hulladék (TAK): sás (*Carex hirta* L.), nád (*Phragmites australis* L.), kanadai aranyvessző (*Solidago canadensis* L.),
- területre jellemző gyomösszetétel (TER): a tél végi-tavaszi-nyár eleji vegetáció mennyiségi és megjelenési sorrendjében a következő: tyúkhúr (*Stellaria media* L.), bársonyos árvacsalán (*Lamium amplexicaule* L.), pásztoráska (*Capsella bursa-pastoris* L.),
- időszaki növénytakarás (BU): őszi búza (*Triticum aestivum* L.),
- mechanikai talajműveléses kezelésű kontroll (MEC): tárcsázás,
- időszaki növénytakarás (TRI): tritikálé (*Triticum secale* L.).



1. ábra. Az erózióknak kitett badacsonyi ültetvényben a tartamkísérlet kezelései 5-5 sorközzel kerültek beállításra

Figure 1. The treatments used in the experimental vineyard, each with 5-5 inter-rows (FAC=facélia/phacelia, PILL=pillangós keverék/legumes mixture, FES=festuca félék/festuca varieties, TER=természetes vegetáció/natural vegetation, TAK =takarás/mulch, BU=búza/wheat, MEC=mechanikus/mechanical, TRI=tritikálé/triticale)

Területenként és kezelésenként a talajminta-vételi pontok kijelölését CAPÓ-BAUÇÀ et al. (2019), FERRIS & MCKENRY (1974), HENDGEN et al. (2018), LIANG et al. (2019) szőlőültetvényekben, talajbiológiai vizsgálatokhoz végzett mintavételéhez hasonlóan végeztük el. Három-három, megközelítőleg 500 g tömegű talajmintát vettünk a szőlősorok széléből,

valamint a szőlőtőkétől 25 cm-es távolságra lefúrva, kézi talajfúró-mintavevővel 0–30 és 30–60 cm-es mélységből. A három mintavételi pont a lejtő felső, középső és alsó harmadában helyezkedett el.

Makro–aggregátum stabilitás meghatározás

A minták légszáraz állapotra szárítása után 2- majd 1 mm-es lyukátmérőjű szitákön rázógéppel átszitálásra kerültek. A vizsgálatokat az Eijkelkamp Agrisearch Equipment (NL) által forgalmazott, „Wet Sieving Apparatus” típusú nedves szita készülékkel végeztük (2. ábra). A készülék 34/perces ütemmel, 13 mm-es teljes lökethosszal működik. A vizsgálat során a vizes fázis álló helyzetben van, míg a sziták a talajmintával együtt mozognak (KEMPER & KOCH, 1966). A mérések első lépéseként közvetlenül a szitákba 3 tizedes jegy pontossággal 3,950 – 4,050 gramm mintát mértük be, az alattuk található acél edényekbe hozzávetőlegesen 80 ml ioncserélt vizet töltöttünk, majd pontosan 5 percig járattuk a szitarázó készüléket. A szitákön fennakadt mintát maradéktalanul főzőpohárba mostuk, ezt követően szárító szekrényben 105°C-on 48 órán át szárítottuk.



2. ábra. Az aggregátumstabilitás vizsgálatokhoz használt Eijkelkamp nedves szita
Figure 2. The Eijkelkamp Wet Sieving Apparatus used for the analyses of the aggregate stability

A stabil aggregátum százalékos meghatározásához szükséges a homok frakció tömegének ismerete, ezért 0,1 M Na-pirofoszfátot öntöttük a mintákhoz, majd négy órán át állni hagytuk. Az aggregátum frakció elkülönítéséhez a mintákat maradék nélkül visszamosztuk a szitákra, az előzőek szerint 5 percig járattuk a készüléket, így a szitákön csak a 250 μm feletti („homok”) frakció maradt fenn, melyet a főzőpoharakba mostunk és ismét 105°C-on 48 órán át szárítottuk. Ezután a minták tömegét visszamérve, megkaptuk a homok frakció tömegét, melynek ismeretében a DUNAI (2017) által leírt módon a számítást elvégeztük a stabil aggregátumok százalékos meghatározására.

A talaj aktuális nedvességtartalmának és térfogattömegének vizsgálata

A talaj aktuális nedvességtartalmának és térfogattömegének vizsgálatához, a DUNAI (2017) által alkalmazott módszertan alapján végeztük. A minták begyűjtését 112 cm³-es mintavevő hengereket (d=53 mm, h=51 mm) befogadni képes, acélötvözetből készült zárt kézi mintavevővel végeztük (3. ábra). A művelt, illetve takarónövényvel borított 10-16 cm-es szintből (továbbiakban F), illetve a gyökérszínát reprezentáló 45-50 cm-es (továbbiakban A)

szintből egyaránt hármas ismétlésben vettünk vizsgált területenként mintákat. A felső rétegben a legfelső 1-2 centimétert kislapáttal eltávolítottuk annak érdekében, hogy a felszíni szennyeződések, növényi származék ne kerüljenek a mintákba.



3. ábra. Mintavétel zárt kézi mintavevővel a térfogattömeg és a talajnedvesség-tartalom meghatározásához

Figure 3. Sampling with a closed hand sampler to determine soil bulk density and soil moisture content

Az így előkészített minták aktuális nedvesség tartalmát gravimetriás módszerrel mértük. Ehhez az előkészített mintákat (4. ábra) 48 órán át, 105 °C-on szárítószekrényben tömegállandóságig szárítottuk. Ezután a kiszáradt minták tömegét megmértük, majd miután a talajt eltávolítottuk, a szerelvényeket (patron, vászon, bilincs) letisztítottuk, és azok tömegét is ugyanilyen pontossággal egyenként megmértük. Az aktuális nedvesség tartalom és térfogat tömeg számítását DUNAI (2017) és BRKLJAČA et al., (2019) módszerei alapján végeztük.



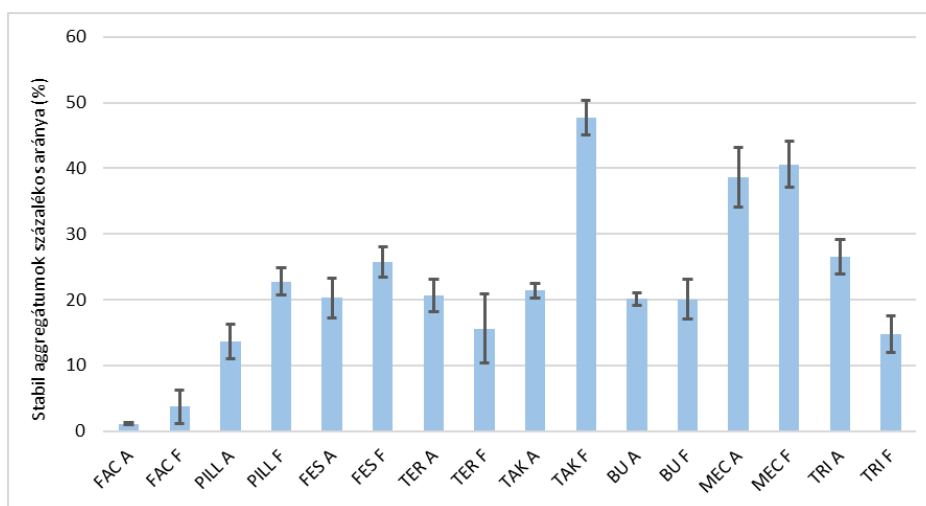
4. ábra. Szárításra előkészített talajminták a talajnedvességi és a víztartó képességi tulajdonságok méréséhez

Figure 4. Soil samples prepared for drying for measuring soil moisture and water-holding capacity properties

A térfogat százalékos értékeket mérő módszerhez vízvisszatartás-vizsgálatokat a Richards-módszer segítségével, kerámialapos extraktorokkal végeztük (DANE & HOPMANS, 2002) DUNAI (2017) és BUZÁS (1990) nyomán.

Eredmények

Az aggregátum stabilitási eredményeink alapján az eróziós szempontból érdekes felszín közeli zónából (F) vett minták közül a facélia (FAC), a természetes vegetációt tartalmazó és a tritikálét (TRI) tartalmazó kezelések esetében a makroaggregátumok aránya kifejezetten kevés volt a kontroll és a többi kezeléshez képest (5. ábra). A TER és a TRI kezelések esetén a felső szintben kisebb volt a stabil makroaggregátumok aránya az ugyanazon kezelés alsó szintjeihez képest. A sekély gyökérzete a tarackos gyepalkotónak (TER) és a tritikálénak (TRI) a talaj e zónájában rendelkezésre álló vízkészlet legnagyobb részét hasznosítja, így a biológiai aktivitás ami növelhetné a stabil aggregátumok százalékos arányát alacsony (KOVÁCS 2021). Ez azonban igaz a BU kezelésre is, ahol azonban nem mértünk hasonló különbséget. A mulcs-takarásos (TAK) kezelés az előzetes várakozásunknak megfelelően szignifikánsan különbözött a többi kezeléstől. A mechanikus művelésű területek a várakozásokkal ellentétben, szintén szignifikánsan magasabb stabil makroaggregátum aránnyal rendelkeztek.

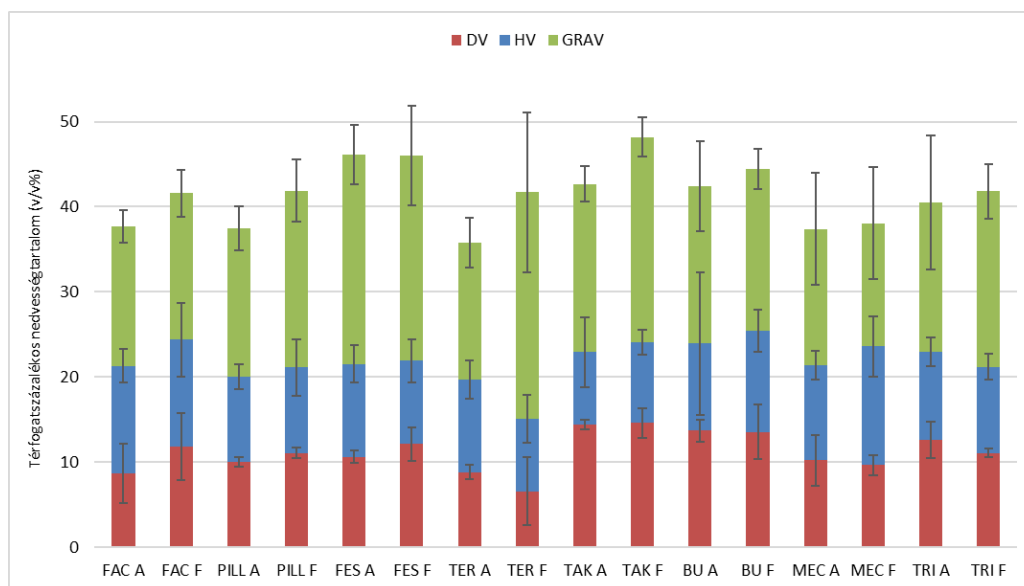


5. ábra. Stabil makroaggregátumok százalékos aránya és az adatok szórása (n=3/változó). / Figure 5. The ratio (%) of the stabil macro-aggregates and the standard deviation (n=3/treatment)

(FAC=facélia/phacelia, PILL=pillangós keverék/legumes mixture, FES=festuca félék/festuca varieties, TER=természetes vegetáció/natural vegetation, TAK =takarás/mulch, BU=búza/wheat, MEC=mechanikus/mechanical, TRI=tritikálé/triticale)

A térfogat százalékos értékeket mérő, Richards-módszer, melyet ennél az ültetvénynél is alkalmaztunk a talaj víztartó-képesség értékeit mutatja meg, emellett a növénytermesztő számára kiemelten fontos, a kultúrnövény számára felvehető, diszponibilis víztartalom (DV) arányát. A legjobb diszponibilis víztartalom értékek a mulcs takarásos és a Búza takarónövényes kezeléseknél figyeltük meg (6. ábra). A természetes vegetációt tartalmazó kezelések a legalacsonyabb értékeket mutatták a DV esetében, és az összesített (DV+HV+GRAV) eredményei is a legalacsonyabbak között vannak. Hasonló megállapításokra jutott VARGA et al. (2012) egy korábbi munkájában, miszerint a természetes növényzettel

takart területek vízigénye magasabb, a Festuca (FES) és/vagy Pillangósokkal (PILL) takart kezelések vízigényével összehasonlítva. Általánosságban megfigyelhető, hogy a mintavételi mélység szerint az F mélységből vett minták nagyobb víztartó tulajdonsággal rendelkeznek, azonban a DV értéknél ez a különbség már kiegyenlítődik vagy akár meg is fordul.



6. ábra. Talaj vízvisszatartó képesség (n=3/változó): diszponibilis víz (DV), a holt víz (HV) és a gravitációs víz (GRAV) százalékos aránya. / Figure 6. Soil water retention capacity (n=3/variable): available water (DV), percentage of dead water (HV) and gravity water (GRAV). Sorköztakarási és talajművelési tartamkísérlet – 'Badacsony' (2019. nyár).

(FAC=Facélia, PILL=Pillangós keverék, FES=Festuca félék, TER=Természetes, TAK=Takarás, BU=Búza, MEC=Mechanikus, TRI=Tritikálé, A=Alsó, F=Felső)

KARAMI et al. (2012) leírása, valamint BARTHÈS & ROOSE (2002) szabadföldön különböző talaj típusokon, különböző módszerekkel végzett kísérleti eredményei alapján a magasabb aggregátum stabilitási értékek jobb erózió ellenálló képességét mutatják egy talajnak, kifejezetten intenzívebb csapadék események esetén. Ez alapján az, hogy a MEC kezelésben intenzív eróziós folyamat tapasztalható, melynek következtében több mint 30 cm-es különbség van a kordonkar-talajfelszín távolsága között, azonos sor dombtetőn és völgyben elhelyezkedő részeinél (saját még nem közölt eredmények alapján), ellentmondásosnak tűnik az összevetésben magasnak mutató aggregátum stabilitás adatokkal. A növényi takaróval rendelkező kezeléseknél az állandó és időszakos növényborítottság akkor is védelmet nyújt az erózióval szemben (BIDDOCCU et al., 2016), ha maga a kezelés talaja kopárón kevésbé lenne erre képes ennél a kezeléseknél, mint a mechanikai művelés esetében.

Következtetések

Összességében a vizsgált ültetvényben, az aggregátum stabilitási értékek és talajnedvességre vonatkozó adatok alapján a talajtakarásos (mulcs) eljárás alkalmazása bizonyult a leghatékonyabbnak. Meg kell azonban említeni, hogy ennél a kezelésnél nem számolhatunk az élő növényi gyökérzet által biztosított, fokozott biológiai aktivitással (rizoszféra effektus), mely a talajok ökológiai és ökonómiai értelemben is vett fenntarthatóságához hozzájárul. A makro

aggregátumok stabilitási értékét a szakirodalom a talajbiológiai és így a talaj „egészségi” állapottal hozza összefüggésbe, mintegy indikátorként tekinthető a bekövetkező változások kimutatására, nyomon követésére. Emellett a jobb aggregátum stabilitási értékekkel rendelkező ültetvények talajai az erózióval szemben is ellenállóbbak. Eredményeink továbbá igazolták a szakirodalomban foglaltakat, mely szerint a természetes gyepalkotók (gyomflóra) jelentős vízkonkurenciát jelenthetnek a szőlő számára sorköztakaró-növényként. A talajnedvesség szempontjából legjobb talajtakarási megoldásnak összegezve a takarás és a búza kezelések mutatkoztak. Mindez úgy tekinthető, hogy a legmagasabb talajnedvesség értékeket és felvehető víztartalmat biztosítják a szőlő számára.

A szőlőtermesztő számára azonban több paramétert párhuzamosan szükséges figyelembe venni, amikor mérlegeli az ültetvényére legalkalmasabb talajfelszín-kezelés megválasztását. Így amellett, hogy fontos, hogy megfelelő szerkezetű, az erózióval szemben jobb adottságokkal jellemezhető talajon gazdálkodjon, ugyanezen talaj szükséges, hogy a tápanyag elérhetőség és patogénelnyomó képesség szempontjából is esszenciális funkcióval bíró talaj táplálékháló alkotóinak is kedvező környezetet biztosítson. Így tartható ugyanis fenn hosszú távon is az ültetvény külső erőforrásoktól mindinkább független „talajerőgazdálkodása”. Ezek alapján az élő növényi gyökérzet és a kismértékű bolygatási intenzitás következtében, a rizoszféra effektussal jobban érintett, és jó talajnedvesség és makro-aggregátumstabilitási értékekkel bíró PILL és FES kezelések megfelelő választásnak bizonyulnak a hasonló viszonyok között gazdálkodóknak.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és a Magyar Kormány támogatásával az Európai Regionális Fejlesztési Alap és a Széchenyi 2020 program társfinanszírozási konstrukciójában a GINOP-2.3.2-15-2016-00054 azonosító számú projekt keretében valósult meg.

A publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával készült.



Hivatkozott források

BARTHÈS, B. – ROOSE, E. (2002): Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. *Catena* 47, 133–149. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(01\)00180-1](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(01)00180-1)

BIDDOCCU, M. – FERRARIS, S. – OPSI, F. – CAVALLO, E. (2016): Long-term monitoring of soil management effects on runoff and soil erosion in sloping vineyards in Alto Monferrato (North–West Italy). *Soil and Tillage Research* 155, 176–189. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.07.005>

BISSONNAIS, Y.L. – BLAVET, D. – NONI, G.D. – LAURENT, J.-Y. – ASSELINE, J. – CHENU, C. (2007): Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *European Journal of Soil Science* 58, 188–195. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2006.00823.x>

BRKLJAČA, M. – KULIŠIĆ, K. – ANDERSEN, B. (2019): Soil dehydrogenase activity and organic carbon as affected by management system. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 84(2), 135-142–142.

BUZÁS, I. (1990): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata. INDA 4231 Kiadó, Budapest. 357 pp.

CAPÓ-BAUÇA, S. – MARQUÉS, A. – LLOPIS-VIDAL, N. – BOTA, J. – BARAZA, E. (2019): Long-term establishment of natural green cover provides agroecosystem services by improving soil quality in a Mediterranean vineyard. *Ecological Engineering* 127, 285–291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.12.008>

DUNAI, A. (2017): A szerves- és ásványi trágyázás, valamint a különböző talajművelési módok hatásainak vizsgálata egyes talajfizikai paraméterekre tartamkísérletben, in: *Doktori Értekezés*. DOI: <https://doi.org/10.18136/PE.2017.647>

FEHÉR, O. – FÜLEKY, GY. – MADARÁSZ, B. – KERTÉSZ, Á. (2011): Morphological and diagnostic properties of seven volcanic soil profiles according to the Hungarian Soil Classification and the World Reference Base for Soil Resources (WRB, 1998). *Agrokémia és Talajtan* 60, 131–148.

FEKETE I. – ZS. KOTROCZÓ – CS. VARGA – R. HARGITAI – K. TOWNSEND – G. CSÁNYI – G. VÁRBIRÓ (2012): Variability of organic matter inputs affects soil moisture and soil biological parameters in a European detritus manipulation experiment. *Ecosystems* 15:792-803. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10021-012-9546-y>

FERRIS, H. – MCKENRY, M.V. (1974): Seasonal Fluctuations in the Spatial Distribution of Nematode Populations in a California Vineyard. *Journal of Nematology* 8.

HENDGEN, M. – HOPPE, B. – DÖRING, J. – FRIEDEL, M. – KAUER, R. – FRISCH, M. – DAHL, A. – KELLNER, H. (2018): Effects of different management regimes on microbial biodiversity in vineyard soils. *Scientific Reports* 8, 9393. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27743-0>

JUHOS K. – MADARÁSZ B. – KOTROCZÓ ZS. – BÉNI Á. – MAKÁDI M. – FEKETE I. (2021): Carbon sequestration of forest soils is reflected by changes in physicochemical soil indicators - A comprehensive discussion of a long-term experiment on a detritus manipulation. *Geoderma* 385: 114918. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114918>

KARAMI, A., – HOMAEE, M. – AFZALINIA, S. – RUHIPOUR, H. – BASIRAT, S. (2012): Organic resource management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physico-chemical properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 148, 22–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.10.021>

KEMPER, W. D. – KOCH, E. J. (1966): Aggregate stability of soils from Western United States and Canada: Measurement procedure, correlations with soil constituents (No. 1355). Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.

KEMPER, W.D. – ROSENAU, R.C. (1986): Aggregate Stability and Size Distribution, in: *Methods of Soil Analysis*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 425–442. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c17>

KENDE, Z. – SALLAI, A. – KASSAI, K. – MIKÓ, P. – PERCZE, A. – BIRKÁS, M. (2017): The effects of tillage-induced soil disturbance on weed infestation of winter wheat. *Pol. J. Environ. Stud*, 26(3), 1131. DOI: <https://doi.org/10.15244/pjoes/67552>

KIRCHHOFF, M. – RODRIGO-COMINO, J. – SEEGER, M. – RIES, J.B. (2017): Soil erosion in sloping vineyards under conventional and organic land use managements (Saar-Mosel

Valley, Germany). *Cuadernos de Investigación Geográfica* 43, 119–140. DOI: <https://doi.org/10.18172/cig.3161>

KOCSIS T. – WASS-MATICS H. – KOTROCZÓ ZS. – BIRÓ B. (2015): A bioszén kedvező hatása a talaj pszikrofil- és mezofil csíraszámára. A hulladékgazdálkodás legújabb fejlesztési lehetőségei c. konferencia kötete 63–69.

KOTROCZÓ, ZS. – KOCSIS, T. – JUHOS, K. – HALÁSZ, J. – FEKETE, I. (2022): How Does Long-Term Organic Matter Treatment Affect the Biological Activity of a Centre European Forest Soil? *Agronomy* 12: 2301. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12102301>

KOVÁCS, B. – VARGA, P. – MÁJER, J. – NÉMETH, C. – SZABÓ, P. – KOCSIS, L. (2018): Sustainable soil management in the Badacsony Wine District. *Ecocycles* 4, 80–84. DOI: <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v4i2.115>

KOVÁCS B. – DOBOLYI C. – SEBŐK F. – KOCSIS L. – TÓTH Z. (2020): Effect of Vineyard Floor Management on Seasonal Changes of Cultivable Fungal Diversity in the Rhizosphere. *Agriculture*, 10(11):534. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10110534>

KOVÁCS, B.Z. 2021. Doktori (PhD) Értekezés. p. 130.

LIANG, H. – WANG, X. – YAN, J. – LUO, L. (2019): Characterizing the Intra-Vineyard Variation of Soil Bacterial and Fungal Communities. *Front. Microbiol.* 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01239>

MADARÁSZ, B. – JAKAB, G. – SZALAI, Z. – JUHOS, K. – KOTROCZÓ, Z. – TÓTH, A. – LADÁNYI, M. (2021): Long-term effects of conservation tillage on soil erosion in Central Europe: A random forest-based approach. *Soil and Tillage Research*, 209, 104959. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.104959>

PANAGOS, P. – BORRELLI, P. – POESEN, J. – BALLABIO, C. – MEUSBURGER, K. – MONTANARELLA, L. – LUGATO, E. – ALEWELL, C. (2015): The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy* 54, 438–447. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.012>

PATOCSKAI, Z. – VIDÉKI, R. – SZÉPLIGETI, M. – BIDLÓ, A. – KOVÁCS G. (2008): Talajviszonyok a Szent György-hegyen. *Talajvédelem, Különszám*, 639–644.

RIEDER, Á. – MADARÁSZ, B. – SZABÓ, J. A. – ZACHÁRY, D. – VANCSIK, A. – RINGER, M. – JAKAB, G. (2018): Soil organic matter alteration velocity due to land-use change: A case study under conservation agriculture. *Sustainability*, 10(4), 943. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10040943>

RODRIGO-COMINO, J. (2018): Five decades of soil erosion research in “terroir”. *The State-of-the-Art. Earth-Science Reviews* 179, 436–447. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.02.014>

SIEGRIST, S. – SCHAUB, D. – PFIFFNER, L. – MÄDER, P. (1998): Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 69, 253–264. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00113-3)

STEFANOVITS, P. – FILEP, GY. – FÜLEKY, GY. (1999): *Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.* 470 pp.

Szerzők

Dr. Kovács Barnabás PhD

levelező szerző

egyetemi adjunktus

MATE, Szőlészeti és Borászati Intézet, Borászati Tanszék

8360-Keszthely, Deák Ferenc u. 16.

info@barnabaskovacs.hu

Dr. Nagy Zóra PhD

tudományos főmunkatárs

MATE, Szőlészeti és Borászati Intézet, Borászati Tanszék

8263 Badacsonytomaj, Római u. 181.

nagy.zora.annamaria@uni-mate.hu

Dr. Dunai Attila PhD

egyetemi docens

MATE, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Agronómia tanszék

8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.

dunai.attila@uni-mate.hu

Dr. Kotrocó Zsolt PhD

egyetemi docens

MATE, Környezettudományi Intézet, Agrárkörnyezettani Tanszék

1118 Budapest, Villányi út 29-43.

kotrocó.zsolt@gmail.com

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

