

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET

BUDAPEST

**Sűrített levegős talajlazítás és mélygyökér trágyázás lehetőségei a biológiai
talajerőgazdálkodásban**

Tőkés Miklós Attila

biológiai talajerőgazdálkodási szakmérnök szak

Készült az Agrárkörnyezettani tanszéken

Tanszéki konzulens:

Konzulens(ek):

Dr. Kovács Barnabás, MATE-SZBI, Adjunktus

Bírálok:

Budapest, 2024. április 25.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	3
1.1	A talajszellőztetés története.....	3
2.	Irodalmi áttekintés.....	5
2.1	Talaj fogalma.....	5
2.2	Talaj alkotórészei.....	5
2.3	Talaj és a gyökérzet.....	6
2.4	Talajszerkezet.....	7
2.5	Talajtömörödés.....	8
2.6	Talajlazítás.....	9
2.7	A sűrített levegővel történő talajlazítás hatása a gyökérműködésre.....	10
3.	Anyag és Módszer.....	11
3.1	Vizsgálati területek.....	11
3.2	Kezelések.....	12
3.3	Talajfizikai mérések.....	12
3.4	Talajtömörödöttség vizsgálata.....	12
3.5	Térfogattömeg meghatározása.....	13
3.6	Talajnedvesség és talajhőmérséklet mérések.....	13
3.7	A fák növekedésének vizsgálata.....	14
3.8	A lomb tápanyag tartalmának vizsgálata.....	14
4.	Eredmények.....	16
4.1	Talajtani vizsgálatok.....	16
4.2	A fák növekedése és a lombzat tápanyag tartalma.....	22
	Összefoglalás.....	27
	Köszönetnyilvánítás.....	30
	Irodalomjegyzék.....	31

1. Bevezetés

A fenntartható fejlődés egyik alapeleme Európában, hogy legfontosabb természeti erőforrásunkat képező talajkészletünket védjük, megóvjuk, ésszerű hasznosításával sokoldalú funkcióképességét fenntartsuk, esetleg ha módunkban áll fejlesszük. (VÁRALLYAY, 1996).

A talajt leginkább fenyegető degradációs folyamatok közül világviszonylatban az egyik legerősebb, nagy károkat okozó és a legnehezebben megakadályozható a talaj fizikai degradációja, ezen belül a talaj szerkezetének a tömörödése és a leromlása. (KUIPERS, 1987; STEFANOVITS, 1975; TAYLOR, 1987; UNEP-FAO, 1983).

Az UNEP (ENSZ Környezetvédelmi Programja) kezdeményezésének köszönhetően a nyolcvanas évek végén nemzetközi program indult az emberi tevékenység által okozott talaj degradációs folyamatok szélesebb körű felmérésére. (OLDEMAN et al., 1990).

A talajtömörödés kialakulásának folyamata és a talajtömörödés állapotának hatására bekövetkező változásokat többnyire bonyolult kölcsönhatásokkal lehet jellemezni. A tömörödöttség elsősorban a talaj fizikai és/vagy kémiai és/vagy biológiai rendszerében végbemenő változás, a talaj tömörödöttség jellemzését a talaj fizikai mechanikai rendszerének a jól megválasztott paramétereivel végezzük el. (SINÓROS (1992).

1.1 A talajszellőztetés története

A talajszellőztetés, vagy más néven aeráció, fontosságát már az ókori mezőgazdasági társadalmak is felismerték. Bár a tudományos megértés és technológiák alkalmazása jelentősen fejlődött az elmúlt évszázadokban, a talaj lazításának gyakorlata évezredekre nyúlik vissza. Íme egy áttekintés a történetről:

Korai idők:

- Kr. e. 3000 körül: Mezopotámia és Egyiptom területén kézi eszközöket, például ásókat és kapákat használtak a talaj lazítására és levegőztetésére
- Kr. e. 500 körül: Kínában faekéket használtak a talaj szántásához és lazításához.

Középkor:

- Az ökörrrel húzott ekék elterjedése a talajművelés hatékonyságát növelte, de a talajszellőztetés célzott módszerei továbbra sem voltak széles körben elterjedtek.

18. - 19. század:

- A tudományos megértés fejlődése
- 1787: Antoine Lavoisier felfedezi az oxigén szerepét a növényi növekedésben
- 1840: Justus von Liebig megalapozza a növényi táplálkozás tudományát, kiemelve a talaj levegő- és vízellátottságának fontosságát.

20. század:

- A mezőgazdasági gépek fejlődése új lehetőségeket kínált a talaj lazítására
- 1920-as évek: megjelennek az első pneumatikus talajlazító eszközök, amelyek sűrített levegővel lazítják a talajt, elsősorban intenzíven használt gyepknél
- 1950-es évek: a mélyszántás és a talajforgatás elterjedt gyakorlattá válik a talaj lazítására és a levegőáramlás javítására
- 1970-es évek: a talajtömörödés hatásainak felismerése. A mélyszántástól eltérő, a talajszerkezetet kevésbé károsító talajlazító megoldások keresése.

Talajszellőztető gépek: ezek a gépek levegőt juttatnak a talajba csövek vagy fúvókák segítségével.

Vákuumszivattyúk: ezek a szivattyúk vákuumot hoznak létre a talajban, ami javítja a levegőztetést.

Talajtakarás: a talajtakarás segít megőrizni a talaj nedvességtartalmát és javítja a levegőztetést.

21. század:

- Fókusz a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokra.
- A precíziós mezőgazdaság fejlődése lehetővé teszi a talajszellőztetés célirányosabb alkalmazását.
- Fejődnek a talajtömörödés csökkentését és a talajszerkezet javítását célzó innovatív megoldások, mint például a sűrített levegős talajlazítás.

A történelem során a talajszellőztetés folyamatosan fejlődött, a korai kézi eszközöktől a modern, precíziós technológiáig. A jövőben várhatóan tovább finomodnak a talajlazító módszerek, figyelembe véve a talaj egészségének megőrzését és a fenntartható gazdálkodási gyakorlatokat.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Talaj fogalma

A pedoszféra, más néven talajburok egy olyan földkéreg, amely a talajképződés folyamatai által befolyásolt és bonyolult – biológiai, kémiai, és fizikai folyamatok sokaságában megnyilvánuló – a litoszférának a legfelső mállott rétege. A pedoszféra szoros kapcsolatban van az atmoszférával, litoszférával, és a hidroszférával. A bioszféra a szféráknak az a része, ahol lejátszódnak a biológiai folyamatok és az élőlények előfordulnak.

A talaj egy állandó dinamikus kölcsönhatásoknak a színtere. Az élettelen anyagok és élő szervezetek kölcsönhatása alkalmával játszódnak le azok az összetett folyamatok, amikor a talajok a tulajdonságait kialakítják.

A talaj a földkéreg legfelső, szilárd burka, amely a talaj termékeny takarója és sajátos természeti képződmény, illetve ez a kéreg a növények termőhelyéül szolgál. A talaj termékenység a talajnak egy olyan alapvető tulajdonsága, ahol a növényeket tápanyagokkal és vízzel ellátja, így már lehetővé is válik a biomassa előállítás.

2.2 Talaj alkotórészei

A talaj egy olyan rendszer, amely háromfázisú (szilárd, folyékony, légnemű), és különböző minőségű és méretű elemekből áll. Heterogén, melynek kapcsán határfelületekkel elválasztott fázisokat lehet megkülönböztetni egymástól és polidiszperz, egy több komponensből álló keverék, melyben különböző méretű szemcsék vannak szétoszlalva egy összefüggő fázisban, mégpedig a talajoldatban.

Talaj fontosabb fázisai és komponensei:

a.) Szilárd fázis		b.) Folyékonyfázis	c.) Gázfázis
Ásványi	Szerves	(talajoldat)	(talajlevegő)
1.) Nyers ásványtörmelékek (kő, kavics, homok)	1.) Elhalt növényi és állati maradványok	1.) Víz az oldott szervetlen és szerves anyagokkal	CO ₂ , O ₂ , N ₂ , vízgőz
2.) Átalakult és újraképződött ásványok (kristályos és amorf anyagok)	2.) Szerves bomlás termékek 3.) Humusz	2.) talajnedvességben oldott gázok (CO ₂ , O ₂)	

Az alkotórészek kisebb hányadát pedig élő szervezetek a túlnyomó többségét pedig élettelen anyagok alkotják. A talajban két alrendszert különböztethetünk meg, egyik a biotikus, a másik pedig az abiotikus. A szilárd részek a talaj térfogatának mintegy 50-60 %-át alkotják, a folyékony és a gázfázis pedig együttesen kb. 40-50 %-ot tesznek ki.

2.3 Talaj és a gyökérzet

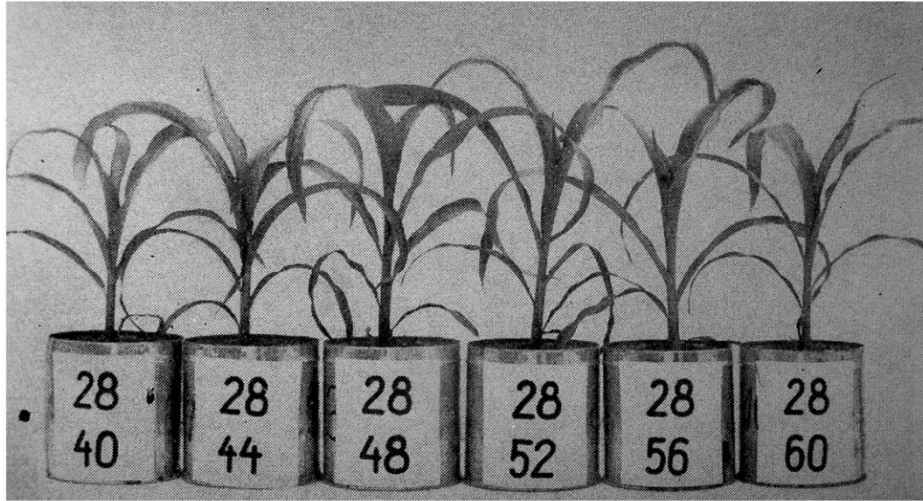
A talaj összetétele: szilárd részek és a közöttük lévő póruster (amin a levegő és víz osztozik). Ezek aránya növények oxigén igényes gyökere számára meghatározó. Szerkezete: a szilárd rész rendezettsége, pl. aprómorzsa talaj, vagy szerkezet nélküli homoktalaj. Tömörödött talajban csökken a póruster, oxigénhiány és redukív környezet alakul ki. A gyökérműködés oxigénigényes, ezért a megfelelő szerkezetű, porózitású talaj a kívánatos. A gyökérzet számos létfontosságú anyag előállítását végzi, és a növény fejlődésében, teljesítőképességében meghatározó szerepe van!

A gyökér környezeti igénye: az oxigénigényes gyökérműködés megfelelő szerkezetű, porózitású talajban működik jól. A jó talajszerkezet feltétele a faj gazdag talajlakó szervezetektől tevékeny, jó tápanyag szolgáltató talaj. A szántóföldön a tarlómaradványok és az évenként akár többszöri magágy készítés, mind a talajéletre, mind a szerkezetre kedvező hatású. Gazdászok számára könyvtámi szakirodalom van a talajművelésről, magágy készítésről. Gyümölcsösnél a telepítés előtti forgatás után hajlamosak vagyunk megfedkezni a talajszerkezetről, talajlazításról. Az ugarolás, a többszöri gépi munka tovább rontja a helyzetet.

Talajállapot	Fizikai paraméterek		Következmények a talajban
	Összes pórus (%)	Talajellenállás (MPa)	
Természetes	47-52	1,50-2,50	Kedvező nedvesség-, levegő- és hőforgalom, szénkimelés
Tulzottan laza	≥60	<1,0	El/lehordható, víz- és szénvesztés
Tömörödött (hiba)	≤38	≥3,0 (4,0-6,0)	Levegőtlenység, vízpangás a réteg fölött, aszályérzékenység
A növények magágyigénye	47-52	1,15-1,45	Jó kelés, kezdeti fejlődés
A növények gyökéragy-igénye	46-48	1,85-2,85	Fajra jellemző gyökerezés

1. ábra: A talajállapot elbírálására alkalmas határértékek

A talaj pórustérfogat növekedésének hatása a kukoricára 28 súly % víztartalmú talajon



(Az alsó számsor a szilárd részek aránya a talajban)

Dr Szirtes Viktória: Hormonális szabályozás, levéltrágyázás I. Mg. Kiadó, 1984.

2. ábra: a talaj pórustérfogat növekedésének hatása a kukoricára

2.4 Talajszerkezet

A talaj szerkezetét a kolloidok határozzák meg a talajszemcsék összeragasztásával. A kolloidok mérete: 1-500 nanométer, ebben a mérettartományban már az atomi erők érvényesülnek. A kolloid felszínén lévő atomok +, vagy – töltése a talajoldatban lévő ellentétes töltésű ionokat megköti, a megkötött ionok a talajoldat összetételét tükrözik. A talajoldatba lévő kationok arányától függ, hogy milyen ionok kötődnek a kolloidokra. A kolloidok vízfelvétellel laza, „szól” állapotba kerülnek, kenőanyagként viselkednek, míg kiszáradva tömörre válnak és ezen „gél” állapotukban ragasztóként viselkednek. A kolloidok a felületükön megkötött kationoktól függően ragasztóanyagként (gél állapot Ca^{++}), vagy kenőanyagként (szól állapot Na^+ , Mg^{++}) viselkednek. Amikor a talajoldatban, és a kolloidokon a Na^+ , vagy Mg^{++} viszonylagos mennyisége (aránya) magas a nedvesedő és kiszáradó talaj tömörödik. A jó szerkezetet a kolloidok azzal tudják biztosítani, hogy a talajszemcséket tartós morzsákká összetapasztják. Ehhez kellenek a szerves kolloidok (humusz, talajélet) és megfelelő Ca ellátottság, a gél állapot biztosításához. A kolloidokon lévő kationok mennyisége, és minőségi összetétele a „Kation csere kapacitás” vizsgálattal mérhető. A vizsgálat a „bázikus kationok” (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++}) mennyiségét adja meg me-ben (milligramm-egyenértékben). A kapott adatok a talaj tápanyag-szolgáltatására és a talajszerkezetre, az esetleges tömörödés okára, orvoslásin lehetőségére vonatkozóan

adnak igen hasznos tájékoztatást. Ezt a vizsgálatot a hazai gyakorlatban általában nem kérik. Ennek oka megítélésem szerint az, hogy nincs hozzárendelve „hivatalosan elfogadott” határérték.

A vizsgálati adatok határértégeit a szakirodalmi adatokra támaszkodva, vizsgálati tapasztalatai alapján Világi Egyed az alábbi táblázat szerint határozta be:

	Ca++ %	Mg++ %	K+ %	Na+ %
Kedvező Arány	60-80 10	12-16 2	6-8 1	1-1,5
Káros	80 % felett	30 % felett		5 % felett

3. ábra: A kicserélhető kationok határértékei

2.5 Talajtömörödés

A talajtömörödöttség megjelenéséből és kialakulásából adódóan a definíciójának a meghatározása nehéz feladat. Szükséges hozzá ismerni a tömörödöttség helyét és mértékét, de mindenelekőtt az okát és a hatását. A különböző tényezők figyelembevételével már több meghatározás is történt. Magát a folyamatot, aminek köszönhetően a tömörödöttség megvalósul HAKANSSON és VOORHEES(1997) a következők szerint fogalmazta meg: a tömörödöttség azokra a talajjal kapcsolatos folyamatokra értendő, melyeknek hatására a talaj háromfázisú rendszeréből mechanikai stressz során a levegő kiszorul és a térfogata csökken. BIRKÁS et al. (1993) megfogalmazásában „a talajtömörödése a természetes, vagy mesterséges úton kialakult szerkezet deformációja, amely együtt jár a porozitás, és az áteresztőképesség (levegő, hő, víz) csökkenésével, a talaj ellenállásának növekedésével”. Bizonyos szerzők igyekeznek a káros tömörödöttség mértékének a számszerű megadására, amelyek jól meghatározható méréseken alapulnak. A szakirodalom szerint káros talajtömörödöttség akkor áll fenn, ha a termőrétegben a térfogattömeg érték meghaladja a 1,5 g/cm³-t, illetve ha a talajellenállás a 3 MPa-t. (EITZINGER, 1991; OUWERKERK és SOANE, 1994; BIRKÁS, 1995).

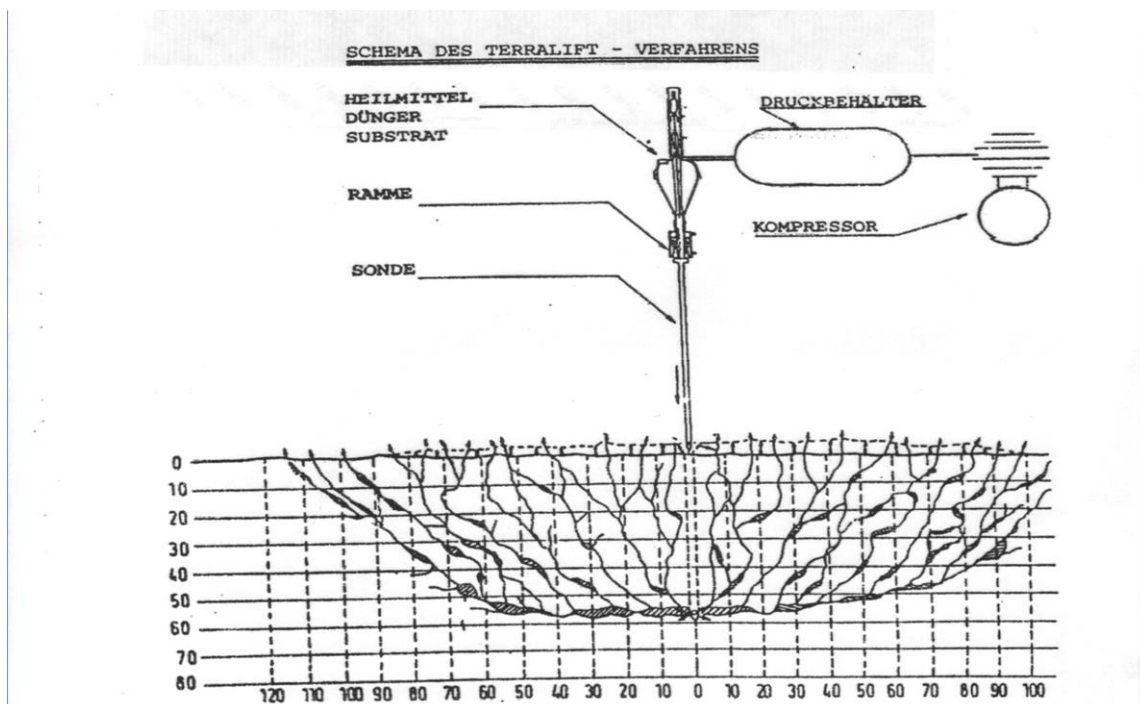
Ha a Na⁺, vagy Mg⁺⁺ aránya eléri a káros szintet tömörödik a talaj, mert a tőlük nedvesen állapotba jutó szől, fellazult talajkolloidok kenőanyagként és megszáradva, gél állapotban ragasztóként viselkednek. A tömörödés olyan mértékű lehet, hogy a gyökér víz elszívásának pótlására nem tud a nedvesség megfelelő sebességgel áramolni – a talaj nedves állapota mellett aszály tünetet mutat a növény! A Na⁺, vagy Mg⁺⁺ (atomszerkezetéből adódóan) nagy hidrát burokkal rendelkezik, növeli a talaj holt víz arányát és a könnyen kialakuló pangó víz

tovább ront a helyzeten. A tömörödött, levegőtlen talajban az oxigénhiány gátolja a gyökérlégzést, ráadásul egyes ionok – elsősorban a Mn^{++} , vagy az Al^{+++} – redukzív állapotba kerülve súlyos tápanyag felvételi zavart okoznak. A belvízfoltok, ahová a víz összefolyik, oda magával viszi a talajból könnyen oldódó Mg^{++} és Na^+ ionokat, azok a kolloidokon felhalmozódnak és vízzáróvá teszik a laposokat. A talajkolloidokon mindig a talajoldatban jelenlévő ionok találhatók (foglalják el a kötési helyeket), ettől biztos a beavatkozások visszarendeződése.

2.6 Talajlazítás

A magas nyomású levegő diffúz módon lazítja a talajt, minden bizonnyal megnyitja a pórus járatokat. A bejuttatott levegő megszünteti az oxigén hiányos (reduktív) állapotot, javítja a gyökérlégzést, a káros, redukzív állapotú ionok is oxidálódnak – ez igen gyorsfolyamat. Az állapot javulás átmenetinek tekinthető, mert nem változtattuk meg a tömörödést létrehozó viszonyokat, ezért a talaj idővel visszarendeződik korábbi állapotába! A javulás tartósabbá tételéhez az optimális kation arányok megváltoztatása kell.

A talaj visszarendeződő tulajdonsága miatt a kezelést a helyi adottságoktól függően ismételni kell, ennek szükségét az analitikai vizsgálatok és a növényzet képe alapján lehet eldönteni.



4. ábra: A talajszellőztetés ábrája

2.7 A sűrített levegővel történő talajlazítás hatása a gyökérműködésre

A sűrített levegővel történő talajlazítás egy innovatív technológia, amelynek célja a talajszerkezet javítása és a növények fejlődésének elősegítése. A technológia lényege, hogy nagynyomású levegőt juttatnak a talajba, ezáltal fellazítva a tömörödött rétegeket és javítva a víz- és levegőáramlást.

A sűrített levegővel történő talajlazításnak számos pozitív hatása van a gyökérműködésre:

- Növeli a gyökérműködést: a lazább talajszerkezet megkönnyíti a gyökerek számára a terjedést, és ezáltal több vízhez és tápanyaghoz juthatnak.
- Javítja a vízfelvételt: a fellazult talaj jobban beszívja a vizet, és ezáltal a növények könnyebben felvehetik a szükséges vízmennyiséget.
- Javítja a tápanyagfelvételt: a lazább talajszerkezet javítja a tápanyagok mozgását a talajban, és ezáltal a növények könnyebben felvehetik a szükséges tápanyagokat.
- Serkenti a gyökérszőrök növekedését: a gyökérszőrök a gyökerek mikroszkopikus méretű kinövései, amelyek a víz és a tápanyagok felvételéért felelősek. A sűrített levegővel történő talajlazítás serkenti a gyökérszőrök növekedését, ami javítja a növények víz- és tápanyagfelvételét.
- Növeli a gyökérszőrök oxigénellátását: a lazább talajszerkezet javítja a levegő áramlását a talajban, és ezáltal a gyökerek több oxigénhez jutnak.
- Csökkenti a talajeróziót: a sűrített levegővel történő talajlazítás javítja a talajszerkezetet, ami csökkenti a talajeróziót.

3. Anyag és Módszer

3.1 Vizsgálóterületek

Kajszi ültetvény: MATE Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Érdi Kísérleti Telep (2030 Érd, Elvira-major), 0139 hrsz., összesen 10,5 ha területű, 7. nyaras, 5 x 4 m térállású kajszi ültetvénye, típusos meszes csernozjom talajon. Kezelt blokkok: Tardif de Valance és Bergarouge fajtán két-két egymás mellett lévő sorban 10-10 fából álló blokk (azaz egyenként 20 fából álló 400 m² területű blokk), 3 ismétlésben, összesen 2 fajta x 3 ismétlés x 400 m² = 2 400 m², valamint azonos számú és területű kontroll (talajkezelés nélküli), térben jól elkülönülő blokk.



1. kép: A kísérleti kajszi ültetvény Bergarouge fajtájú fái a virágzási időszak kezdetén (Érd Elvira major, 2021. március 31.)

Cseresznye ültetvény: MATE Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Érdi Kísérleti Telep (2030 Érd, Elvira-major), 0160 hrsz., összesen 7,8 ha területű, 10. nyaras, 7 x 5 m térállású cseresznyeültetvénye, típusos meszes csernozjom talajon. Kezelt blokkok: Kruploplodnaja és Linda fajtán két-két egymás mellett lévő sorban 6-6 fából álló blokk (azaz egyenként 12 fából álló 420 m² területű blokk), 3 ismétlésben, összesen 2 fajta x 3 ismétlés x 420 m² = 2 520 m², valamint azonos számú és területű kontroll (talajkezelés nélküli), térben jól elkülönülő blokk.

3.2 Kezelések

A talajlazító kezelések 2021. május 5-én történtek meg. A kajszi ültetvényben a kezelt blokkokban a facsíkban (a fák alatti, művelt sávban) valamennyi faközben egy-egy leszúrást végeztünk, azaz átlagosan a fák hektáronkénti számával megegyező számú szúrást történt (500 db/ha). A cseresznye ültetvényben a nagyobb tenyészterület miatt minden faközben két-két leszúrást végeztünk, a fák törzsétől kb. 1-1.5 m távolságban. Így összesen a fák hektáronkénti számának kétszeresével megegyező szúrást végeztünk (570 db/ha).



2. kép: A kísérleti kezelések elvégzése a kajszi ültetvényben (bal), illetve a talajnedvesség mérő szenzorok telepítése (Érd Elvira major, 2021. május 5.)

3.3 Talajfizikai mérések

3.4 Talajtömörödöttség vizsgálata

A talaj tömörödöttségét kézi penetrométerrel (Handheld penetrometer, Eijkelkamp) határoztuk meg, 1 cm² felületű kúpos szondával, a talaj felső 50 cm-es rétegében, 10 cm-es felbontásban. A kajszi ültetvényben a méréseket két-két szomszédos fa között összesen 8 ponton végeztük el a két, 4 m távolságban lévő törzset összekötő egyenes mentén 50, 150, 250 és 350 cm-es pozícióban, valamint erre merőlegesen mindkét irányban a középvonalhoz képest 50 és 100 cm távolságban. A két fajtán 3-3 kezelt és 3-3 kezeletlen

blokkban egy-egy véletlenszerűen kiválasztott faközben mértünk. A vizsgálatokat a talajlazító kezelés előtt (2021. április 28-án), és a kezelés után (2021. május 14-én) is elvégeztük.

A cseresznyeültetvényben a fák tőtávolsága 5 m, így a méréseket a középvonal mentén 50, 150, 250, 350 és 450 cm-nél végeztük, valamint erre merőlegesen mindkét irányba 50 és 100 cm-nél, azaz összesen 9 mérési pontunk volt faközönként. Szintén valamennyi kezelt és kezeletlen blokkban egy- egy véletlenszerűen kiválasztott faközben végeztük el a mérést. Ebben az ültetvényben kizárólag a kezelést követően történtek meg a mérések, 2021. május 19-én.

3.5 Térfogattömeg meghatározása

A talaj térfogattömegét a kajszi ültetvény egy reprezentáns kezelt, ill. kezeletlen blokkjából gyűjtött mintákból határoztuk meg. A művelt facsík területén szelvénygödört ástunk, és a talajt óvatosan 10 cm-es rétegenként lebontva 100 ml térfogatú mintavevő csövek segítségével szintenként 2-2 db bolygatatlan szerkezetű talajoszlopot gyűjtöttünk, amelyeket tömegállandóságig szárítva meghatározhattuk az egységnyi térfogatú talaj tömegét.

3.6 Talajnedvesség és talajhőmérséklet mérések

A kajszi ültetvényen a Tardif de Valance fajta soraiban egy-egy reprezentatív kezelt, illetve kezeletlen blokkjában helyeztünk el SM150T (Delta-T, UK) típusú, elektromágneses hullámok időeltolódásának mérésen alapuló (time domain reflectometry, TDR) talajnedvesség és hőmérsékletmérő szenzorokat, 30 cm, 60 cm és 90 cm mélységben, szintenként 2-2 db-ot. A szenzorok adatait GP2 (Delta-T, UK) adatgyűjtővel rögzítettük, 10 perces időközökben. A szenzorokat a talajlazító kezelés előtt telepítettük és 2021. augusztus 17-ig üzemeltettük.

A talaj beázási profiljának meghatározását a telepített talajnedvesség mérő szenzorok fölötti talajfelszínre helyezett, 1 m² felületű fémkeretek segítségével rövid idő (15-20 perc) alatt kijuttatott, 100 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiség leszivárgási ütemének vizsgálatával határoztuk meg.



3. kép: A beázási profil vizsgálatához használt keret, vízzel feltöltve (Érd Elvira major, 2021. július 12.)

3.7 A fák növekedésének vizsgálata

Az esetleges kezeléshatás vizsgálata érdekében a fák vegetatív növekedését határoztuk meg az éves vesszők hosszúsága segítségével, a vegetációs időszak zárása után, 2021 novemberében. Ehhez a kajszi ültetvényben valamennyi kezelt, illetve kezeletlen blokkban 2-2 véletlenszerűen kiválasztott fa 1-1 vágán megmértük az összes, 2021-ben keletkezett vessző hosszúságát. A növekményt a vágás alapján keresztmetszet felületére vonatkoztattuk. A cseresznye ültetvényben a növekedést hasonló módon határoztuk meg, azonban blokkonként csak 1-1 fán.

A fák termésmennyiségét csak a kajszi ültetvény Tardif de Valance fajtáján volt lehetőségünk meghatározni, mivel a kajszi és a cseresznye virágzási időszakában (ez 2021-ben április első hetére esett) több, egymást követő fagyos hajnal következteben jelentős fagykárt detektáltunk. A cseresznyében közel 90%-os termés kiesés, míg a Bergarouge kajszifajtán rendkívül heterogén termékenyülés volt a jellemző. A Tardif de Valance fajtán (véltetően a néhány nappal későbbi virágzás miatt) viszont egyenletes, kifejezetten nagy gyümölcssterhelés alakult ki. A termésmennyiséget a normál szüreti időpontban (augusztus első dekádjában) blokkonként összesítve határoztuk meg, és fánkénti gyümölcstömegben fejeztük ki.

3.8 A lomb tápanyag tartalmának vizsgálata

A fák lombjának tápanyagtartalmát augusztusban (a szüreti időszak után) begyűjtött mintákból határoztuk meg. Mind a kajszi, mind a cseresznye ültetvényben valamennyi kezelt, ill. kezeletlen blokkból blokkonként

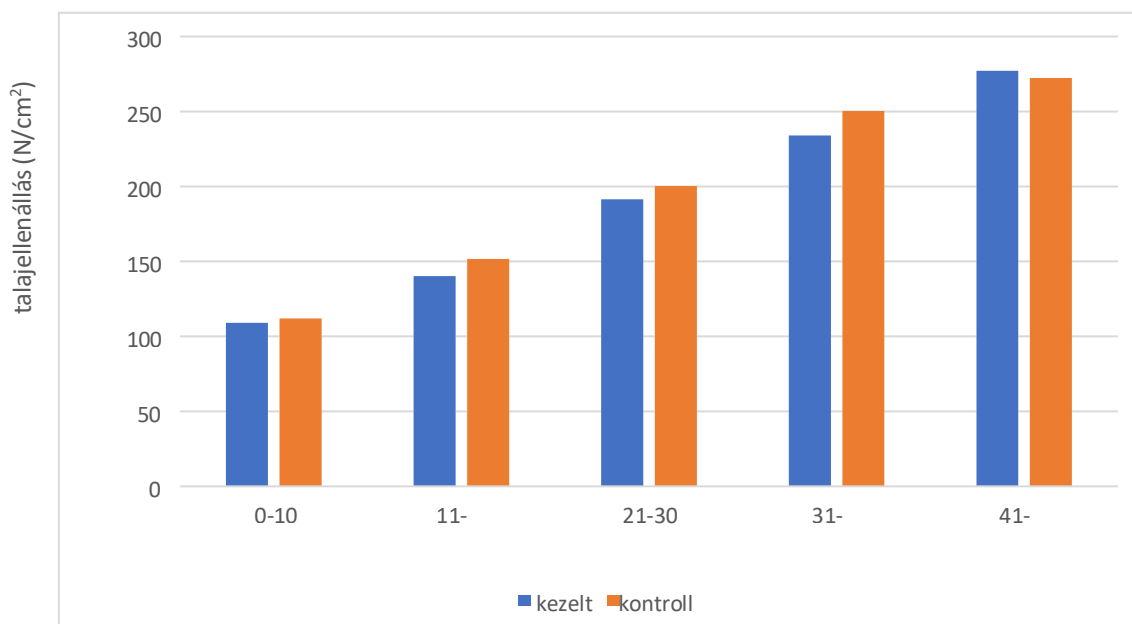
egy átlagmintát képeztünk, a blokkban található valamennyi fa hosszú hajtásainak közepéről begyűjtött, teljesen kifejlett levelekből. A mintákból a nitrogén, a foszfor, a kálium, a kalcium és a magnézium koncentrációját határoztuk meg az MSZ-08-1783: 1983 szabványsorozat vonatkozó tagjai alapján.

4. Eredmények

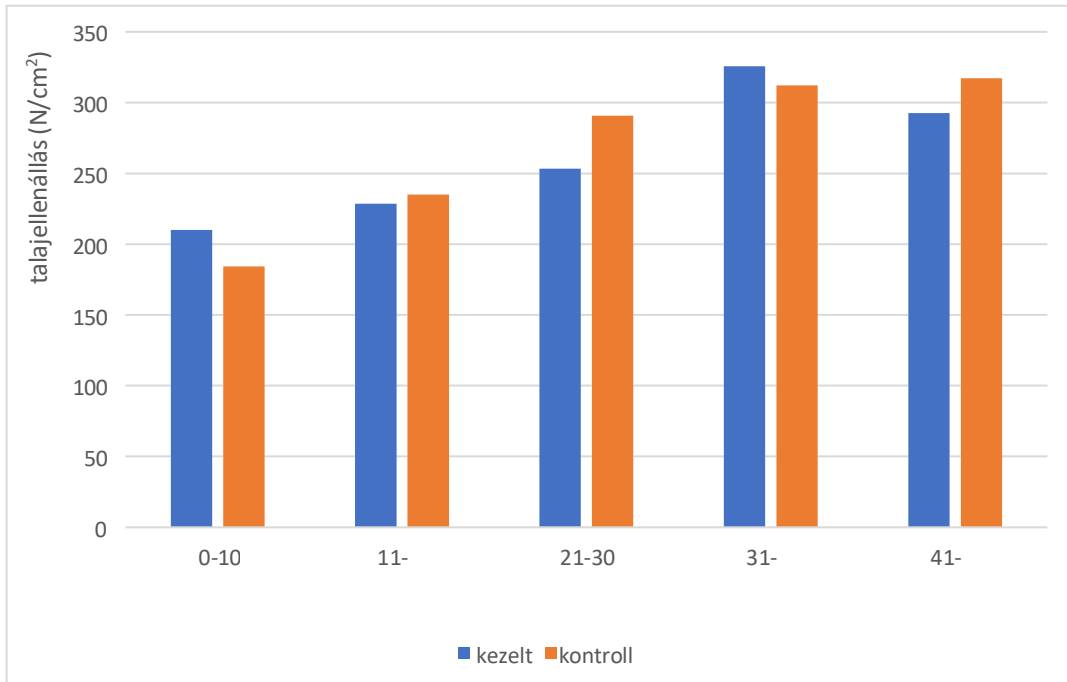
4.1 Talajtani vizsgálatok

A nagynyomású, lökésszerűen kijuttatott levegővel működő talajlazító eszköz egyik feltételezett hatása, hogy csökkenti a talaj tömörödöttségét, így javítja annak gyökerekkel való átjárhatóságát, levegő- és vízgazdálkodását. A talaj tömörödöttségét kézi penetrométerrel vizsgáltuk, amely indirekt módon, a talaj szűrőszonda áthatolásával szembeni ellenállásának mérésén keresztül jellemzi a tömörödöttséget. A penetrométerrel meghatározható érték azonban függ egyéb tényezőktől is, így például a talaj nedvességtartalmától: a szárazabb talaj ellenállása a szűrőpróbával szemben nagyobb anélkül, hogy ez a talajszerkezetben történő tényleges változást jelezne.

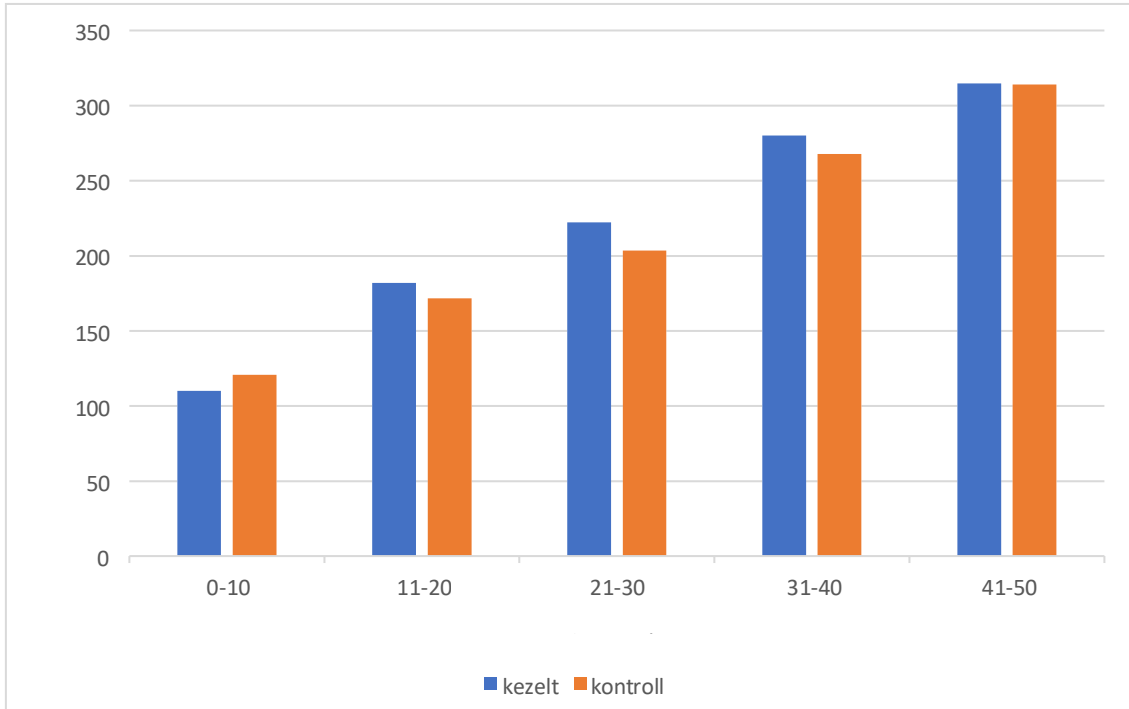
A 2021-ben végzett méréseink alapján a kajszi ültetvényben a kezelések céljára kijelölt, illetve a kezeletlenül hagyott blokkokban a talaj tömörödöttsége teljesen azonos képet mutatott a kezelés elvégzése előtt (5. ábra). A kezelések elvégzése után, az első mérés sorozatot, mint egy két héttel követő második mérési időpontban jelentősen nagyobb talajellenállás értékeket mértünk, ám a kezelt és a kezeletlen blokkokban némileg eltérő tendenciát tapasztaltunk: a kezeletlen blokkokban a talajellenállás értéke lefelé haladva monoton növekvő, míg a kezelt blokkokban 50cm-es mélységben alacsonyabb értéket kaptunk, mint 40cm-es mélységben (6. ábra). Ezért elemzésünk szerint arra utal, hogy a mélylazító eszköz valóban kedvező hatással volt a talaj szerkezetére az 50 cm-es talajmélységben.



5. **ábra:** A talaj tömörödöttségével arányos, kézi penetrométerrel meghatározott talajellenállása kajszi ültetvényben a talajlazító kezelések elvégzése előtt (Érd Elvira major, 2021. április 28.). Az ábrán feltüntetett értékek 6-6 blokkban, blokkonként 8-8 mérési ponton meghatározott értékek átlagai.



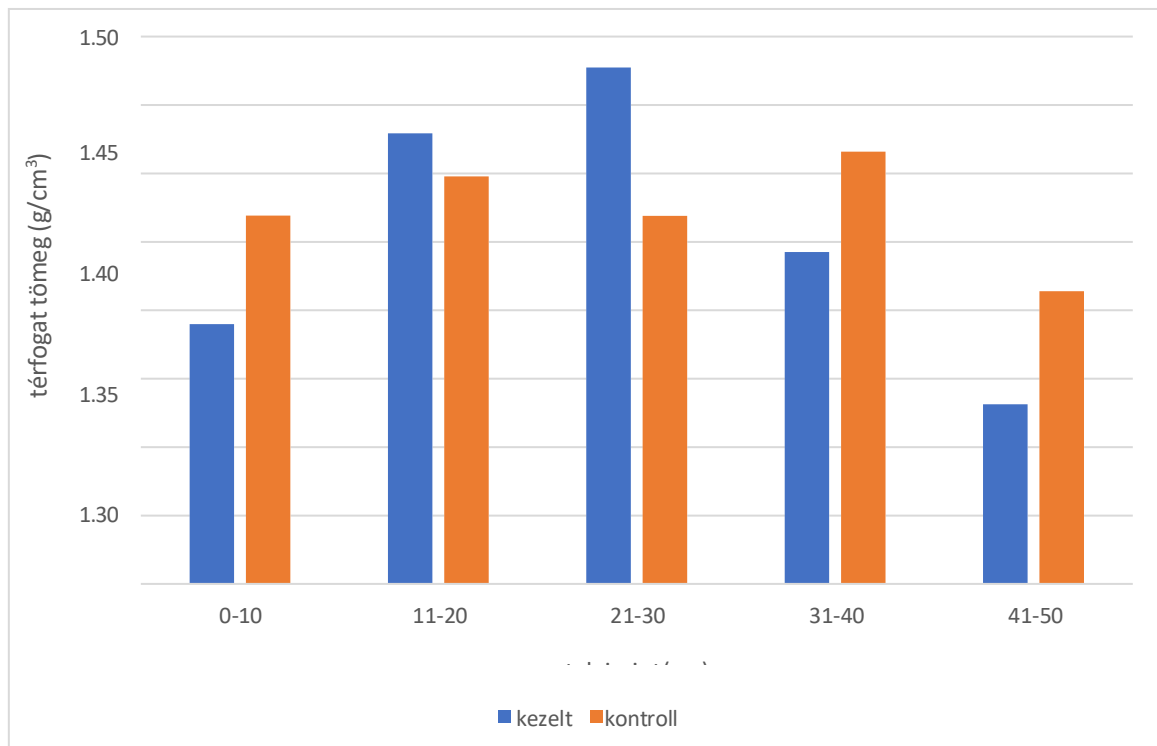
6. **ábra:** A talaj tömörödöttségével arányos, kézi penetrométerrel meghatározott talaj ellenállása kajszi ültetvényben a talajlazító kezelések elvégzése után (Érd Elvira major, 2021. május 14.). Az ábrán feltüntetett értékek 6-6 blokkban, blokkonként 8-8 mérési ponton meghatározott értékek átlagai.



7. **ábra:** A talaj tömörödöttségével arányos, kézi penetrométerrel meghatározott talaj ellenállása cseresznye ültetvényben a talajlazító kezelések elvégzése után (Érd Elviramajor, 2021. május 19.).

Az ábrán feltüntetett értékek 6-6 blokkban, blokkonként 9-9 mérési ponton meghatározott értékek átlagai.

A cseresznye ültetvényben kizárólag a kezelések után végeztünk méréseket. Ekkor a kezelt és a kezeletlen blokkok között egyetlen általunk vizsgált talajsztintben sem volt érdemi eltérés (7. ábra). Itt két körülményre szeretnénk felhívni a figyelmet: egyrészt az általunk alkalmazott eszközzel mindössze 50 cm-es mélységig tudtuk megbízhatóan mérni a talajellenállást, így a talajlazító eszköz esetleges hatását a mélyebb rétegekre nem tudtuk detektálni. Másrészt az 5. és 6. ábrán valamennyi adat oszlop 48 egyedi mérés, míg a 7. ábrán 54 egyedi mérés átlagát reprezentálja.



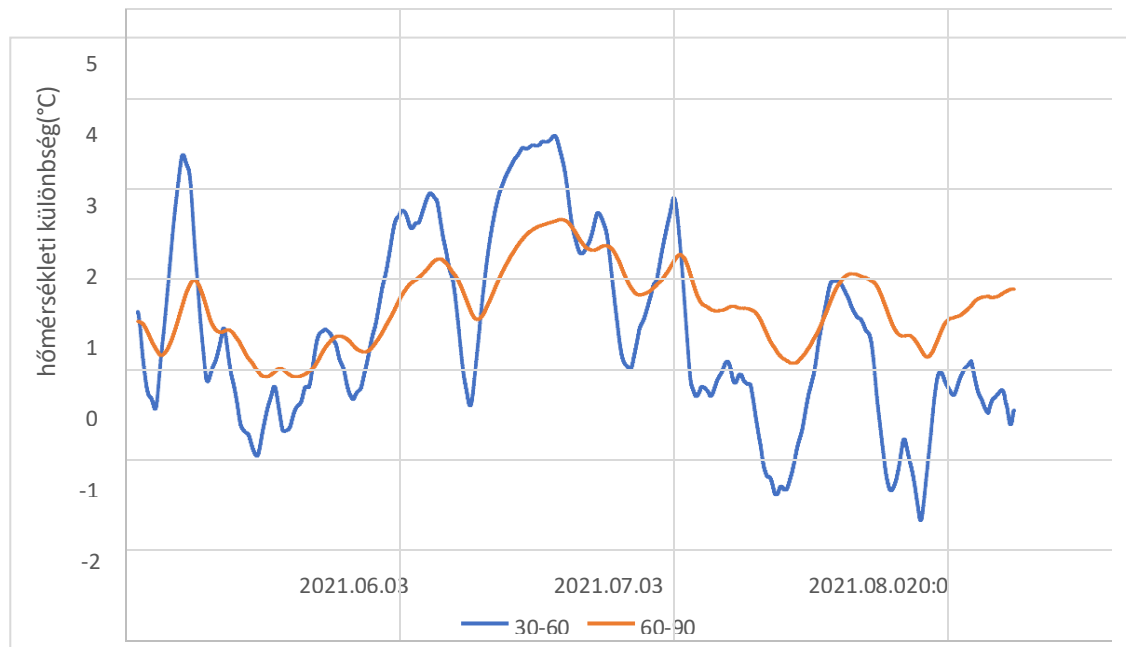
8. **ábra:** A talaj térfogattömege a különböző talajsztintekben a talajlazító kezelés elvégzése után a kajszai ültetvényben (Érd Elvira major, 2021. május24.). A vertikális tengelyen a skála kiinduló pontja nem nulla!

A talaj tényleges tömörödöttségét a penetrométeres vizsgálatoknál sokkal pontosabban, ám jelentősen több munkával lehet vizsgálni, ha bolygatatlan szerkezetű talajmintákat veszünk és a talaj térfogattömegét határozzuk meg. Minél nagyobb a talaj térfogattömegének értéke, és minél közelebb áll a talaj megközelítően 2,6 – 2,7 g/cm³ fajsúly értékéhez, annál kevesebb a talajszemcsék közötti hézag, azaz annál kedvezőtlenebb, levegőtlenebb a talaj szerkezete.

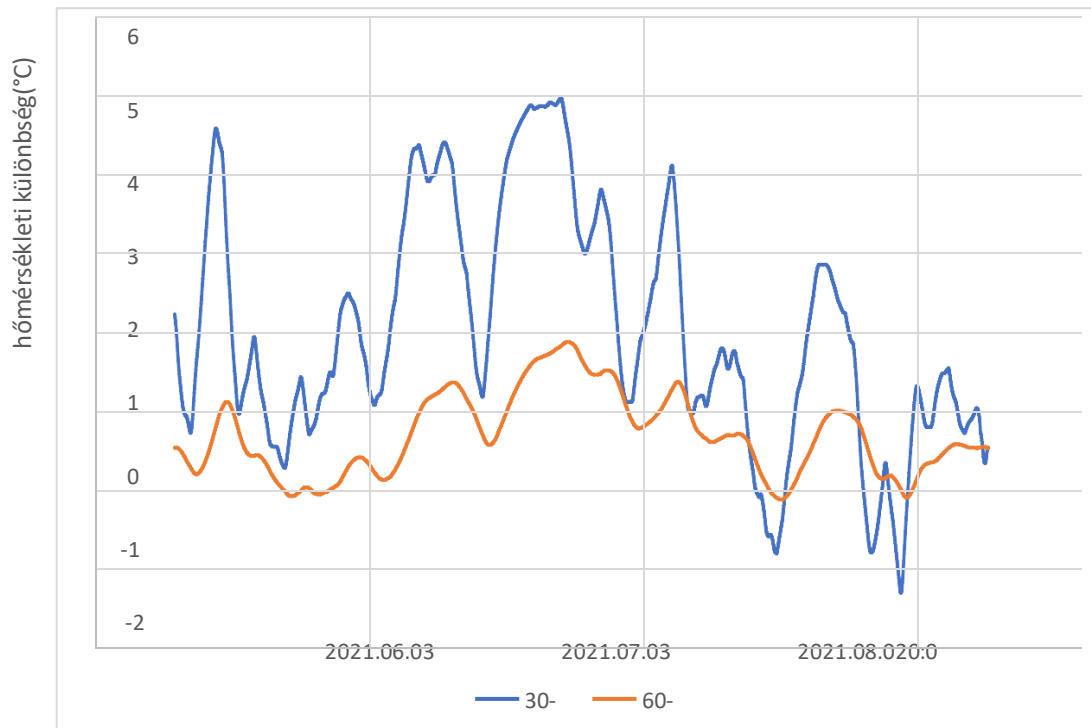
Vizsgálataink szerint a 31-40 cm-es és a 41-50 cm-es talajrétegben is jelentősen kisebb volt a talaj

térfogattömege a kezelt blokkban, mint a kezeletlenben (**4. ábra**), azaz a mélyebb rétegekben igazolható a talajlazító művelő eszköz kedvező hatása. Érdekes és visszaellenőrizendő jelenség, hogy ezzel szemben a 11-20, és a 21-30 cm-es talajrétegben ezzel ellentétes tendenciát tapasztaltunk, azaz a kezelt blokk talaj térfogattömeg értéke volt magasabb.

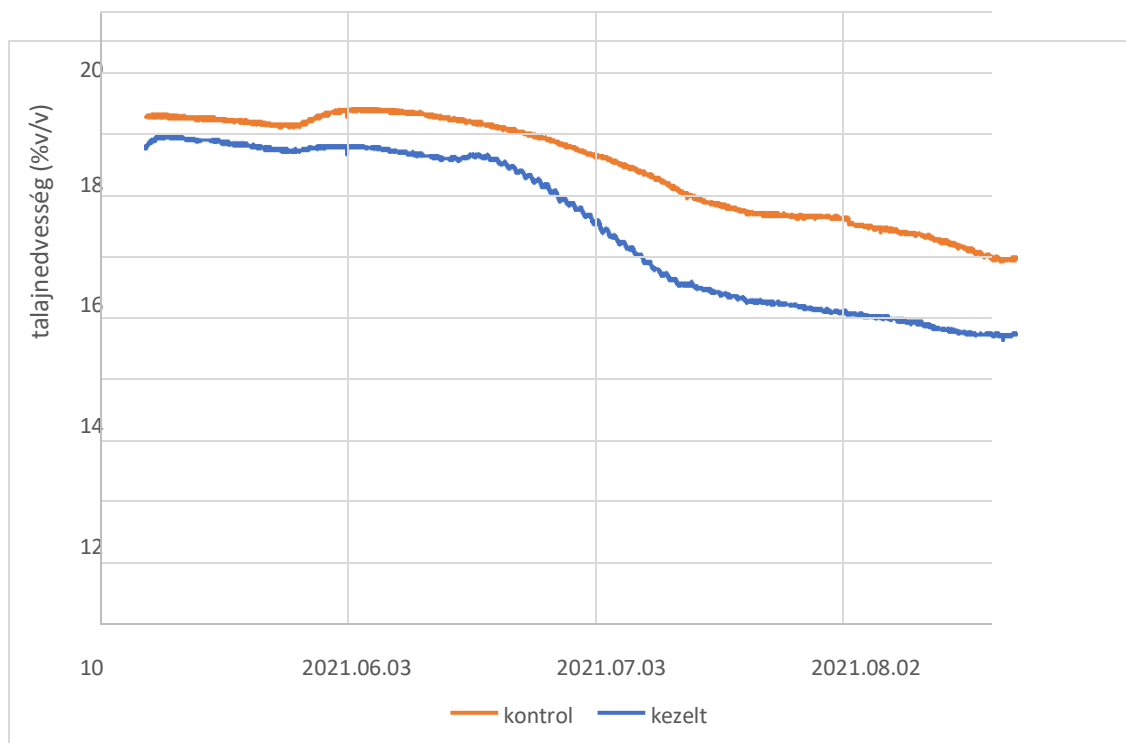
A talaj fizikai szerkezetén túl a kezelés hatását igyekeztünk közvetett módon is felmérni a hő rétegzettség vizsgálatán keresztül. A 30, 60 és 90 cm mélyen lévő szenzorok által mért értékek közötti különbséget ábrázolva szembeötlő, hogy a kezelt blokkban a 60 és 90 cm mélységben lévő szenzor közötti hőmérséklet különbség jelentősen kisebb, mint a kezeletlen blokkban (vesd össze az **9. és 10. ábrát**). Azaz, a 90 cm-es talajréteg a kezelt területen hőmérsékleti szempontból hasonlóbb a 60 cm-es réteghez, mint a kezeletlen területen.



9. **ábra:** A talaj különböző rétegei közötti hőmérséklet különbség a kontroll (kezeletlen) blokkban (Érd Elvira major,2021.)

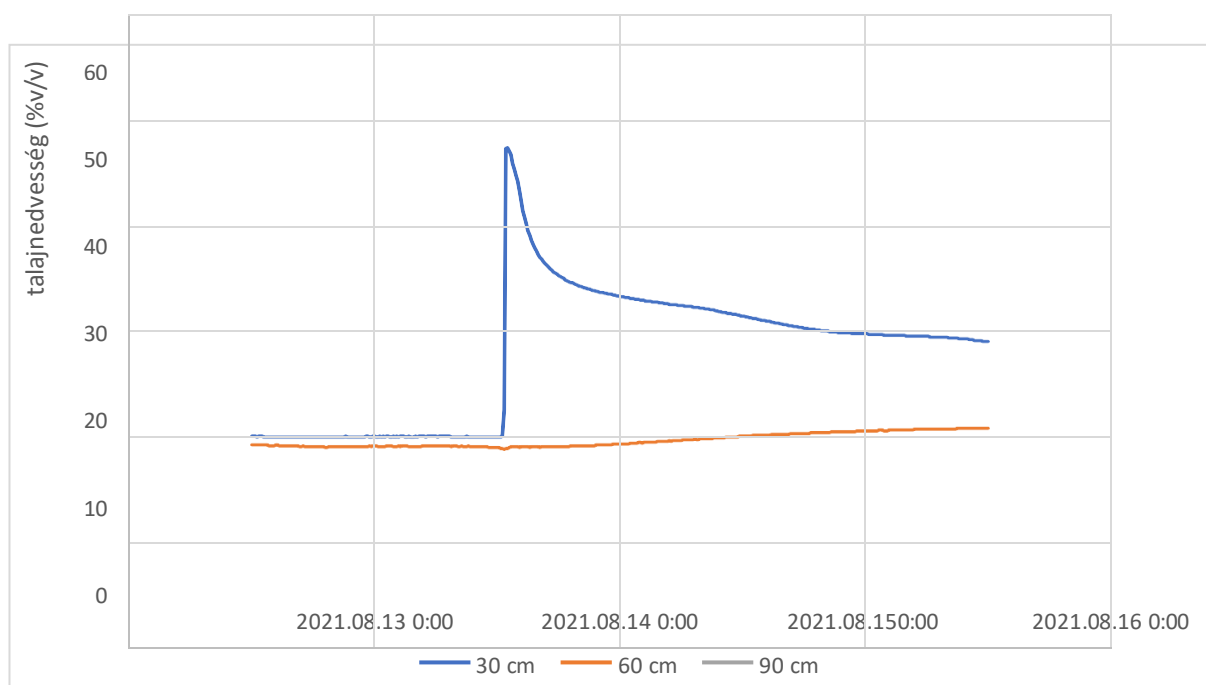


10. **ábra:** A talaj különböző rétegei közötti hőmérséklet különbség a **kezelt** blokkban (Érd Elvira major, 2021.)

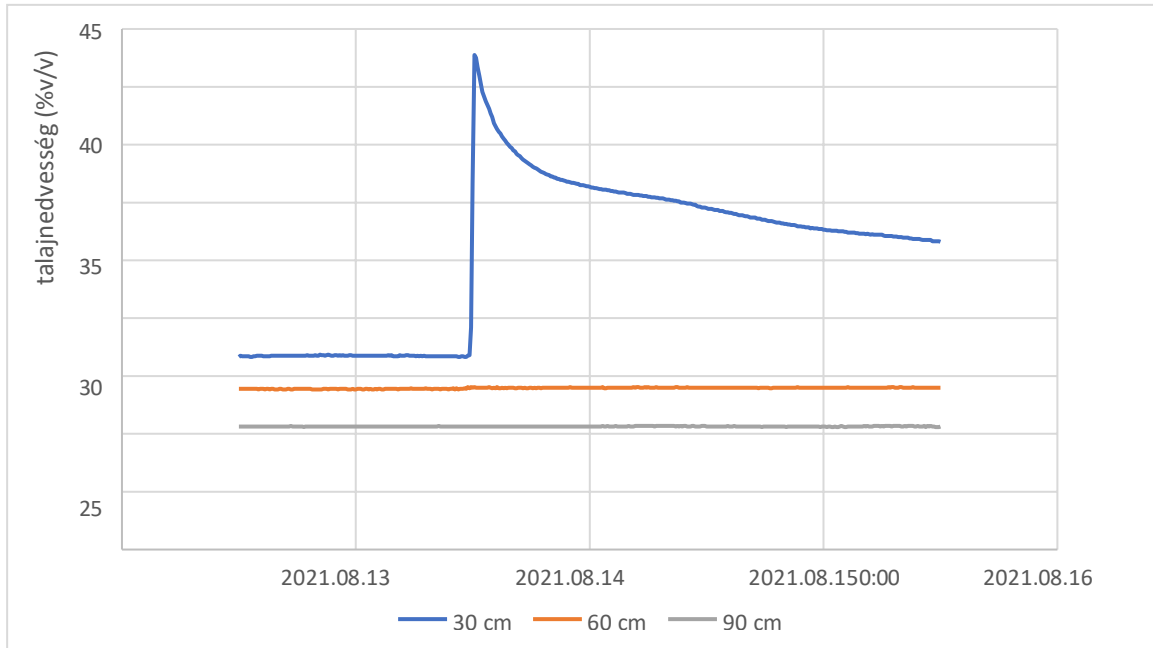


11. **ábra:** A talajnedvesség tartalma **90cm-es mélységben** a talajlazító kezelésben részesült, illetve a kontroll (kezeletlen) blokkban (Érd Elvira major, 2021. május– augusztus).

A talaj közvetlen fizikai szerkezetén túl vizsgáltuk a kezelés hatását a talaj vízháztartására is. Ebből a szempontból két, egymásnak némileg ellentmondó eredményt mutatunk be. A **11. ábrán** egyértelműen nyomon követhető, hogy a kezelt területen 90 cm mélységben a talaj nedvességtartalma sokkal nagyobb mértékben csökkent, mint a kezeletlen blokkban. Ezt akár a kapilláris vízemeléssel (azaz tisztán fizikai folyamattal), akár a gyökerek közvetlen vízfelvételeivel magyarázzuk, mindenképpen arra utal, hogy a talaj szerkezete a kezelt területen kedvezőbb, hiszen lehetővé teszi a mélyebb talajrétegekben raktározott vízhez való hozzáférést. A 11. ábrán bemutatott jelenséghez magyarázatként hozzá kell tenni, hogy június hónapban mindössze 12 mm csapadék hullott, míg júliusban 98 mm és mesterséges vízpótlás ebben az időszakban egyáltalán nem volt. Azaz, a kezelt területen a talaj mélyebb rétegének nedvesség tartalma a rendkívül száraz júniusi időszakban nagyobb mértékben tudott hozzájárulni a fák vízigényének kielégítéséhez, mint a kezeletlen területen.



12. ábra: A talajnedvesség tartalmának változása a **kontroll (kezeletlen)** blokkban egyszeri, 100mm csapadéknak megfelelő víz kijuttatás után (Érd Elvira major, 2021.augusztus)



13. **ábra:** a talajnedvesség tartalmának változása a **kezelt** blokkban egyszeri, 100mm csapadéknak megfelelő vízkijuttatás után (Érd Elvira major, 2021. augusztus).

A fentebb bemutatottaknak ugyanakkor ellentmond, hogy nagy adagú, 100 mm csapadéknak megfelelő mesterséges vízpótlást követően a kezelt blokkban a nedvesség mélyebb talajrétegek irányába történő gyors leszivárgását gyakorlatilag nem tudtuk megfigyelni, már a 60cm-es mélységben sem volt 48 órán belül detektálható talajnedvesség érték emelkedés (**12. ábra**). Ezzel szemben a kezeletlen blokkban 24 órán belül növekedni kezdett a talajnedvesség tartalma a 60cm-es mélységben is (**13. ábra**).

4.2 A fák növekedése és a lombozat tápanyag tartalma

A fák éves vegetatív fejlődését a kertészeti kutatási gyakorlatban elterjedten alkalmazott módon, fánként egy-egy kijelölt vázágon mérhető összes hajtásnövekedést a vázág alapi keresztmetszet felületére vetítve vizsgáltuk. Ez alapján következetes, mindkét faj mindkét fajtáján azonos irányú különbség a kezelt és kezeletlen blokkok között nem alakult ki (**1. táblázat**). A termésmennyiséget – ahogy a 2.5 szakaszban is jeleztük – csak a Tardif de Valance kajszifajtán tudtuk vizsgálni. Ennél a fajtánál a kezelt blokkokban átlagosan 10%-os terméstöbbletet mértünk a kezeletlenekkel szemben.

1. táblázat: A főbb növekedési mutató kialakulása a kísérleti parcellák területén (Érd Elvira major, 2021). A táblázatban szereplő értékek a kajszi esetén 6, míg a cseresznyénél 3 fán mért értékek átlagai.

Faj	Fajta	Kezelés	hajtásnövekedés	termésmennyiség
			cm/cm ² ákmf.	kg/fa
Kajszi	TardifdeValance	kezelt	68.8	22.3
	TardifdeValance	kontroll	48.1	20.1
	Bergarouge	kezelt	38.4	NA
	Bergarouge	kontroll	42.9	NA
Cseresznye	Linda	kezelt	36.6	NA
	Linda	kontroll	43.4	NA
	Kruplopodnaja	kezelt	37.1	NA
	Kruplopodnaja	kontroll	33.1	NA

ákmf.–ág alap keresztmetszet-felület, NA–a tavaszi fagykár miatt nem értékelhető adat

A fák lombjának tápanyagtartalmát vizsgálva mindkét faj mindkét fajtáján azonos irányú eltérést tapasztaltunk a kálium és kalcium tartalom esetében, míg a többi elemnél ilyen következetes különbség nem alakult ki (**2. táblázat**).

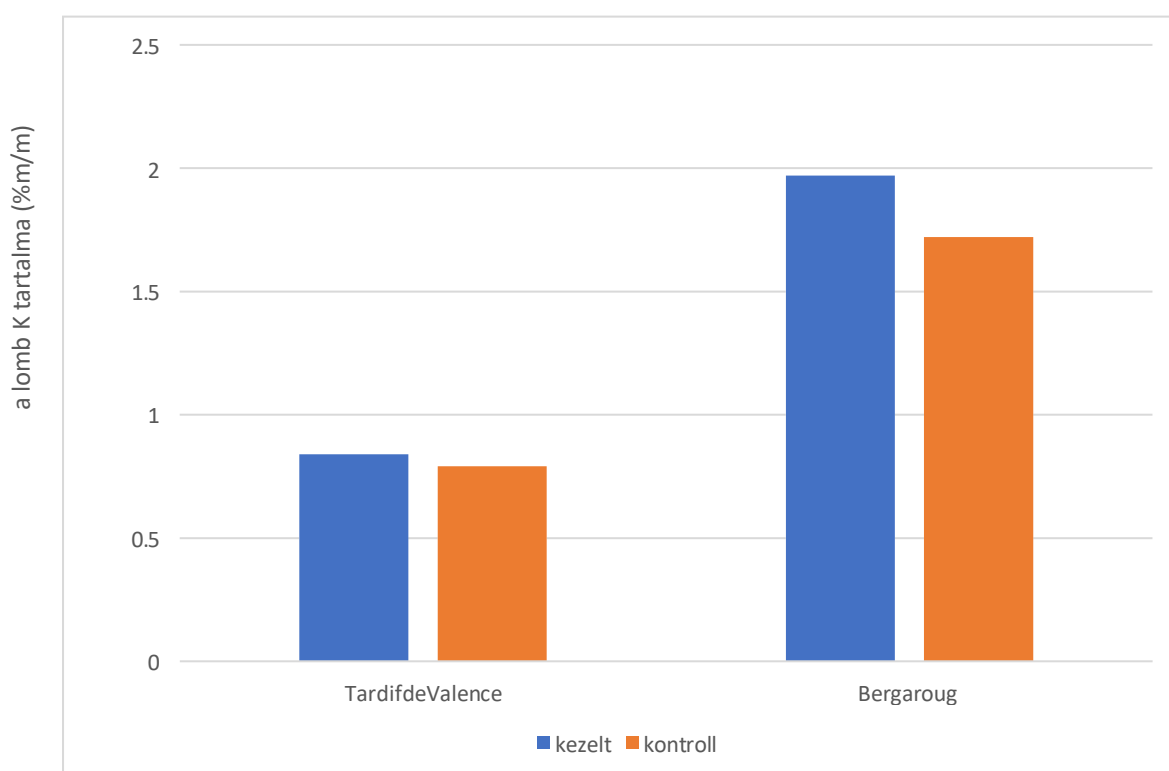
Adataink arra utalnak, hogy a kezelés hatására a lombzat kálium tartalma mind a kajszi, mind pedig a cseresznye esetén magasabb, mint a kezeletlen blokkokban (**14. és 15. ábra**). A hazai tápanyag gazdálkodás a gyakorlatban alkalmazott határértékekkel összevetve a saját eredményeinket a Tardif de Valance fajta erősen, míg a Bergarouge fajta mérsékelten káliumhiányos (az optimális tartomány 2,0 – 3,2%), azaz a kezelés hatására – akár mérsékelten is – növekvő káliumtartalom egyértelműen kedvező. Ehhez hasonlóan a Linda cseresznyefajta fái mérsékelten kálium hiányosak, míg a Kruplopodnaja fajtái az optimális tartomány (1,2–2,2%) alsó határán mozognak, így a kálium tartalom emelkedése itt is kedvező.

A kajszi optimális kalciumellátottságát az 1,3 – 2,2% tartomány jelenti, azaz a kísérleti terület fái mindkét fajta esetén a túlzottan ellátott tartományban vannak (**16. ábra**), így a kezelés kalcium tartalmát csökkentő hatását pozitívnak értékeljük. Ehhez hasonlóan, a cseresznyénél valamivel magasabb optimális ellátottsági tartomány (1,8– 2,8%) felső határán mozognak az általunk mért értékek (**17. ábra**), így a kezelés kalciumtartalom csökkentő hatását szintén kedvezőnek ítéljük meg.

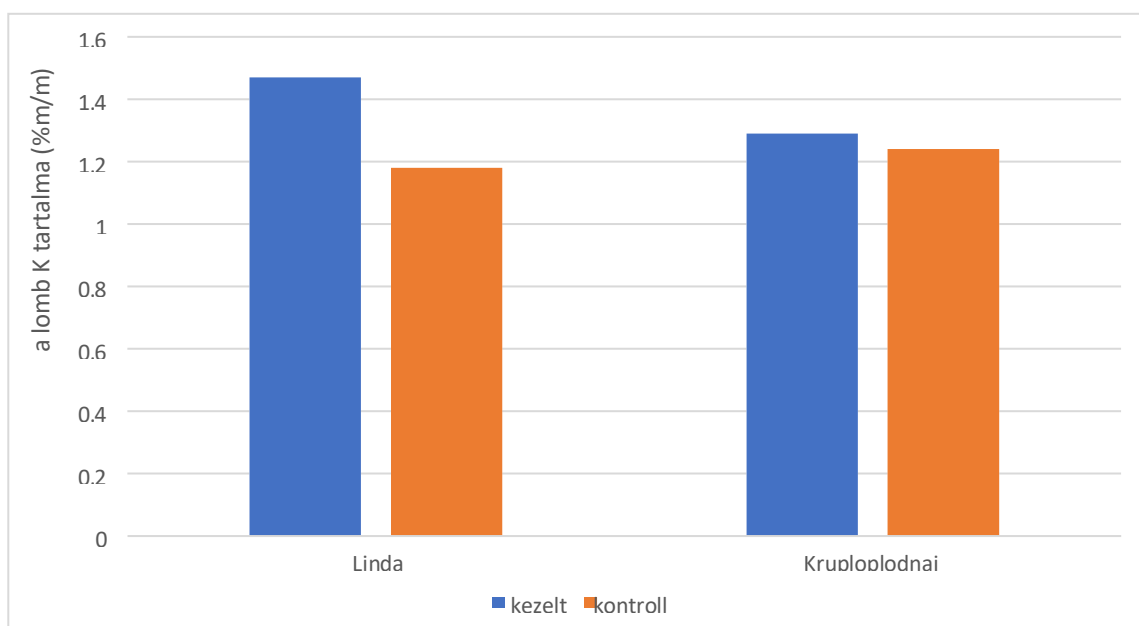
2. táblázat: A lomb tápanyag tartalma a kísérleti parcellákban (Érd Elvira major, 2021). A táblázatban feltüntetett értékek 3 vizsgálati minta átlagai:

Faj/fajta	kezelés	Nitrogén	Foszfor	Kálium	Kalcium	Magnézium
		%m/m	%m/m	%m/m	%m/m	%m/m
Kajszi,T.V.	kezelt	2.35	0.155	0.84	2.81	0.645
Kajszi,T.V.	kontroll	2.42	0.152	0.79	2.97	0.655
Kajszi,B.	kezelt	2.41	0.170	1.97	3.06	0.630
Kajszi,B.	kontroll	2.45	0.167	1.72	3.17	0.647
CseresznyeL.	kezelt	2.28	0.218	1.47	2.70	0.767
CseresznyeL.	kontroll	2.24	0.202	1.18	2.81	0.764
CseresznyeK.	kezelt	2.24	0.211	1.29	2.78	0.733
CseresznyeK.	kontroll	2.27	0.211	1.24	2.88	0.737

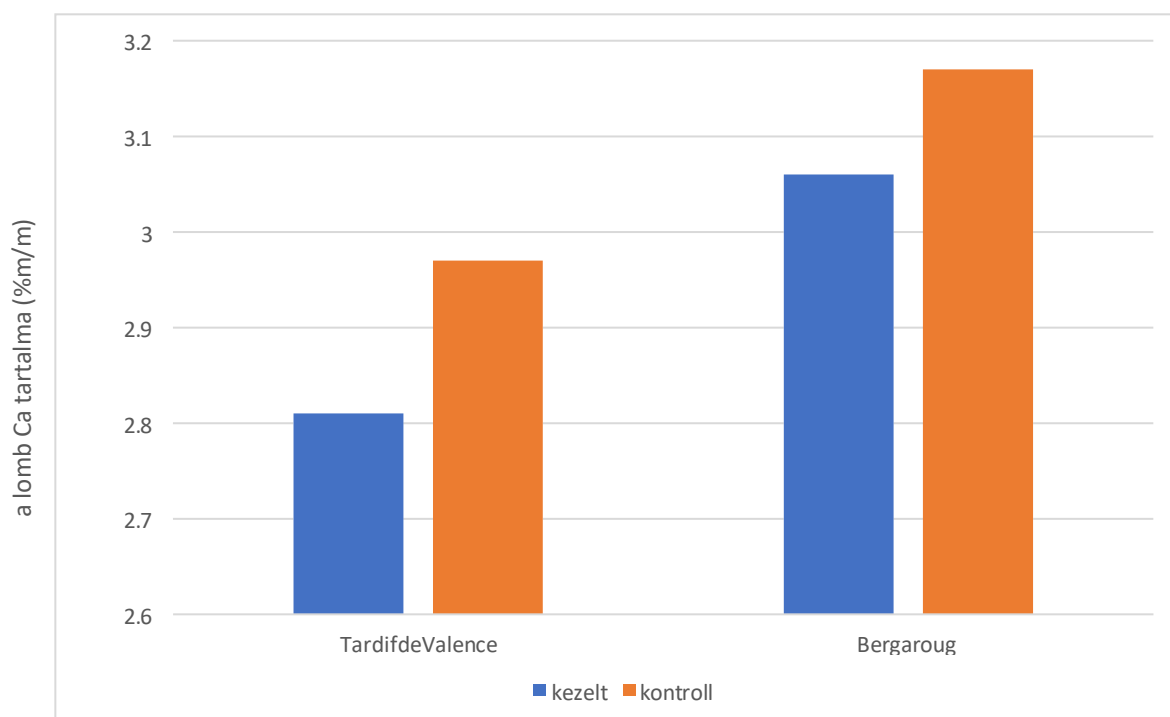
Fajtakódok:T.V.–TardifdeValance,B.–Bergaroug,L.–Linda,K.–Kruploplodnaja



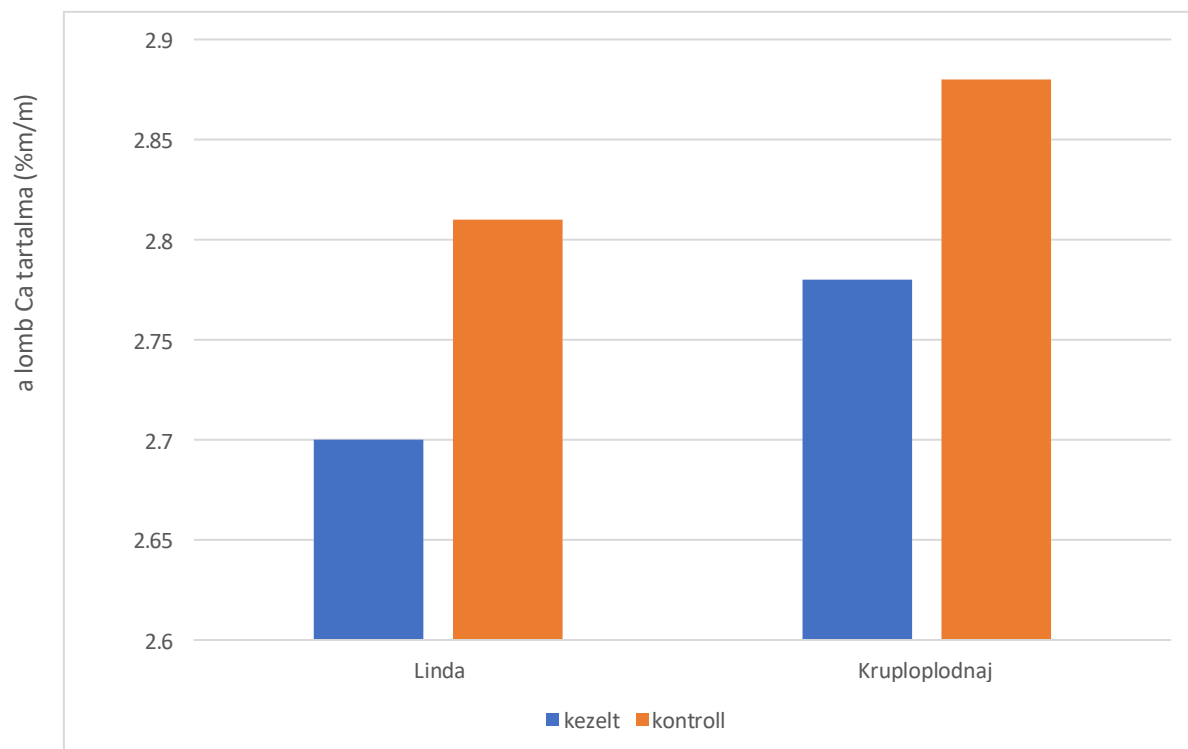
14. ábra: A lomb kálium tartalma a kajszi ültetvényben (Érd Elvira major, 2021.augusztus)



15. **ábra:** A lomb kálium tartalma a **cseresznye ültetvényben** (Érd Elvira major, 2021.augusztus)



16. **ábra:** A lomb kalcium tartalma a **kajszi ültetvényben** (Érd Elvira major, 2021.augusztus). A vertikális tengelyen a skála kiindulópontja nem nulla!



17. **ábra:**A lomb kalcium tartalma a **cseresznye ültetvényben** (Érd Elvira major,2021.augusztus). A vertikális tengelyen a skála kiindulópontja nem nulla!

Összefoglalás

A 2021. évi vizsgálatok tapasztalatait, megállapításait és a sok éves talajszellőztető tevékenység során szerzett saját tapasztalataimat az alábbiakban tudom összefoglalni:

A talajfizikai vizsgálatok eredményei ebben a hatástanulmányban nem konzekvensen ugyan, de arra utalnak, hogy a mélyebb talajrétegekben (40–50cm mélységben) a talaj szerkezete kedvező módon változott meg, csökkent a talaj szűrőpróbával (penetrométerrel) szembeni ellenállása, és valamelyest csökkent a talaj térfogattömege, azaz nőtt a talajszemcsék közötti levegő mennyisége. A talaj hő rétegzettsége egyenletesebb volt a kezelés hatására, a kezeletlen területen métrnél jelentősen kisebb a mélyebb talajrétegek (60, ill. 90 cm) közötti hőmérsékletkülönbség. A talaj általunk vizsgált legmélyebb rétegében (90 cm mélységben) a talaj nedvességtartalma a kezelés hatására jobban hozzáférhető volt a növények számára, ugyanakkor nem sikerült kísérletesen igazolni, hogy a kezelés hatására a talaj vízvezető képessége javult volna. A fák vegetatív növekedésében nem tapasztaltunk különbséget a kezelés hatására, míg a termésmennyiség mintegy 10-15%-kal nőtt azon az egy fajtán, amelyen a fagykár ellenére egyenletesen jó gyümölcssterhelés alakult ki. Valamennyi vizsgált fajtán nőtt a lombzat kálium tartalma és csökkent a kalcium tartalom. Ez az adott területen kedvező irányú változást jelez, hiszen a kísérleti terület fái káliummal gyengén, míg kalciummal túlzottan ellátottak. A jelenség fiziológiai hátterét magyarázni jelenleg nem tudjuk.

Viszont hozzá kell tennem azt a meglátást, hogy tapasztalatom szerint nincs két ugyan olyan időpont, helyszín, talajviszony ahol pontosan ugyan az eredményt lehetne a talajkezelést követően kimutatni. A dolgozatomban bemutatott eredményeknek jó esetben a módszer valódi hasznosságának megközelítőleg 60%-át tudtam vizsgálatokkal visszaigazolni. Ennek oka abban keresendő, hogy a talaj csapadékkal mennyire ellátott és mennyire bolygatott a terület, amit kezelünk. 2021. május 5.-én elvégzett kísérleti kezeléseik előtt nem történt meg a talaj ilyen jellegű megvizsgálása, mivel egy hirtelen jött lehetőséget kapva örültem, hogy helyet kapok és próbálkozhatok számokkal visszaigazolni azt a rengeteg pozitív hatást, amivel a munkám során találkoztam. Abban az esetben, ha a kezelendő terület bolygatott és kiszáradt pórústerrel rendelkezik, akkor a hatás mechanizmus jelentősen csökken. Úgy gondolom, hogy ebben a dolgozatban ezt a csökkentett hatást sikerült csak bemutatni. Számomra teljesen újdonságot jelentenek azok az eredmények, amik azt mutatják meg, hogy a kezelt területnek sokkal egyenletesebb a hő rétegzettsége, amit véleményem szerint annak tudhatunk be, hogy a talajkezelő eszközzel történő gázcsera a gyökér zónában jobb feltételeket teremt a rhizoszférában. Ebből a jelenségből azt tudom még kikövetkeztetni, hogy a talaj mélyebb rétegei is jobban hamarabb tudnak melegedni és a jobb gyökérszónás feltételeknek köszönhetően magyarázatot nyer az a megfigyelésem is, hogy a kezelést kapó növények sokkal erőteljesebb tavaszi kihajtást produkálnak a kezelésben nem részesülő társaikhoz képest. A vizsgálat során nem sikerült elég jól megmérni a talaj vízbefogadó képességében történt változásokat. Utólagos elemzéssel azt állapítottam meg, hogy az adott talaj adottságokon nem megfelelő kezelési előkészület miatt alacsonyabb munka hatékonyságot sikerült elérni és a

kezelt területnek gondolt helyen sikerült pont egy olyan pontot kifogni ahová nem jutott a levegős lazításból. Ezzel magyarázható, hogy eredményekben ugyan azt produkálta a két mérés. Precízebben, úgy lett volna szükség elhelyezni a vas keretet, amibe a víz beöntözése került, hogy egy előre megkeresett előzőleg a gép repesztésének hatására létrejött repedés is legyen a vizsgáló keretben. Sajnos nem dokumentáltam azt az egyéni, véletlenszerűen kivitelezett kísérletemet, mikor egy Kajszi ültetvényben kötött agyag talajon a kezelés után nagyjából 20 liter vizet tudtam azonnal a talaj mélyebb rétegeibe beleönteni. Csak 20 liter volt nálam. Jelenleg csak a második vagyok a sorban, aki arra a megállapításra jutott, hogy a talajszellőztetés hatására jobban hozzáférnek a növények a talajban lévő vízhez.

„Az általunk elsőként vizsgált talajszellőztetés hatására a növények számára felvehető diszponibilis víztartalom értékek kivétel nélkül többnek bizonyultak, mind az A (0-30 cm) mind pedig az (30-60 cm) mélységek esetén. A talajszellőztetést követően feltehetőleg javult a talaj fizikai-szerkezeti összetétele, még akkor is ha a talajellenállás vizsgálati eredményei szerint a tömörödöttséget nem tudta csökkenteni az eljárás. A lazítás nem csak a hozzáférhető levegő (oxigén) - tartalmat javította, de nőtt a növény számára felvehető nedvesség-tartalom is.” (KOVÁCS 2021).

Gondolatom szerint az is közre játszik abban, hogy a növények jobban hozzáférnek a talajban a vízhez, hogy úgymond a holt vizet feltárjuk, mivel a reduktív ionokat oxigén dús környezetbe hozva oxidatív állapotba károsból, hasznos elemmé alakítjuk, a fák gyökerei pedig a porózusabb talajszelvényt könnyebben be tudják nőni, kevesebb energia befektetéssel képesek a még feltáratlan talaj részekbe bele nőni és onnan hasznos talajoldatot felvenni. Terméssel kapcsolatban azt tudom megállapítani, hogy számomra komoly kihívás jelentett bizonyítható módon visszaigazolni a terméshozam növekedését, ugyanis nagyon nehéz mérés nélkül érdemi következtetést a hozamra gyakorolt hatással kapcsolatban levonni, mert szemre nem lehet megállapítani 10-15%-kal több mennyiséget egy fán. A tavasz végi kezelés miatt az adott évi termés számra érdemi befolyással már nem tudott lenni a talaj porózusabbá tétele. A terméshozam különbségében történt változást úgy sikerült reprezentálni, hogy egy megkezelt és egy kezelést nélkülöző fát szemre közel azonos darabszámú barackkal rendelkezőt kiválasztva 20-20 db szép gyümölcsöt leszedtem és megmértem. A kezelt gyümölcsök 11%-kal mutattak nagyon súlyt. Bel tartalmi értékekről vizsgálatot nem sikerült készítenem. Véleményem szerint a sűrített levegős talajszellőztetés módszerének nem feltétlen az adott évben történő 10-15%-os plusz terméshozam biztosítása az igazi előnye, hanem kedvezőtlen évjárat esetén az évjáratotást elég jól ki tudja egyensúlyozni. Ha ebből a szempontból vizsgáljuk a terméshozamra gyakorolt hatást, akkor könnyen kimutatható lenne adott termő évben akár 100%-os termés többlet a kontroll területhez képes.

A sűrített levegős talajlazítás hatását fokozni lehet azzal a megoldással, hogy a magasnyomású levegő munkáját segítségül véve, folyékony adalék anyagokat juttatunk a gyökérszónába. Munkám és vizsgálataim során kijelenthető, hogy az ország legnagyobb részén a 30-90 cm-es talajszelvény foszforral és káliummal nem megfelelően ellátott. Abban az esetben, ha meg van vizsgálva a talaj és a növény állapota, megvalósítható a valódi precíziós növénytáplálás, amit a 4R szlogen mutat be a legjobban. Right time, richt

place, right source, right rate, azaz a Megfelelő anyagot a megfelelő időben és helyen a megfelelő mennyiségben tudjuk a növények a gyökeréhez adagolni, ahol a valódi tápanyag felvétele zajlik. Nagy hasznossága ezáltal a módszernek az, hogy a folyékony adalék anyag egy konkrét mikroorganizmus kórtelt is jelenthet amit a talajba adagolva fejleszthetjük a talaj és növény kondíciót. Erre konkrét kutatást is tudok mutatni, mert egy kísérletet állítottam be gépészeti szempontból Tokajban, ahol akkoriban még újdonságnak számító Trichoderma törzset sikerült izolálni és a spóráit a Szőlő gyökeréhez bevinni.

A Tokaji „Dobó-dűlőben a tünetes tőkék számban csakúgy, ahogy a Bakonyidűlőben nem lehetett valódi különbséget megállapítani, de a kezelt sorokban csökkent a GTD-s tőkék száma a vizuális monitoring során mindkét területen. Emellett megfigyelhető volt a kontroll sorokon a fokozottabb aszálytünetek megjelenése július végén. Ekkor történt LAI (Leaf Area Index) felvételezés is, amely szignifikáns eltérést mutatott a Trichoderma sp. törzssel kezelt tőkék esetében a kontrollhoz képest, vagyis a 40 beöntözés és a talajszellőztetés (és kijuttatás) nagyobb lombfelületet eredményezett. Egyben az is kiderült, hogy a leghatékonyabb a talajszellőztetéssel kombinált Trichoderma sp. szuszpenzió alkalmazása lehet, mert az a beöntözés adatsorától is különbözött statisztikailag. A jövőben ez akár gyakorlattá is válhat, főként a tömörödött sorközök lazítása és a tőkék kezelése céljából. A vesszősúly mérések tekintetében is igazolódott szignifikánsan a Trichoderma sp. törzsek talajszellőztetéssel történő kijuttatásának eredménye a beöntözéshez és a kontrollhoz képest. Ebben az esetben is a talaj levegő frakciójának a növelése lehet a kulcsa az alkalmazott kezelés hatékonyságának. Élettani szempontból a nagyobb vesszőtömeg a biomassza produktum különbözőségét is jelenti. A szerológiai eredmények a Dobó-dűlőben is azt jelzik, hogy csökkenthető a GTD patogének jelenléte az üzemi ültetvényekben, emellett pedig visszaizolálhatóak az alkalmazott TR04 és TR05 Trichoderma törzsek”. (BALLING, 2023).

A jövőben a csökkentett menetszámú és a no-till művelési szemléletmód és egyre inkább a szabályozás is abba az irányba halad, hogy minél jobban meg legyenek védve a még termő képes talajaink. A jövő mező és erdőgazdasága nem képzelhető el az olyan előremutató módszerek nélkül, melyek precíziósan képesek a növény felszívási zónájába juttatni a talaj és növényfejlesztő anyagokat. Mindezt olyan módon megoldva, hogy egy menetben megoldva az optimális talajszerkezet létrehozását. Nagyon fontos szempont az is, hogy a talaj és növénytáplálást úgy tudja az emberiség kivitelezni, hogy a nagy részéből üvegház gáz és talajvíz szennyező anyag legyen. A minél kevesebb tápanyag el pazarlását pedig több hazai is nemzetközi vizsgálat is taglalja. A 4R szemléletet figyelembe vett technológiai megoldások és a talajba minimum 15-20 cm-re bejuttatott anyagok 99%-kal kevesebb veszteséget és ezáltal feleslegesen kibocsájtott ÜHG-t eredményeznek.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni témavezetőm Dr. Kovács Barnabás felé, aki szakmai iránymutatásával és támogatásával lehetővé tette a kutatói munka elvégzését és a dolgozat elkészültét.

Köszönöm továbbá a kutatási helyszínek rendelkezésre bocsátóinak, gazdáknak és intézeteknek, illetve azok munkatársainak a támogató hozzáállását, a területek, eszközök rendelkezésre bocsátását.

A kutató és eredményeket szintetizáló munka számos fázisa nem valósulhatott volna meg a munkatársaim nélkül, akik a közös terep és irodai munkálatok során segítettek munkámat!

Szakdolgozatom bírálóinak köszönöm a dolgozat javítására tett javaslataikat és építőjellegetű kritikáikat!

Köszönöm családomnak, hogy a tanulmányi és kutatói munka kezdetétől a végéig biztattak és támogattak és mai napig biztatnak és támogatnak a munkámban.

Irodalomjegyzék

1. VÁRALLYAY, Gy. 1996. Magyarország talajainak érzékenysége a szerkezetromlásra és tömörödéésre. Környezet és Tájgazdálkodási Füzetek. '96/1. Pszicholingva Kiadó. Szada. 15-30.
2. HAKANSSON, L. - VOORHEES, W.B. 1997. Soil compaction. In: Methods for assessment of soil degradation (Ed. Lal, R.-Blum, W.H.-Valentine, C.-Stewart,B.A.) CRC Press. New York. 167-179.
3. SINÓROS - SZABÓ, B. 1992.Talajfizikai és művelés energetikai kölcsönhatások. Akadémiai doktori értekezés, Nyíregyháza.
4. STEFANOVITS, P. 1975. Talajpusztulás, talajszennyezés. In: A környezetvédelem biológiai alapjai. (szerk. Kovács K.) Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 167-196.
5. TAYLOR, H.M. 1987. Soil structureand plant performance. Trans. XIII. Congr. Hamburg, Vol.V. 301-309. Cit .. in Várallyay. 1996.
6. UNEP/FAO 1983. Guidelines for the control of soil degradation. UNEP/FAO, Rome. Cit.. in Várallyay, 1996.
7. OLDEMAN,L.R.-HAKELING,R.T.A.,-SOMBROEK,W.G.1990.World Map of the status of human-induced soil degradation. (GLASOD). ISRIC-UNEP. Wageningen. 27.
8. KOOLEN, A. J.-KUIPERS, H. 1983. Agricultural soil mechanics. Springer-Verlag. Berlin. 356.
9. BIRKÁS, M. 1993. Talajművelés. In: Földműveléstan (Szerk. Nyiri L.). Mezőgazda Kiadó. Budapest. 96-191.
10. BIRKÁS, M. 1995. A hagyományos művelés hatásai a talajra. In: Birkás M. Energiatakarékos, talajvédő és kímélő talajművelés. GATE KTI. Egy. Jegyzet. 14-18.72-73.
11. EITZINGER, J. 1991. Einflüsse Unterschiedlicher Primärbodenbearbeitungs- sisteme auf ausgewählte bodenphysikalische Eigensshalften, Dissertation Univ. F. Bodenkultur Wien. Cit .. In Gyuricza et al., 1998.
12. OUWERKERK, C. van – SOANE, B.D. 1994. Soil Compaction problems in world Agriculture. In. Soil compaction in crop production (Eds. SOANE, B.D. OUWERKERK, C. van) Elsevier Sci B.V. Amsterdam, 1-21.

13. KOVÁCS, B. 2021. Szőlőültetvények rizoszférájának biológiai és agrokémiai, -fizikai jellemzése az alkalmazott talajművelési eljárásokkal összefüggésben. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő. p. 90.
14. BALLING, P. 2023. Trichoderma sp. alapú biostimulátor szőlészeti célú alkalmazásának vizsgálata a Tokaji Borvidéken. Szakdolgozat. Budapest. p. 39-40.

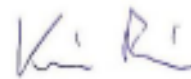
NYILATKOZAT

Tőkés Miklós Attila (név) (hallgató Neptun azonosítója: X5VINV konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. április 26.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.