

SZAKDOLGOZAT

Babicz Tamás
Mezőgazdasági mérnök

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Mezőgazdasági mérnök alapképzési szak

**Különböző alpművelési eljárások összehasonlító elemzése a
szójában**

Belső konzulens: Dr. Kende Zoltán
egyetemi adjunktus

Belső konzulens: Bozóki Boglárka
PhD hallgató

Belső konzulens intézete:
Növénytermesztési-tudományok Intézet

Készítette: **Babicz Tamás**
TV2EM0

Gödöllő
2023

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	3
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
2.1.	A szója helyzete a világban	4
2.2.	A szója helyzete Magyarországon	5
2.3.	A szója klimatikus igényei	6
2.4.	A szója fejlődése.....	7
2.5.	A szója agronómiai igényei	13
2.6.	A szója lehetséges alapművelési módjai	18
3.	ANYAG ÉS MÓDSZERTAN.....	24
4.	EREDMÉNYEK.....	27
4.1.	Talajellenállás vizsgálat	27
4.2.	Talajnedvesség vizsgálat	30
4.3.	Agronómiai szerkezet vizsgálata	33
4.4.	Szén-dioxid kibocsátás vizsgálata	34
4.5.	Levélfelületindex vizsgálat	35
4.6.	Fotoszintetikus aktivitás vizsgálat.....	36
4.7.	Növényenkénti hüvelyszám.....	37
4.8.	Hüvelyenkénti magszám	38
4.9.	Négyzetméterenkénti növényszám	39
4.10.	Termésmennyiség	40
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	41
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	44
7.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	45
8.	IRODALOMJEGYZÉK.....	46
9.	MELLÉKLETEK.....	54

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A mai rohanó világban nehéz lépést tartani az emberek egyre növekvő és gyakran hektikus igényeivel. Ez főként igaz, amikor olyan tényezők vannak hatással a társadalomra, mint a klímaváltozás vagy egy globális jelentőséggel bíró háború. Ilyen nehéz időkben felértékelődnek az olyan alapvető értékek, mint a biztonság, a táplálkozás vagy az egészség. Ezen szükségletek megteremtésében kulcsszerepet játszik a mezőgazdaság, hiszen ez az az ágazat, amelynek meg kell termelnie 8 milliárd ember túléléséhez szükséges táplálékot.

A szektornak tehát nem csupán elegendő élelmet kell biztosítani, de annak bizony megfelelő beltartalmi értékekkel is kell rendelkeznie az egészséges életmód kialakításához és fenntartásához. Ebben a szója (*Glycine max* L.) kedvező beltartalmi paramétereinek köszönhetően fontos szerepet játszik, hiszen értékes fehérjeforrás az állatoknak és az embereknek egyaránt. Kiemelt szerepet tölt be a céltudatos és egészséges táplálkozásban, illetve a sportolók étrendjének kialakításában. A gazdasági állataink takarmányozása szinte elképzelhetetlen szójafehérje fogyasztása nélkül, hiszen így gazdaságosan kihasználható az állatok megnövelt–genetikai potenciálja. A humán és állati élelmezési jelentőségén túl a talajokra is kedvező hatással bír, hiszen a nitrogén-kötő *Rhizobium* baktériumokkal való szimbiózisuk során a légköri nitrogén kötött formában a szója gyökérgümőibe kerül, így növelve a talaj nitrogénszintjét. A talaj tápanyag-ellátottsága ugyanis kulcstényező a szántóföldi növénytermesztésben, ugyanakkor dolgozatomban más, jelentős hatással bíró tevékenységeket, az alpművelési módokat hasonlítom össze.

Szakedolgozatomban a szántás, a lazítás, a tárcsázás, valamint a direktvetés talajra és a szójára gyakorolt hatásait vizsgálom. Manapság ugyanis ezekkel a művelési módokkal gyakran találkozhatunk, ha terepszemlét tartunk. A jelen és a jövő szempontjából a társadalom egészségére nézve meghatározó, ahogyan a magyar gazdálkodók művelik a földjeiket. 2022-ben, a kísérletem évében egy addig ritkán látott aszály keserítette meg több ezer termelő életét. A prognózisok szerint az ilyen mértékű aszály az elkövetkezendő évtizedekben egyre gyakrabban fordulhat majd elő.

Éppen ezért az időjáráshoz, illetve talajállapothoz alkalmazkodó alpművelési mód megválasztása már egy termésmennyiséget meghatározó döntés lehet a sikeres növénytermesztés felé vezető úton. Értekezésemmel és eredményeimmel szeretnék segíteni a gazdálkodóknak a fenti döntések meghozatalában.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A szója helyzete a világban

A szója (*Glycine max L.*) a világon a XX. században vált igazán jelentőssé, hiszen a fejlettebb országok egyre nagyobb hangsúlyt kezdtek fektetni az egészséges táplálkozásra. Korábban a szóját csak ázsiai országokban fogyasztották humán táplálékként, viszont mára már a fejlett nyugati országok átlagembereinek is igen fontos tápanyagforrása (Balikó, 2006). Az ázsiai kultúrák a szóját az olyan, számukra hagyományos élelmiszerek elkészítéséhez használják, mint például a szójaszós, szójatej, szójapaszta, a tofu, vagy a miso. A nyugati országokban főként szójalisztnek és magolajnak dolgozzák fel (United States Department of Agriculture, 2013). Feltehetőleg azért mutat ilyen mértékű növekedést a növény népszerűsége, mert a modern kor embere szeretne minél egészségesebben és tudatosabban étkezni (Balikó, 2006).

A növény egyre növekvő népszerűsége a rendkívül magas fehérjetartalmának és kiváló aminosavgarnitúrájának, továbbá a máj és az agy megfelelő működéséhez nélkülözhetetlen lecitintartalmának, omega-3 és omega-6 zsírsavtartalmának is köszönhető. Sok kalciumot, magnéziumot, B-vitamint, valamint telítetlen zsírsavakat tartalmaz, ugyanakkor (Balikó, 2006) szerint nemcsak a humán táplálkozásban, de a mezőgazdaságban is egyre nagyobb az igény a fehérjében gazdagabb, tápanyagokban koncentráltabb és biológiai értékű takarmányokra, mint például a szójára.

Ma az Európai Unió fehérjeellátása szója nélkül szinte kivitelezhetetlen, hiszen anélkül csak magasabb költséggel állítható elő ugyanolyan állati eredetű termék, az pedig rontaná a versenyképességet (Popp et al. 2015). A FAOSTAT adatai alapján 2021-ben nagyságrendileg 80 országban 130 millió hektáron folyt szójatermesztés, ahonnan összesen 371 millió tonna szóját takarítottak be. Ebből 5,5 millió hektáron aratták ezt a fehérjenövényt Európában, melyen összesen 11,6 millió tonna termett ([http1](#)). A legnagyobb termesztő Dél-Amerika országai, azon belül is Brazília és Argentína, de az északi féltekén fekvő Amerikai Egyesült Államok (USA) is kiemelkedik e téren. Ezen országokban szinte kivétel nélkül génmódosított (GM) szóját termesztnek. Az Európai Unióban (EU) a MON810 GM kukoricán kívül tilos bármilyen génmódosított növény termesztése ([http2](#)). Az ökológiai gazdálkodással termesztett szója területe világviszonylatban 1,1 millió hektárra tehető, ami a világ teljes szója területének 1%-át sem éri el ([http3](#)). Az Európai Unió 2014-2019-ig tartó időszakban évente átlagosan 14 millió tonna szóját és 18 millió tonna szójapogácsát importált, illetve ugyanebben az időben 2,7 millió

tonna szóját termelt (Eurostat, 2021). Guilpart és társai (2020) szerint ~~(2020)~~ az európai szójaönellátáshoz a szántóterület 9-12%-át kellene bevetni ezzel a növényfajjal.

A termesztési adatokból következtethetünk arra, hogy a szójának a melegebb éghajlat kedvez. Egy friss kutatás szerint a növény vetésterülete a globális felmelegedésnek köszönhetően világszinten nőni fog (Cheng-Zhi et al. 2021). A FAO szerint a világon megközelítőleg 770 millió ember szenved ma alultápláltságban (*http4*), miszerint ennyi ember nem jut hozzá az egészséges életműködés fenntartásához szükséges tápanyagokhoz. A Szervezet célja, hogy 2030-ra mindenkinek biztosítva legyen a megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer.

Azonban nem csak az alultápláltság okoz gondot, hanem a világszintű fehérjedeficit is, miszerint nem jut elegendő fehérje a társadalom bizonyos részének. Szervezetünknek ugyanis állandóan szüksége van fehérjére, hiszen az anyagcserével, illetve verejtékkel folyamatosan veszítünk belőle és ezt pótolni szükséges hiszen a fehérjék fő építőköveit, az aminosavakat hasznosítja az emberi szervezet. Amennyiben valaki nem fogyaszt elegendő fehérjét, akkor visszamaradhat a növekedésben, kialakulhat ödéma, valamint energiahiánnyal párosulva anémia is felléphet (Csapó, 2006).

2.2. A szója helyzete Magyarországon

Az elmúlt 30 év szójatermő területek alapján aranykorát éli nálunk a faj, hiszen ezelőtt 10 évvel csak 42 ezer hektáron termelt szója Magyarországon (*http5*). Hazánkban 2021-ben 62 ezer hektáron takarítottak be szóját, ugyanakkor nem ez volt a legmagasabb érték, hiszen korábban, 2017-ben már a 75 ezer hektárt is meghaladta a betakarított terület a KSH adatai szerint (*http5*). A hektáronkénti termésátlag 2021-ben 2,5 tonna volt, így összesen 156,5 ezer tonna szója került betakarításra (*http5*). Termesztésének fellendülése véleményem szerint egybeköthető az EU Közös Agrárpolitikájának 2015-ös reformjával. Abban az évben ugyanis bevezetésre került egy zöld komponens, melynek értelmében a legalább 15 hektáron gazdálkodóknak a területük 5%-án ökológiai fókuszterületet kell kijelölniük. Ökológiai fókuszterületnek minősül például a parlagon hagyott terület, a másodvetés, vagy a nitrogénmegkötő növényekkel beültetett területek, utóbbiba tartozik a szója (NAK Gazdálkodói Kézikönyv, 2018). Véleményem szerint nem csak a zöldítés, de a termeléshez kötött támogatások is hozzájárulhattak a vetésterület növekedéséhez.

A 9/2015. (III. 13.) FM rendelet a húshasznú anyatehén, tejhasznú tehén, hizott bika, anyajuh, cukorrépa, rizs, zöldségnövények, ipari zöldségek, gyümölcsültetvények és bogyósok, szemes és szálas fehérje növények jogcímei esetében tette lehetővé a termeléshez kötött

támogatás igénylését. A támogatások, a szója árának alakulása, valamint a hazai klíma melegedése egyre inkább lehetővé teszi a szójatermesztést.

2.3. A szója klimatikus igényei

Mint minden más növénynél, itt is fontos, hogy milyen körülmények között terem meg a szója (*Glycine max* L.). Grethe és munkatársai (2016) szerint Európában 105-140 napos tenyészidőszak szükséges a növény számára, ezalatt pedig 1500 °C és 1800 °C közötti hőösszegnek kell összegyűlni. Ezzel szemben Antal (2005) úgy véli, hogy a növénynek különböző fejlődési fázisaiban más a hőigénye és melegigényes növény révén 2000 °C és 3200 °C között alakul a hőösszege, az optimális léghőmérséklet pedig 19 °C és 24 °C között van.

Termesztésének éghajlati feltételei Közép- és Észak Európában hasonlóak más, északi szójatermelő országok, például a kanadai prérók déli részeihez. Korlátozó tényező a virágzásnál a fajtaspecifikus naphosszigény, a hőmérséklet és csapadék mennyisége, utóbbiak a csírázás idején is fontosak (Mandic et al. 2017). A szója éréséhez meghatározott számú meleg napra van szükség, melyet ún. növekedési foknapokkal (GDD) számszerűsítünk (Kühling et al. 2018). A növénynek 8-12 °C-os talajhőmérsékletre van szüksége a csírázáshoz, ennél alacsonyabb hőmérséklet csökkenti a növényesűrűséget és a termést. 8°C alatti hőmérsékletre virágzáskor is érzékeny a növény, ugyanis az a petesejtek gyenge termékenyülésével, majd virághullással jár (Yamaguchi et al. 2014). Ezzel szemben Balikó (2015) azt vallja, hogy a 8-12 °C-os talajhőmérséklet nem elég, hiszen akár 16-22 napig is eltarthat, mire kicsírázik az állomány. Szerinte az optimális talajhőmérséklet 14-16 °C, mivel ezesetben 8-10 nap alatt láthatóak lesznek a csíranövények.

A csírázáskor vagy a virágzáskor fellépő aszálystressz a hidegstresszhez hasonló hatásokkal jár, habár a fenológia korai szakaszában jelentkező aszály nem korlátozza jelentősen a növény növekedését (Montoya et al. 2017). A megfelelő vízellátás kritikus fontosságú a növények növekedése és a termésképződés szempontjából, éppen ezért azokon a homokos területeken, ahol a nyarak csapadékhiányosak, ott érdemes megfontolni az öntözést (Aydinsakir 2018). Ugyanakkor kevés publikált bizonyíték van arra vonatkozóan, hogy gazdaságos-e a szója öntözése a mérsékelt éghajlaton (Ziolkowska 2015). Halwani és munkatársai (2019) által végzett hagyományos szójakísérletben azt tapasztalták, hogy a nagy terméspotenciállal rendelkező, száraz termőhelyeken a terméshozam-nyereség bőven fedezte az öntözési költségeket. Karges és társai (2022) által Észak-Németországban végzett kísérletben azokban az években öntöztek, amikor a vegetációs időben a párolgás nagyobb volt, mint a csapadékösszeg. Az öntözés hatására növekedett a szemtermés mennyisége, így Karges és

munkatársai arra a megállapításra jutottak, hogy az öntözés fenntarthatósága az adott év csapadékmennyiségétől is függ. Aydinsakir (2018) megállapította, hogy a vízhiányos stressz jelentősen csökkentette a szója szemfehérje tartalmát Törökországban, azonban azt is megjegyezte, hogy a szakirodalomban ellentétes eredmények vannak a vízhiányos stressznek a szemfehérje-tartalomra gyakorolt hatásáról, amit később Karges et al. (2022) is megerősített.

A szója terméshozamát döntően meghatározza a vegetáció ideje alatt lehullott csapadék mennyisége. Dolijanovic társaival (2013) arra a megállapításra jutott, hogy a növekedés és fejlődés során a szójának 500 mm csapadékra van szüksége, melyből legalább 300 mm a virágzás és terméskötődés idején kell. A magtermés pedig leginkább a májusi, illetve július-augusztusi csapadékmennyiségtől függ (Mandic et al. 2017).

2.4. A szója fejlődése

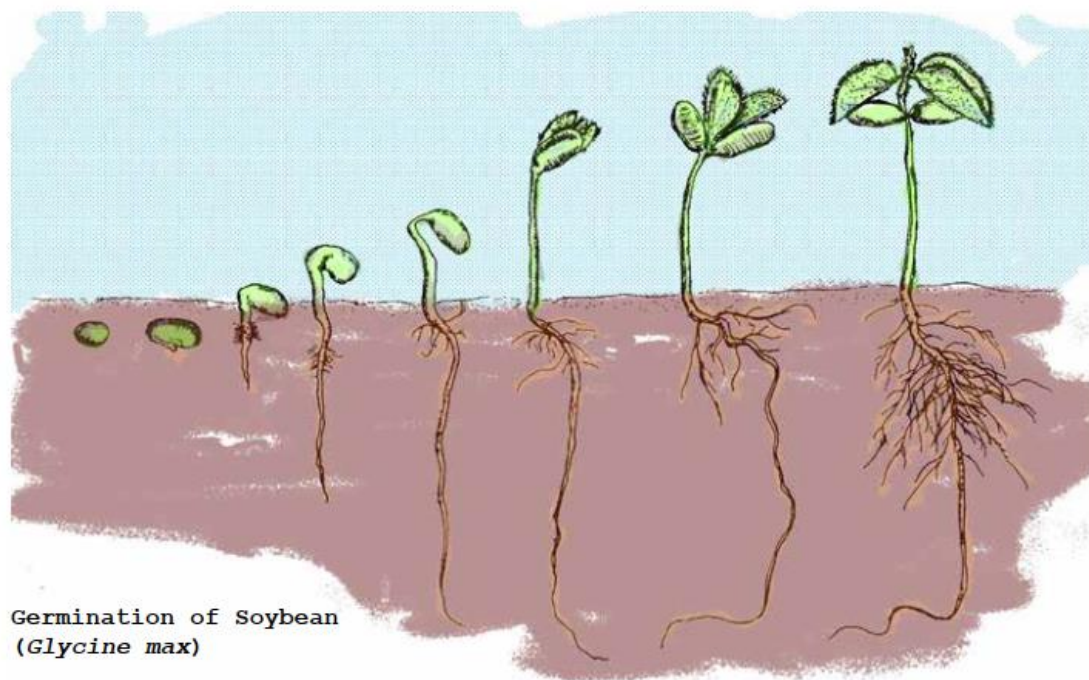
A szója magja két részből tevődik össze: a maghéjból és az embrióból. Az embrió a mag tömegének 90%-át teszi ki (Wolf, 1982) ami két darab sziklevelel és az embrionális tengelyből áll. Utóbbit a *radicula*, a *hipokotil* és az *epikotil* alkotják. A csírázás során a sziklevelek táplálékanyagként funkcionálnak a fejlődő növény számára. A *radicula* főgyökérré válik, a *hipokotil* a szikleveleket és az *epikotilt* a talajfelszín fölé emeli. Az *epikotil* részből fejlődik később a növény szára (Liu, 1997). Kereskedelmi szempontból a magvak legfontosabb részei a sziklevelek, mivel ezek a fehérje és olaj raktárai.

A szójafehérje és az olaj különálló fehérje-, illetve olajtestekbe van csomagolva. A fehérje állományok nagyméretű, gömb alakú, 2-10 mikrométer átmérőjű organelumok, míg az olajtestek kisebb, 0,2-0,5 mikrométer átmérőjű részecskék (Wolf, 1982). Szárazanyagra számítva a szójamagok átlagosan 40-41% fehérjét tartalmaznak. A magfehérjéket szerepük alapján 4 csoportba oszthatjuk: metabolikus enzimek, strukturális, membrán- és tárolófehérjék (Krishnan, 2001). A tárolófehérjék a teljes magfehérje 65-80%-át teszik ki és a fő szerepük, hogy nitrogénforrásként szolgálnak a csírázó mag számára (Murphy 2008). A tárolófehérjék mellett a szója magja számos olyan fehérjét tartalmaz, melyek kis mennyiségben vannak jelen és a tárolt tápanyagok mobilizálásáért vagy a makro- és mikroorganizmusok elleni védekezésért felelősek. E fehérjék közül sok az antimetabolikus vegyület, és az érzékeny emberekben és állatokban olyan allergiás reakciókat válthatnak ki, mint a gyomorpanaszok vagy az atópiás dermatitisz (Herman, 2005).

A szója magjában ún. proteáz inhibitorok vannak számottevő mennyiségben (az összes szójafehérje közel 6%-a), s ez gátolja a hasnyálmirigy enzimeket a monogasztrikus állatokban,

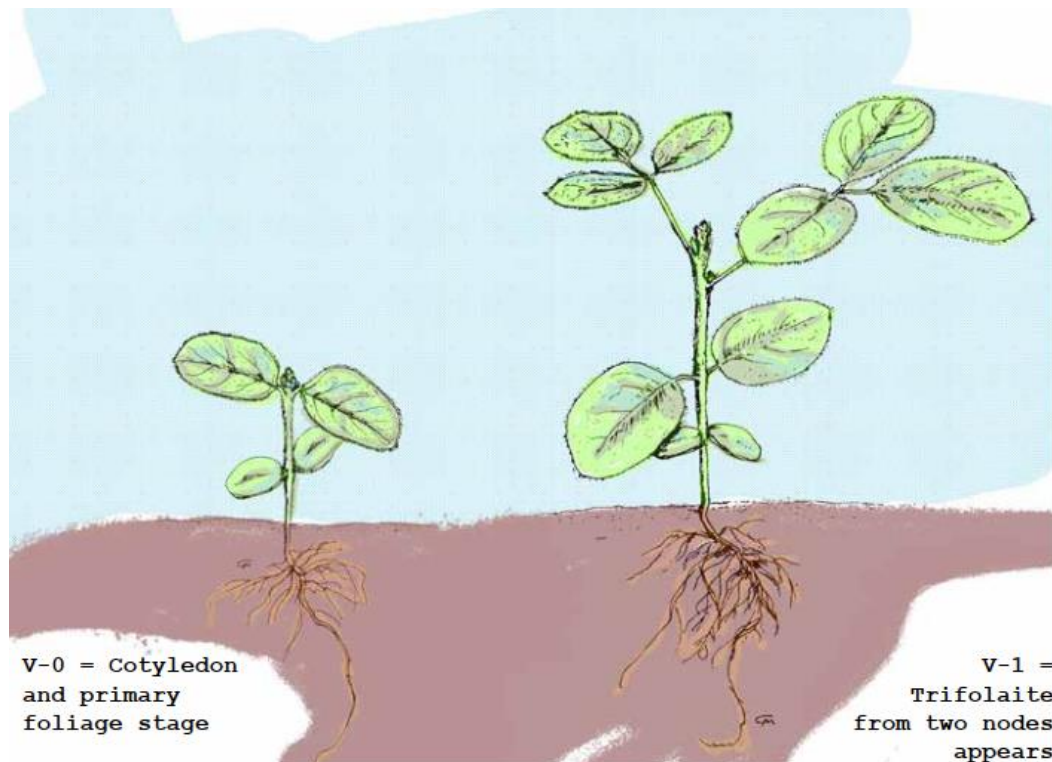
ami a fehérjék emészthetőségének csökkenését és egyes állatokban akár hasnyálmirigy hipertrófiát is eredményezhet (Krishnan, 2001).

Amennyiben a talajnedvesség megfelelő, a vetést követő 24 órában a mag mérete megduplázódik és nedvességtartalma elérheti akár az 50%-ot is. A gyökér jelenik meg elsőként, ami gyorsan elkezdi lefelé növekedni, hogy még több nedvességet találjon (1. ábra). Ez általában 48 órán belül megtörténik. Ha a talaj kiszáradt a mag körül és a gyökér nem talál vizet, akkor a mag elhal. A gyökér után a hipokotil rész indul fejlődésnek, ami később a talaj felszínéből fog kiemelkedni. Ez egy kritikus szakasza a kelésnek, hiszen, ha kérges a talajfelszín, akkor nem tud áttörni a csíranövény és a sziklevek a talajban maradhatnak. A talajból kibújva a sziklevek klorofillt szintetizálnak, fotoszintetizálni kezdenek (M1). A sziklevek fehérjében és olajban gazdagok, ezáltal tápanyagot szolgáltat a növények az első 7-10 napban. Itt befejeződik a csírázás és elkeződik a vegetatív szakasz (Purcell és Ashlock, 2014).



1. ábra: A szója (*Glycine max* L.) csírázása (rajzolta: Mohácsi Károly, szerk.: Kende Zoltán)

Amint teljesen kibontakozott a két sziklevel, megkezdődik az első stádium (V1) a vegetatív szakaszban, ahol már az összetett levelek jelennek meg három-három levélkével. A hármasan összetett levelek váltakozva jelennek meg a száron egészen a növény legfelső csomópontjáig, ami a 2. ábrán is látható (Purcell és Ashlock, 2014).



2. ábra: V0 és V1 fejlődési szakaszok (rajzolta: Mohácsi Károly, szerk.: Kende Zoltán)

A vegetáció második szakaszában már négy nóduszt látunk, amiből négy darab háromlevelű levél fejlődött ki. A harmadik szakaszban hat nóduszból hat darab háromlevelű levél alakult ki (M_2 , M_3). Ha a hőmérséklet kellően meleg és a talaj nedvességtartalma megfelelő, akkor nagyjából négy naponként jelennek meg új csomópontok. Minél inkább teljesülnek a feltételek a levélzet növekedéséhez, annál gyorsabban borítja be a lombzat a területet és ennek következtében a gyomelnyomó képesség is egyre erősebb lesz. A szárazság és a hűvös idő növelheti ezt az időt, sőt, akár le is állíthatja a növekedést. A gyökérzet viszont optimális feltételek esetén gyorsabban nő, mint a hajtás (Purcell és Ashlock, 2014).

A harmadik szakaszig a gyökérgümők viszonylag apróak és még nem szolgáltatnak nitrogént a növénynek, a kelés után négy héttel azonban aktiválódnak a gümők és elkezdenek nitrogént szolgáltatni. A gümők körülbelül nyolchetes korukig növekednek, ezt követően elvesztik aktivitásukat, elhalnak és új gümők képződnek, biztosítva ezzel a növény folyamatos nitrogénellátását (Purcell és Ashlock, 2014).

Amikor kezd megjelenni egy virág valamelyik szárcsomóban, akkor kezdődik meg a fejlődés reprodukzív szakasza. Általában a negyedik és a hatodik szárcsomó között indul meg az első virág. A virágzás megkezdésével (3. ábra) a növény folytatja növekedését, létrehozva ezzel új fő és oldalágakat (Purcell és Ashlock, 2014).



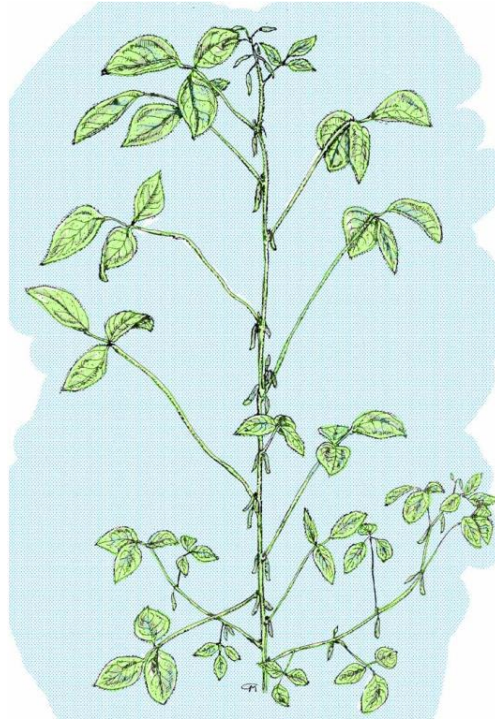
3. ábra: Virágok megjelenése (Saját felvétel, 2022)

A reprodukzív stádium második szakasza akkor következik be, amikor az egyik csomóponton már nyílt virágok vannak és a hüvelyek kezdenek megjelenni (4. ábra). Ez optimális esetben nagyjából az első virág megjelenésétől számítva három-tíz nap elteltével látható (Purcell és Ashlock, 2014).



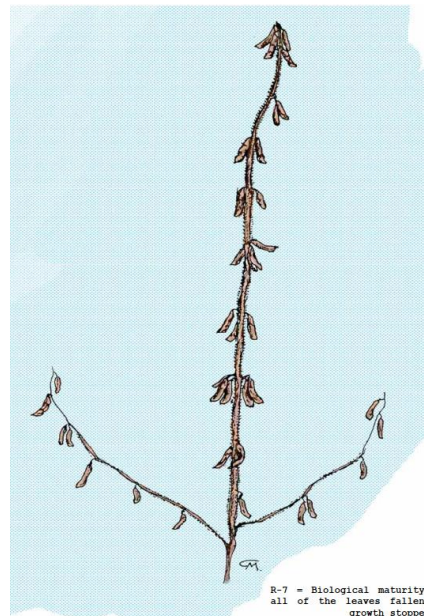
4. ábra: Teljes virágzás, hüvelyek megjelenése (rajzolta: Mohácsi Mihály, szerk.: Kende Zoltán)

A következő szakaszok a hüvely teljes kifejlődéséig tartanak, majd az ötödik szakaszban már megjelennek a magok a hüvelyben, a virágzás leáll, a hüvelyek barnulni kezdenek, mint ahogyan az az alábbi ábrán (5. ábra) is látható. Az ebben a szakaszban fellépő stressz (aszály, hosszan tartó áradás) rövid magtöltési időszakot, korai érettséget és kis magokat eredményezhet (Purcell és Ashlock, 2014).



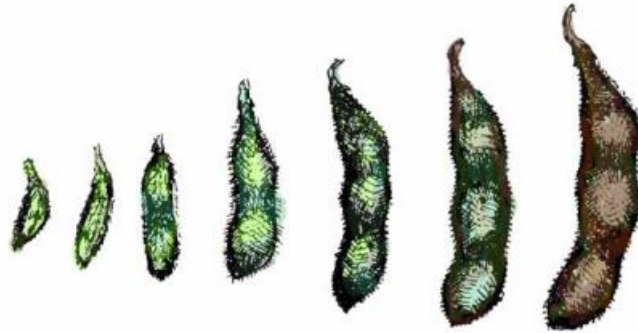
5. *ábra*: Hüvelyek érése, alsó levelek barnulni kezdenek (rajzolta: Mohácsi Károly, szerk.: Kende Zoltán)

A hatodik szakaszban alakul ki, hogy hány mag van az adott hüvelyben. A hetedik szakaszt a 6. *ábra* szemlélteti, ekkorra már az összes levél lehullott, a növekedés befejeződött és megkezdődik a magok érése (Purcell és Ashlock, 2014).



6. *ábra*: Biológiaiailag érett szója (rajzolta: Mohácsi Károly, szerk.: Kende Zoltán)

Míg a kukoricánál (*Zea mays*) a fiziológiai érettséget a fekete pont szemén való megjelenése jelzi, addig a szója akkor tekinthető fiziológiailag érettnak, illetve betakaríthatónak, ha teljesen sárga a magja. A hüvely először zöld színű (*M4*) (7. ábra), majd az érés során sárga, sárgásbarna, barna hüvelyekké alakulnak, amikben már megtalálhatóak a sárga magok (Tekrony et al. 1979).



7. ábra: A hüvely érésének folyamata (rajzolta: Mohácsi Károly, szerk.: Kende Zoltán)

2.5. A szója agronómiai igényei

2.5.1. A vetésforgó

Több tanulmány alátámasztja, hogy egy döntően gabonákból álló vetésforgóban a hüvelyesek növelik a későbbi gabonafélék terméshozamát, azonban kevés bizonyíték van a szója elővetemény-hatására európai körülmények között (Preissel et al. 2015).

Schmidt és társai (2015) kutatásai szerint a hűvös és nedves körülmények akadályozzák az érést, ezért az őszi csapadékosabb időjárás okán érdemes korán érő fajtákat választani. Egy nemrég végzett kísérlet kimutatta, hogy a vetés időpontja döntő hatással van a szója tápanyagtartalmára (Staniak et al., 2021). A korai, áprilisi vetés növelte a vetőmag nyerszsír-, olajsav- és szacharóztartalmát, míg a későbbi, júniusi vetés magasabb fehérje- és linolsavtartalmat eredményezett. Ezt Borowska és Prusinski (2021) is bizonyította, és megfigyelték, hogy a szemtelítődés a magas hőmérséklettől és a mérsékelt mennyiségű csapadéktól függ. Azonban Serafin-Andrzejewska (2021) megállapítása szerint a késői vetés jelentős terméscsökkenéshez vezet.

A növény az enyhén savanyú, 6 és 7 közötti pH-értékű talajt kedveli, hiszen ez javítja a tápanyagok biológiai hozzáférhetőségét (Shea, M. Singer, Zhang, 2020).

2.5.2. A vetés

Külföldön a gazdálkodók többsége szemenkénti vetőgépet használ a szója vetéséhez, mert így a sor- és tőtávolság sokkal precízebb, a vetőmagnorma fajtához igazítható (Moreira et al., 2015). Magyarországon nincs egységesség a szója sortávolságával kapcsolatban. Alapvetően a szója kapásnövény, de némely éréscsoport kifejezetten jól tűri a gabonasortávolságot is (Ivány et al., 1994). Fajtától és éréscsoporttól függetlenül a leggyakoribb sortávolságok a 24 cm – 36 cm – 45 cm – 50 cm – 75 cm (Galeev et al., 2018).

A vetés mélységére és idejére is tekintettel kell lenni. Európában a szója optimális vetési ideje április közepétől május közepéig tart (Dima, 2016). Egy másik vizsgálat szerint április végén, május elején javasolt a vetés, hiszen ekkor a talajhőmérséklet már tartósan eléri a csírázáshoz szükséges 8 °C-ot (Péter, 2022). A vetés során a magokat olyan mélységbe kell vetni, amely növeli a csírázás, a kelés és a gyors növekedés esélyét. Amerikában egy hüvelykre, azaz 2,5 – 3 cm mélyre vetik (Purcell, Ashlock, 2014). A túl mélyre, azaz 4-6 centiméternél mélyebbre vetett szója nehezen csírázik, ugyanakkor, ha túlságosan a felszínhez közel vetik a magot, akkor a késői fagyok kárt tehetnek benne (Kang et al. 2017).

2.5.3. Ápolás

Amikor a szója vegetációs idejéről beszélünk, akkor elsősorban a gyomok elleni védekezést kell kiemelni, hiszen a legtöbb szójatermelő országban ezek okozzák a legnagyobb problémát. Becslések szerint egyedül a gyomok 37%-os termés kiesést okozhatnak, míg a gombás fertőzések ezzel szemben 22% hozamcsökkenést válthatnak ki (Vivian et al. 2013). Nagy (2019) állítása szerint: „A gyommal fertőzött területek esetében a szója nem tud intenzíven fejlődni, ezért jóval alacsonyabb lesz a termésátlag, mint amit a gazdálkodó elvár.” Olyan nemkívánatos gyomok, mint a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*), a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), a disznóparéj fajok (*Amaranthus* spp.), a fenyércirok (*Sorghum halepense*) és a betyárkóró (*Coryza canadensis*) versengenek a területen rendelkezésre álló tápanyagokért és más, létfontosságú erőforrásokért (Vivian et al., 2013). Előbbi kettőt a kísérletem során is tapasztaltam, mely az alábbi felvételen is látható (8. ábra).



8. ábra: A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) és a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) a szójában is fellelhetők (Saját felvétel, 2022)

Sartorato és munkatársai (1996) még a bojtörján szerbtövist (*Xanthium strumarium*) is megemlítik, mint a szója legerősebb konkurens gyomnövényét. Közép-Olaszországban, Pannacci és Tei (2014) szója kísérletében a fentebb említett növényeken túl még a kövér porcsin (*Portulaca oleracea*) és a vadrepce (*Sinapis arvensis*) tartozott a főbb gyomnövények közé. Utóbbi kísérletben kitűnő, 99%-os hatékonysággal tudták kiirtani a gyomokat úgy, hogy a

szójásorokat herbiciddel permetezték, a sorközöket pedig kapával, fogas boronával kiegészítve művelték. Japánban Samarajeewa és munkatársai (2006) vizsgálatukban ujjaskölest (*Eleusine corocana*) vetettek takarónövényként eltérő művelési rendszerekben és arra a következtetésre jutottak, hogy a takarónövény drasztikusan csökkentette a gyomnövényzetet. Kobayashi és társai (2004) is arról számoltak be, hogy a szójában takarónövényként vetett őszi árpa elfojtotta a nyári egyéves gyomokat. Az ökológiai gazdálkodásban terméskiesés nélkül lehet alkalmazni takarónövényeket a vetésforgóban a jó gyomelnyomó hatásuk okán (Uchino et al., 2009).

Az amerikai kontinensen széleskörben évtizedek óta alkalmazzák a glifozát nevű totális gyomirtó hatóanyagot tartalmazó készítményeket a génmódosított (GM) szóják esetében, vegetációs időszak alatt is. Ennek hatására ott már kialakultak olyan gyomnövények, melyek ellenállóak a glifozát hatóanyaggal szemben, aminek eredményeként alternatív megoldásokat kell keresni a hatékony védekezésre. Lehetőségek között szerepel a már fentebb említett takarónövények használata, a vetésforgó optimális kialakítása, valamint a mechanikai gyomirtás alkalmazása (Vivian et al., 2013). Hazánkban érdemes vetés előtt (presowing) és vetés után – csírázás előtti (preemergens) gyomirtást alkalmazni, hiszen ezekkel biztosítható a terület gyommentessége, így az állomány egyöntetű és dinamikus fejlődésre lesz képes. Állománykezelésre (postemergens) már csekély mennyiségű szer alkalmazható biztonsággal, mivel a fajták többsége szerérzékeny, ami állomány kidőlésben és perzselésben mutatkozik meg (Weber et al., 2016) Ebből kifolyólag a fejlődő növényállományban a mechanikai kezelés jelenthet megoldást. Ennek előnyét Korres és társai (2018) szemléltették, akik szerint ez a megoldás nem okoz semmilyen kárt a növényekben, fellazítható a feltalaj egy hosszabb aszályos időszak után, aminek eredményeként a levegő-víz aránya egyensúlyi állapotba állhat vissza, ami látványos növényfejlődést eredményezhet.

A szója csírákorban rendkívül fogékony a betegségekre, ezért gyakori a csávázószerrel védett vetőmag a piacon. Nagy (2019) megfogalmazása szerint: „A csírákori védelem kiemelten fontos, mert a szójának igen sok kórokozója és kártevője ismert, mely elsősorban a gyökérrendszert és a leveleket-, kis mértékben a virágzatot és hüvelyetek támadja. Hazai körülmények között leggyakrabban előforduló kórokozók a gombák.” A leggyakoribb gombás betegségek közé sorolható a fuzáriumos hervadás (*Fusarium oxysporum*), a szója antraknózisa (*Colletotrichum glycines*), a fehérpenészes szárrothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*), a szójaperonoszpóra (*Peronospora manshurica*), a hamuszürke szárkorhadás (*Macrophomina phaseolina*), a diaportés hüvely- és szárfoltosság (*Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*, var. *caulivora*) és a korine spórás betegség (*Corynespora cassiicola*). A baktériumok okozta betegségek közül kiemelendő a levelek baktériumos barna levélfoltossága (*Pseudomonas*

syringae pv. *Glycinea*), a hólyagos levélfoltosság (*Xanthomonas campestris* pv. *glycines*) és a szójajavész (*Pseudomonas tabaci*) (http6).

A szója rovarkártevői közé tartoznak a pattanóbogarak (*Agriotes* spp.), a cserebogarak (*Melolontha* spp.), a közönséges takácsatka (*Tetranychus urticae*), a bogáncslepke (*Vanessa cardui*), a csipkézőbogarak (*Sitona* spp.), az akácmoly (*Etiella zinckenella*), a borsó levéltetű (*Acyrtosiphon pisum*), a dohánytripsz (*Thrips tabaci*) és a bagolylepkek közül például a gamma bagolylepke (*Autographa gamma*) és a káposzta bagolylepke (*Mamestra brassicae*). A szója termesztésének hátránya, hogy jelenleg nincs engedélyezett rovarölőszer a piacon, ezért eseti felhasználási engedély szükséges a vármegyei kormányhivataloktól (http6).

Az utóbbi években egyre elterjedtebbé vált a növényvédelmi engedéllyel rendelkező talajoltó készítmények alkalmazása. A növény gyökerén fejti ki hatását úgy, hogy a gombával mikorrhiza kapcsolat jön létre. Így a növény gyökerét megtámadó kórokozók, mint a fuzárium (*Fusarium* spp.) és a szklerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*), valamint a károsítók közül a szálfonálféreg (*Ditylenchus dipsaci*) vagy a cisztás-fonálféreg (*Heterodera glycines*) ellen hatékonyan védi a készítmény a növényt (http7, http8).

2.5.4. Tápanyagellátás

A szója vetése előtt ajánlott feltérképezni a talaj tápanyagellátottságát, ezt egy bővített talajvizsgálati eredményből tehetjük meg. A 3 fő makrotápanyag – a nitrogén (N), a foszfor (P) és a kálium (K) – mellett a kritikus mikrotápanyagok közé tartozik a kén (SO₃), a kalcium (Ca), a magnézium (Mg), a cink (Zn), a mangán (Mn), a bór (B), a vas (Fe) és a réz (Cu) (Shea et al. 2020). A szója nitrogén trágyázásáról megoszlanak a vélemények. Egy friss kutatás szerint felesleges nitrogén műtrágyát kijuttatni a *Bradyrhizobium japonicum* szimbióta baktérium nitrogénmegkötő képessége miatt (Bender et al. 2022). Ezzel szemben Moreno (2018) azt állítja, hogy termőterületől függően egy csekély, 40-60 kg/ha nitrogén hatóanyag szükséges a megfelelő termésszint eléréséhez. Az érett szója termésben lévő nitrogén 25-75%-a bizonyítottan a szimbiotikus nitrogénmegkötésből származik (Flynn és Idowu, 2023). Choudhary és munkatársai (2018) kísérletében megállapította, hogy a szója többet terem, ha az előző évben vagy az őszi szerves trágyát juttattak ki a területre. A foszfor és kálium hatóanyagok esetében egyaránt 60 kg/ha a javasolt dózis (Mandal et al., 2009). A szója lombtrágyázása akkor vezethet eredményre, ha a virágzás kezdetén, hüvelykötés időszakában történik. Ilyenkor a kén (SO₃) és bór (B) alapú készítmények a leghatásosabbak, ha magnéziumot (Mg) és kalciumot (Ca) is tartalmaz (Kahraman 2017). Közülük a legkritikusabb

tápelem a kén, hiszen annak hiányában természsökkenés tapasztalható. Ebből kifolyólag a negyedik hármasan összetett levél megjelenésétől a magtelítődés időszakáig 20-30 kg/ha dózisban javasolt annak kijuttatása (Batista et al. 2020). Ha a lombtrágyázás késve, azaz virágzásban vagy magkötés idején történt, abban az esetben már nem lesz olyan hatásos, hiszen akkor már bizonyos elemek beépülése lezárult, így nem tudja a növény igényeit támogatni (Dandge et al., 2018).

2.6. A szója lehetséges alpművelési módjai

A világon eltérő technológiával zajlik a szója termesztése. Az Amerikai Egyesült Államokban rendszerint kukorica-szója vetésforgót használnak minimum till (minimális művelés) vagy no till (művelés nélkül, direktvetés) talajművelésekkel, azonban egyes tagállamokban hagyományos (forgatásos, többkultúrás vetésforgó) talajműveléssel történik a termesztés (Behnke et al., 2019). Japánban és Kínában precíziós növénytermesztéssel érik el a maximális hozamot (Chu et al. 2016; Lan et al., 2017), míg Afrikában és Indiában úgynevezett „Smart Farm” rendszerek alakultak ki (Buah et al. 2017). Amikor alpművelésről beszélünk, akkor a termesztési idény során a legmélyebben végzett műveletet értjük. Az alpművelés történhet forgatással és forgatás nélkül. A forgatással járó mód a szántás, míg forgatás nélküli mód a lazítás, a kultivátorozás, a tárcsázás. A direktvetés nem tekinthető alpművelési módnak, ugyanakkor az is a talaj forgatása nélkül történik.

Ebben a fejezetben leírom, hogy a világon milyen alpművelési módokat alkalmaznak a szója termesztéséhez és azok milyen hatást gyakorolnak a talajra.

2.6.1. Forgatással történő alpművelési mód: a szántás

A szántás során függőlegesen a csoroszlya, vízszintesen az ekevas vágja el a talajszeletet, majd megemeli és a kormánylemez átfordítja, amivel a felső réteg alulra, az alsó réteg felülre kerül. A szántáskor porhanyítás, lazítás, illetve keverés is bekövetkezik (Birkás 2017).

Kismányoky et al. (2010) több éven keresztül végeztek talajművelési tartamkísérletet, ahol összehasonlították a szántást, a sekély művelést és a direktvetést. A kísérletben kimutatták, hogy az őszi szántás kisebb gyomborítotttságot és magasabb szemtermést eredményezett a kukoricában, mint a másik két kezelés. Shrestha et al. (2002) kutatásai is igazolják, hogy a forgatásos művelés gyomkorlátozó, míg a forgatás nélküli művelési mód gyomnevelő hatású.

Trouse (1985) rámutatott arra, hogy a nehéz mezőgazdasági gépek vagy a talajművelő eszközök talajtömörödést okozhatnak, különösen akkor, ha ugyanazt az eszközt több évig

ugyanabban a művelési mélységben használják. A Debreceni Egyetem kutatói többéves kísérletet állítottak be mészlepedékes csernozjom talajon, ahol összehasonlították az őszi szántást, a tavaszi szántást és a tavaszi tárcsás sekélyművelést. Az őszi szántásos kezelésben azt tapasztalták, hogy 10 éven keresztül azonos mélységben történő szántás esetén sem érte el a kritikus tömörödöttségi értéket. A vizsgálati eredményeik igazolták, hogy a művelési nedvesség optimumok betartásával, a gépi menetszámok csökkentésével és az alapművelés mélységének változtatásával megelőzhető a talajtömörödés (Rátonyi et al., 2007).

A talaj akkor minősül tömörödöttnek, ha 40% alá csökken az összporozitása, térfogattömege nagyobb 1,5 g/cm³-nél, ellenállása meghaladja a 2,5 MPa értéket (Birkás et al., 1997). Ez a tömör réteg korlátozza a gyökerek függőleges növekedését, ezáltal kevesebb a vizet és tápanyagot szív fel a növény a mélyebb rétegekből (Stafford et al., 1988).

A nedves talajon való szántás során az ekevas „elkeni a talajt”, valamint a barázdában járó traktor kerekek tömörödést okoznak (Guerif, 1994). Ezt az állítást erősítette meg Stefanovits (1999) is, aki szerint akkor művelhető jól egy talaj, ha annak konzisztenciája nedves, de nem sodorható. Ha túl nedves a talaj, akkor művelés során a talaj csak kenődik és az csak rontja a talaj szerkezetét, míg a túl száraz talajok művelésekor a talaj túl merev, megnő a vonóerő szükséglet és az eszközök rögzöket szakítanak ki a talajból (Stefanovits et al. 1999).

Továbbá, más vizsgálatok kimutatták, hogy egy nagyobb méretű esőzés után a tömörödéstől mentes talaj mélyebben beázik, mint az olyan talaj, ahol valamilyen tömör réteg (például eketalp vagy tárcsatalp) található (Dekemati, 2020). Éppen ezért Dekemati (2020) azt tanácsolja, hogy a talpképző eszközök (eke, tárcsa) használata előtt vizsgálja meg a gazda a talaj állapotát és csak azt követően döntsön az eljárás alkalmazásáról.

Korábban a gazdálkodók azt gondolták, hogy az őszi szántás során képződött rögzök, hantok az őszi esős időjárás után télen, a fagy hatására morzsákra esnek, így a talaj művelése könnyebb (Cserhádi, 1891). Ez a felfogás még napjainkban is számos gazdálkodónál tapasztalható. Birkás (2002) azonban rávilágított arra, hogy a fagyok során először fagymorzsa, majd por képződik, s minél nagyobb a fagy által érintett terület, annál több por alakul, a por pedig a szél és a víz által is könnyen mozgatható, ezáltal természeti és gazdasági kár is képződhet.

2.6.2. Forgatás nélküli módok

Radócz (2003) arra a megállapításra jutott, hogy az első pár évben a forgatás nélküli rendszerekben más gyomosodási folyamat indul el, mint a hagyományos szántásos rendszereknél, ugyanakkor ez nem eredményez nagyobb gyomirtószer-felhasználást. Az egyik lehetséges forgatás nélküli megoldás a lazítás. A lazítás történhet közép mély (35-40 cm) vagy mélylazítóval (50 cm <). Előbbi már szinte alapgépnek tekinthető a talajművelési rendszerekben, ami arra szolgál, hogy a művelt réteget mélyítsük. Kiváló munkaeszköz a nagy keréknyomású erőgépek gyakori járatása okán tömörödött talaj fellazítására. A munkagép kése lehet egyenes szárú, hátrahajló, parabola alakú, ívelt vagy ferde kialakítású. Kialakítása okán a talajon hagyott szármaradványok sem zavarják a tömörödött réteg áttörését (Rácz et al., 2006). Abu-Hamdeh (2003) bizonyította, hogy a talajlazítás hatására nőtt a gyökértömeg, a növénymagasság és a termés hozamokra is kedvező hatása volt.

A talaj tömörödése, különösen a felszíni rétegekben, rossz fizikai feltételeket teremt a magok keléséhez (Botta et al. 2004). A felső talajtömörödéssel ellentétben az altalaj tömörödése évekig fennmarad, és a termés hozam esetlegesen tartós csökkenését okozhatja. Az altalajtömörödés hatásának enyhítésére számos altalajlazítási technikát fejlesztettek ki. Ezek a műveletek viszont költségesek és csak ritkán képesek az altalaj tömörödését teljesen megszüntetni, különösen a mélyebb rétegekben (Hiikansson és Reeder, 1994).

Többéves talajművelési kísérletben Illinois államban a lazítást és a művelés nélküli rendszert hasonlították össze. A kutatás során a lazított területen nőtt a talaj porozitása és csökkent a talajnedvesség a no-till rendszerhez képest a vizsgált években (Vick et al. 2003).

2.6.3. Minimális talajművelési rendszer

A minimális talajművelés során a talajon nem történik forgatás, csak a felső rétegeket dolgozzák át (Alam et al. 2014). Olyan eszközök alkalmasak ennek a rendszernek a megvalósítására, melyek a talaj felszínén hagyják a növényi maradványok egy részét vagy akár teljes egészét. Ilyen például a tárcsa, a borona vagy a talajmaró (Ghaley et al. 2018).

A FAOSTAT legutolsó adata szerint 2017-ben Magyarországon 356,8 ezer hektáron alkalmazták a gazdák a tárcsás alpművelési módot (*http1*). Tehát ez meglehetősen gyakran alkalmazott eljárás hazánkban, melynek eszközei a tárcsák. A könnyű tárcsák a talaj felső 8-10 centiméteres rétegét dolgozzák át, míg a nehéz tárcsák 15-20 cm mélyen is művelnek (Unger et al., 1980). Többféle tárcsatípust különböztetünk meg, de leggyakrabban a kétsoros és az „X” elrendezésű tárcsákat alkalmazzák a gazdálkodók. A kétsoros esetében az első sor általában

csipkés, a hátsó sort sima élű tárcsák alkotják. A csipkés tárcsa erőteljes rögtörő és növényaprító tulajdonságokkal rendelkezik, ezért javasolt a tömörödött talajfelszín megbontására, tarlóhántásra, illetve a visszamaradott szármaradványok aprítására. Könnyűtárcsától a szántótárcsáig többféle elrendezésű eszközökből válogathatunk. Tárcsázáskor a talajt egyszerre porhanyítjuk, keverjük és lazítjuk (Radics, 2007).

Hátránya azonban, hogy nagyon kiszárítja a talajt, ezért vetőágy készítésére a szikes talajok kivételével egyáltalán nem tanácsos a használata (Radics, 2007). Calderón és munkatársai (1997) kísérletében rámutattak arra, hogy a tárcsázott talajnak rendkívül magas a szén-dioxid kibocsátása és a nedvességvesztése, mivel megnő a fedetlen felszín és nyíltabb talajfelszín jön létre, ami kedvez a párolgásnak és a szén-dioxid levegőbe jutásának. Egy korábbi kísérletben a szója vetése előtt ősszel tárcsáztak, ami azt eredményezte, hogy később tömörebb lett a talaj (Nesmith et al., 1987).

„A tárcsás és szántott alapművelési mód esetén az alapművelés mélységében tömörödés alakul ki” - írta Rátonyi (2007), aki kísérletében kimutatta, hogy a hagyományos és a talajkímélő művelési módok a feltalajban lényeges állapotváltozást idéznek elő. A talajt érő mechanikai károsodások csökkenthetők, ha a művelési menetszámot csökkentjük, a nem feltétlen szükséges munkákat elhagyjuk.

Betakarítás után kifejezetten hasznos művelet lehet a tárcsázás. Ekkor ugyanis fellazítjuk a talaj felső rétegét, amit, ha hengerezéssel lezárunk, akkor azt a fellazított talajt a repedésekbe juttatjuk, tömörítjük, aminek eredményeképpen a legközelebbi eső alkalmával a talaj egyenletesen ázik be, így a talajélet szinte azonnal beindulhat (Manninger, 1957). Továbbá, drasztikusan csökkentjük a talajnedvesség párolgását, valamint védelmet biztosítunk a mikroorganizmusoknak a Nap káros hatása ellen.

Nem elhanyagolható tény, hogy a felszínen maradt tarlómaradványok talajvédő hatással bírnak, így védik a talajt az erózióval szemben (Kreybig 1954). Tapia-Vargas et al. (2001) mexikói kísérletükben összehasonlították a hagyományos és a szántás nélküli művelési módokat. Azt tapasztalták, hogy a 0%-os tarlómaradvány-fedettséget biztosító művelési mód (szántás) esetén a kukoricavetésben nagyobb volt a talajvesztés és az elfolyás mértéke a 33%-os és a 100%-os borításhoz képest, ami igazolja Manninger (1957) állítását. Egy tíz éven át tartó angliai talajerózió-vizsgálat során arra a megfigyelésre jutottak a kutatók, hogy a lejtőre merőleges és a minimális művelési rendszer alkalmazásával jelentősen kevesebb talaj erodálódott csapadék eseményenként, mint a lejtőre párhuzamos, hagyományos és a lejtőre párhuzamos, minimális művelési módok esetén (Quinton és Catt, 2004).

2.6.4. Direktvetés

Direktvetésről akkor beszélünk, amikor bolygatatlan talajba vetünk az arra a célra megfelelő vetőgéppel. Vetés közben a gép lazítja, átdolgozza a talajt, valamint megtörténik a tápanyagutánpótlás, a vetés és annak betakarása is (Radics, 2006). Ez az eszköz vetősort nyitó elemekből, vetőelemből, valamint a sorokat lezáró hengerből tevődik össze (Morris et al. 2010).

A direktvetés a minimális talajművelés egyik irányzata, mely az 1950-es években az Egyesült Államokban kezdett kialakulni és Magyarországra a 60-as évektől kezdett begyűrűzni, ám akkor még csak kísérletekben, gépfejlesztésekben (Bádonyi, 2006).

A direktvetéses talajművelési rendszer során kisebb a taposási kár, mint a hagyományos talajművelési rendszereknél, ennek ellenére a többéves, folyamatos direktvetéses talajművelés után a terméshozamok általában csökkennek. Ennek egyik oka lehet a gyomirtási nehézség, valamint a gyökérbetegségek egyre gyakoribb megjelenése (Balbuena et al., 1998). Botta és munkatársai (2007) által végzett 3 éves kísérletben megfigyelték, hogy a szójabab terméseredményei évről-évre csökkentek a talajtömörödés miatt. Továbbá, az altalaj tömörítéssel szembeni ellenálló képessége alacsony, így az altalaj tömörítése tartós lehet, ezért a nedves talajon végzett betakarítási műveleteket a lehető legkisebb taposási kárral kell végezni a talaj nagyfokú tömörödésének elkerülése érdekében.

Narro Farias (1994) azt tanácsolja, hogy a talajtaposás mértéke ne haladja meg az 1MPa-t, mert az ennél magasabb talajnyomás károsíthatja a gyökérnövekedést. Gazdasági szempontból vizsgálva a minimális talajművelési rendszert alkalmazó gazdaságokban az erőgépek erőigénye nagyjából felére csökken Tullberg és munkatársai (2000) szerint. (2000).

Kutatások szerint a direktvetéssel vetett növényeknek több nitrogén műtrágyára van szüksége, mint a hagyományos művelési rendszerekkel művelt talajokra vetett növényeknek. Azonban a direktvetés több éven keresztül, folyamatos alkalmazása okán a talaj szervesanyag-tartalma nagyobb lehet, mint a szántás esetében (Bakermans és de Wit, 1970). Ugyanezt állapította meg Barber és munkatársai (2017) is, hozzátéve, hogy ezen talajok várhatóan nagyobb biológiai aktivitással rendelkeznek. McCalla és társai (1962) által végzett kísérlet szerint a tápanyagok ásványosodása műveléssel tovább fokozható.

Azonban nem csupán a nitrogén ásványosodására lehetünk hatással a megválasztott művelési móddal, hanem a denitrifikációra is. A műveletlen talajok általában tömörebbek és magasabb nedvességtartalommal rendelkeznek, mint a szántott talajok (Van Doren és Triplett, 1969; Van Ouwerkerk és Boone, 1970). Az elmúlt három évtizedben a talaj- és vízmegőrzést elősegítő talajművelés nélküli vetés elfogadott alternatívájává vált a hagyományos

talajművelési rendszereknek. Az ilyen talajokon az erózió legalább 50%-kal csökken a csupasz, parlagon hagyott talajokhoz képest. Dekemati (2020) többéves kísérletében megállapította, hogy a direktvetésre való áttérés első pár évében keményebb a talaj, viszont az évek múlásával és a biológiai élet javulásával lazultabb talajállapot jön létre, mint az első években, ez pedig segíti a nedvességmegtartást.

Baker és munkatársai (2002) szerint a talajművelés nélküli vetésmódra való sikeres áttérés kulcstényezői között szerepel a direktvetőgépek kivitelezésének javulása, az olcsóbb és hatékonyabb gyomirtószeres piacra kerülése, a talajművelés növénytermesztési rendszerekben betöltött szerepének jobb megértése és a tarlómaradvány kezelésre helyezett nagyobb hangsúly. Olyan vetőgépre van tehát szükség, amely hatékonyan behatol a megmunkálatlan talajba és a vetőmagot optimális mélységben helyezi el úgy, hogy a növény minél gyorsabban kikeljen.

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1. A kísérleti időszak

A kísérlet 2022 május 17.-től 2022 október 28.-ig került beállításra. A helyszín a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Gödöllőn, Szárítópusztán található Tangazdasága volt.

3.2. A terület bemutatása

Gödöllő Pest vármegyében helyezkedik el, a fővárostól 25 km-re található. Az éves napfényes órák száma 2400, az évi középhőmérséklet sokévi átlaga 9,7 °C. Sok év átlagában 564 mm csapadék hullik évente, melyből 313 mm jut a tenyészidőre. Az északnyugati szélirány az uralkodó. A gödöllői dombság hazánk szárazabb régiójához tartozik. Az elmúlt 3 évtizedben majdnem 3 °C-kal nőttek a nyári maximumhőmérsékletek értékei, és a kutatók szerint ez a szám az 5-öt is elérheti ([http9](#)).

3.3. A talajviszonyok bemutatása

A tábla egyik végén erdő, a hosszabbik két szélén egy-egy út található. A tábla mellett hidrások is találhatóak a területen. Kovács (2014) szerint a talaj fizikai félesége homokos vályog, ami érzékeny a tömörödéssre. Egy másik tanulmány szerint fizikai tulajdonsága alapján agyagos szerkezetűnek mondható (47.5 % iszap, 41 % homok, 11.5 % agyag). Arany-féle kötöttségi értéke (K_a): 28-42 között alakul (Ráth, 2019). A humuszosodás és a kilúgzás az uralkodó folyamatok a talajképző tényezők közül. Jellemző továbbá az agyagosodás, agyagvándorlás, kovárványképződés és a savanyodás is. Az „A” szint nagyjából 40 cm vastag, barna színű, morzsás szerkezetű, gyengén savanyú, semleges és gyengén lúgos is lehet. A Ramann-féle barna erdőtalajokra jellemző a kedvező vízgazdálkodás, továbbá jó a vízáteresztő képességük, víztartó képességük közepes, valamint a növények számára elegendő hasznos vízzel rendelkeznek. Azonban a homokon létrejött rozsdabarna erdőtalajok vízgazdálkodási jellemzői nem olyanok, mint a barnaföldeknek. Éppen ezért termékenységük az alacsonyabb tápanyagtartalom és humusztartalom miatt kisebb (Kovács, 2014).

3.4. Alkalmazott agrotechnika

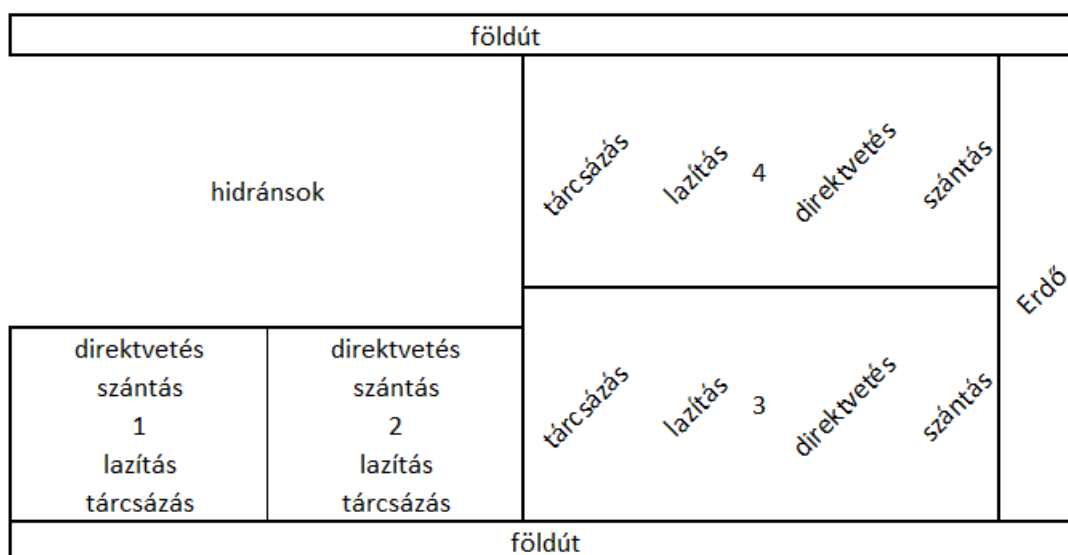
A szója előveteménye köles (*Panicum miliaceum*) volt. A vetést megelőzően totális gyomirtóval kezelték a területet 2022. május 5-én. A tárcsa 16-20 cm mélyen, a szántott területen az eke 28-32 cm mélyen, a lazított területen a lazító 40-45 cm mélyen dolgozott, míg

a direktvetés 3-5 cm mélységben történt. Az *Alize* szójafajtát 2022. május 17-én vetették gabonavetőgéppel gabona sortávra, 100 kg/ha mennyiségben. A vegetáció alatt júniusban történt gyomirtó vegyszeres kezelés.

A tenyészidőszak során összesen 160 mm csapadék hullott, de ehhez hozzáadódik, hogy 2022. május 20-án kelesztő öntözést alkalmaztak mintegy 20 mm adagban, csévélődobozos öntözőrendszerrel kijuttatva azt. 2022. október 28-án takarították be gabonavágóasztallal felszerelt kombájnnal, deszikkálás nem történt betakarítás előtt.

3.5. Kísérleti elrendezés, mérések, paraméterek:

A kísérletet 0,4656 hektáron végeztem. A táblát 4 ismétlésre osztottuk, mindegyikben 4-4 parcella volt, így összesen 16 parcella került kialakításra. 1 parcella 6 méter széles és 48,5 méter hosszú volt. Ismétlésenként a 4 parcellában direktvetést, szántást, lazítást és tárcsázást alkalmaztunk vetés előtt (8. ábra).



8. ábra: Kísérleti elrendezés (Saját ábra, 2022)

Havonta egy alkalommal, 2-2 ismétlésben végeztünk méréseket, parcellánként 3-3 darab mintát vettünk. A talajjellenállást penetrométerrel, a talajnedvességet talajnedvességmérővel, a SPAD és LAI értékeket pedig az arra alkalmas műszerekkel monitoroztuk. Ezek mellett felvételeztem egyéb, szabad szemmel jól látható tényezőket, mint a talajszerkezetet, a földigiliszta-egyedszámot, a gyomborítottságot, valamint a növénymagasságot is. A gyomborítottság meghatározásánál egy 0.5 méter x 0.5 méter nagyságú fakeret volt

segítségemre. Segítségével megszámoltam, hány darab és milyen gyomnövény található a keretben.

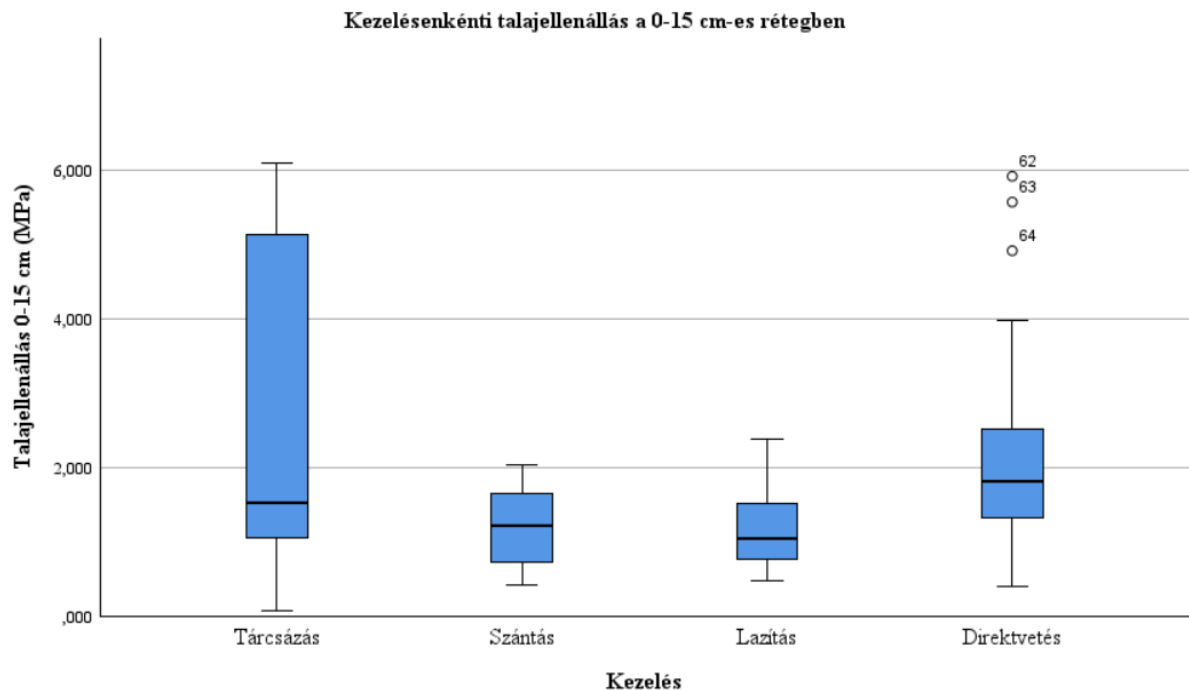
A földigiliszta-egyedszám és a talajszerkezet megállapításánál ásópróbát alkalmaztam. A kiásott földdarabot kézzel tanulmányoztam, majd egy nejlon zacskóba tettem azt, amit a laborban szobahőmérsékleten szárítottunk ki, ezt követően lemértük a minta egységnyi tömegét és az agronómiai szita alkalmazásával osztályoztuk a különböző talajaggregátumokat (rög, nagymorzsa, kismorzsa és por frakciók).

A betakarítás után termésmennyiséget becsültünk, illetve megvizsgáltuk a termésparamétereket. Az eredmények kiértékelését az IBM SPSS szoftverrel végeztem, mellyel varianciaelemzést (ANOVA), regressziót, korrelációt, valamint leíró statisztikát készítettem.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Talajjellenállás vizsgálat

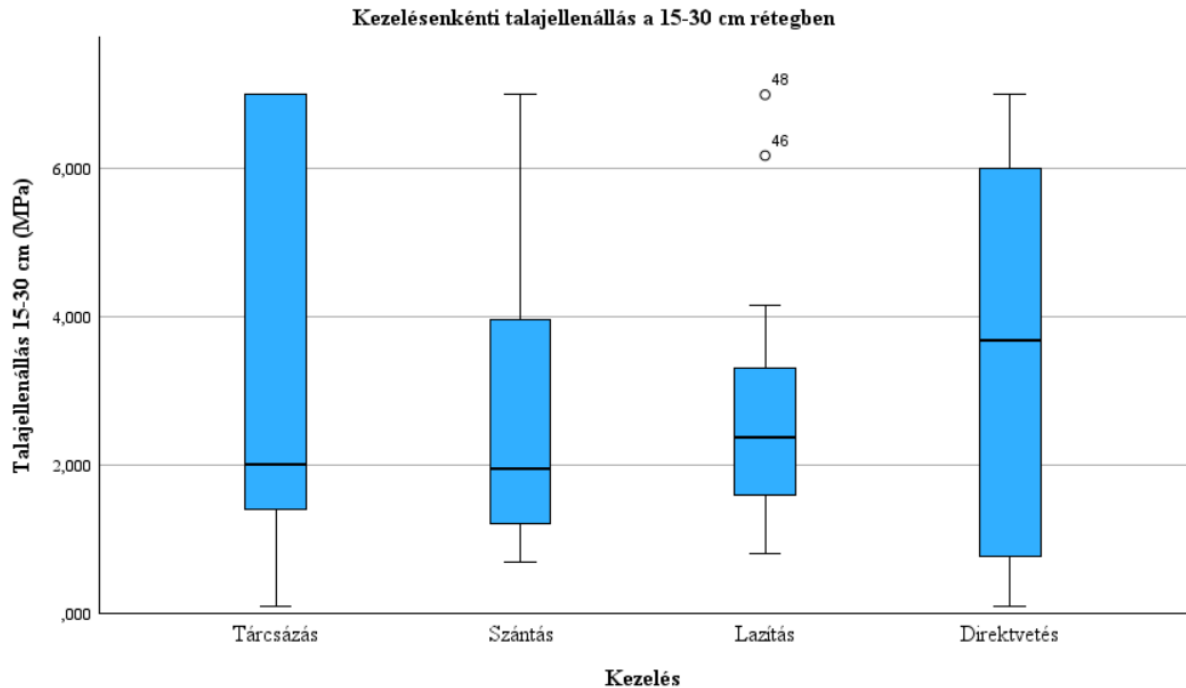
A négy kezelés talajjellenállásra gyakorolt hatását vizsgáltam a talaj felső 15 centiméterében. Arra voltam kíváncsi, hogy milyen mértékben befolyásolják egyes kezelések a talajjellenállást ebben a szintben (9. ábra).



9. ábra: Kezelésenkénti talajjellenállás a 0-15 cm-es talajrétegben (2022)

A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [$F(3, 68) = 4.476$, $p = 0.006$]. Az átlagos talajjellenállás és szórása $1,805 \pm 1,499$ MPa volt. A lazított és a szántott talaj esetében mértem a legalacsonyabb talajjellenállás értékeket, előbbinél $1,192 \pm 0,567$ MPa, utóbbinál $1,212 \pm 0,519$ MPa. A legnagyobb értéket a tárcsázásnál $2,473 \pm 2,115$ MPa és a direktvetésnél $2,342 \pm 1,665$ tapasztaltam. Feltételezésem szerint azért alakult így, mert az eke és a lazító jóval 15cm alatt ment, míg a direktvetőgép és a tárca csak ennél feljebb dolgozott. A legkisebb különbség az ismétléseknél a maximum és a minimum értékek között a szántás esetében volt, a legnagyobb pedig a tárcsázásnál, ahogy az ábra is mutatja.

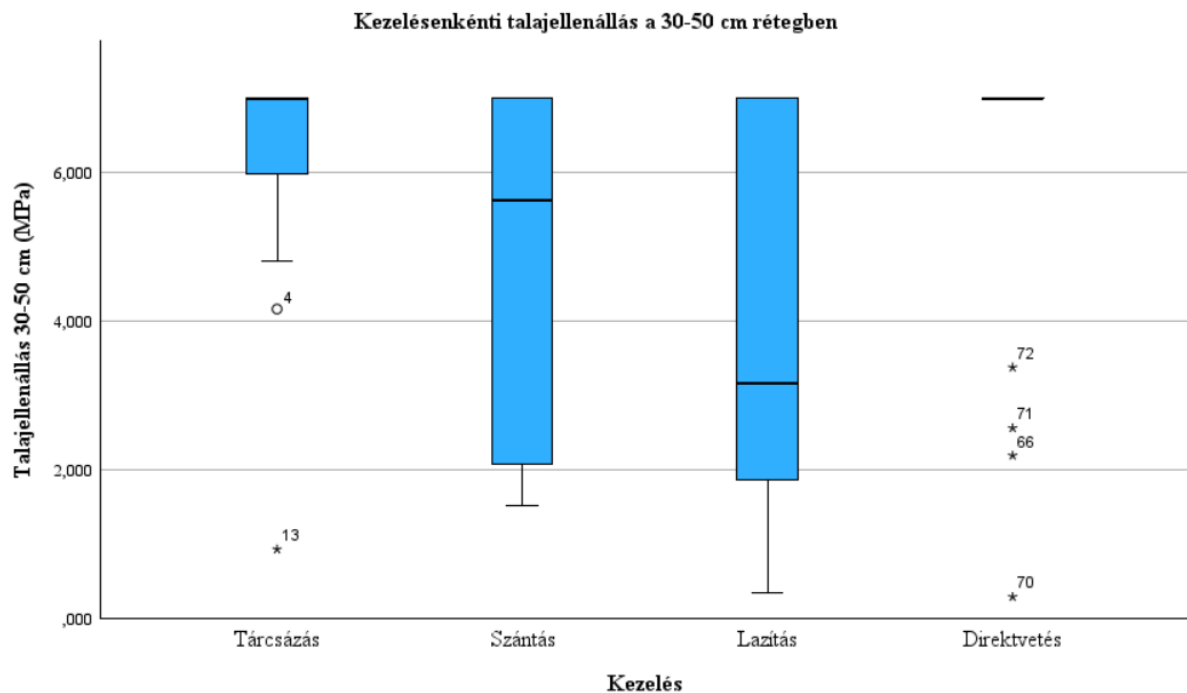
A következő ábrán a talajellenállás mértékét a 15-30 centiméteres rétegben vizsgáltam (10.ábra).



10. ábra: Kezelésenkénti ellenállás a 15-30 cm talajrétegben (2022)

A statisztikai elemzés során arra jutottam, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [$F(3, 68) = 1.031, p = 0.385$]. Ebben az esetben az átlagos talajellenállás és szórás $3,107 \pm 2,248$ MPa volt. Az előzővel ellentétben a legkisebb értéket a szántásnál $2,568 \pm 1,761$ MPa, majd a lazításnál $2,721 \pm 1,666$ MPa kaptam. A lazítást a direktvetés $3,556 \pm 2,530$ MPa követte, míg a legmagasabb érték a tárcsázásnál $3,584 \pm 2,814$ MPa született. Itt is várható volt, hogy a szántás és a lazítás esetében lesz a legalacsonyabb a talajellenállás, hiszen ezeknél a műveleteknél történik ilyen mélységben talajbolygatás, a másik két kezelés nem érinti a talaj ezen részét.

Az utolsó mérést a talajellenállás kapcsán a 30-50 centiméteres rétegben végeztem (11. ábra).

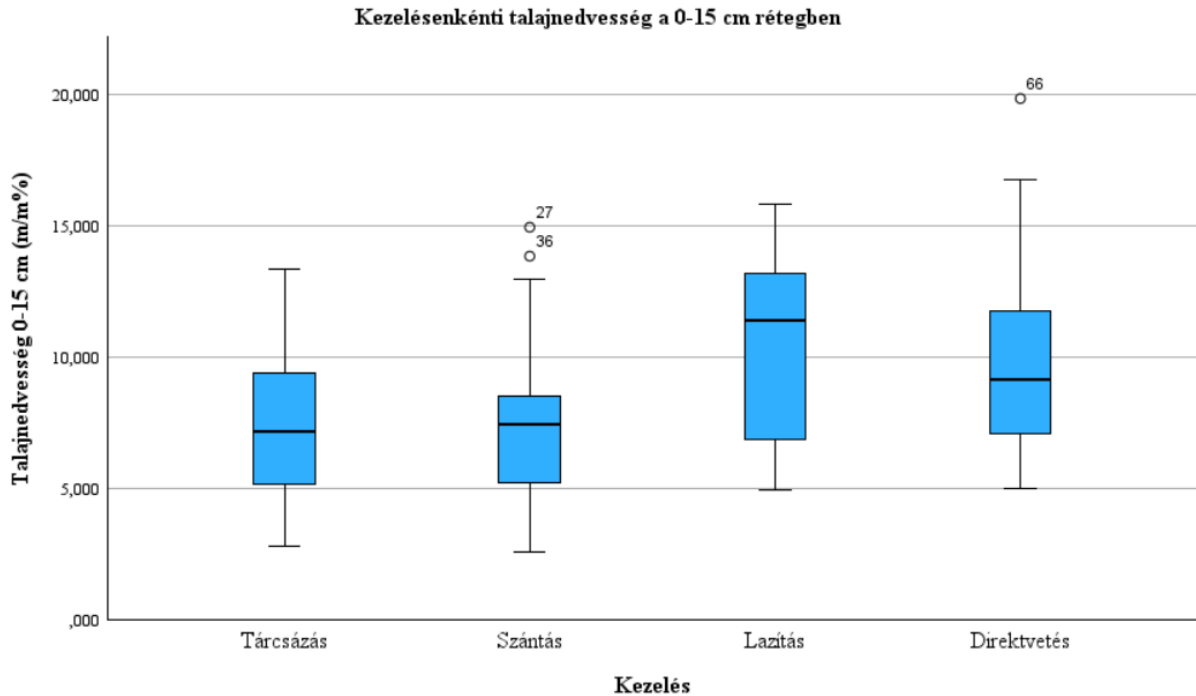


11. ábra: Kezelésenkénti talajellenállás a 30-50 cm talajrétegben (2022)

A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy van szignifikáns különbség a kezelések között [$F(3, 68) = 4.452, p = 0.006$]. Az átlagos talajellenállás és annak szórása $5,149 \pm 2,351$ MPa volt. A legkisebb értéket ebben az esetben a lazításnál $3,845 \pm 2,466$ MPa mértem, mely jóval alacsonyabb volt a szántásnál $4,660 \pm 2,475$ MPa, a direktvetésnél $5,914 \pm 2,161$ MPa és a tárcsázásnál $6,176 \pm 1,553$ MPa is. A lazító kései 40 centiméter mélyen mentek a művelés során, míg a többi kezelés esetében nem történt ebben a tartományban talajbolygatás. Ebből kifolyólag lehet ilyen nagy a különbség a lazítás és a többi kezelés között

4.2. Talajnedvesség vizsgálat

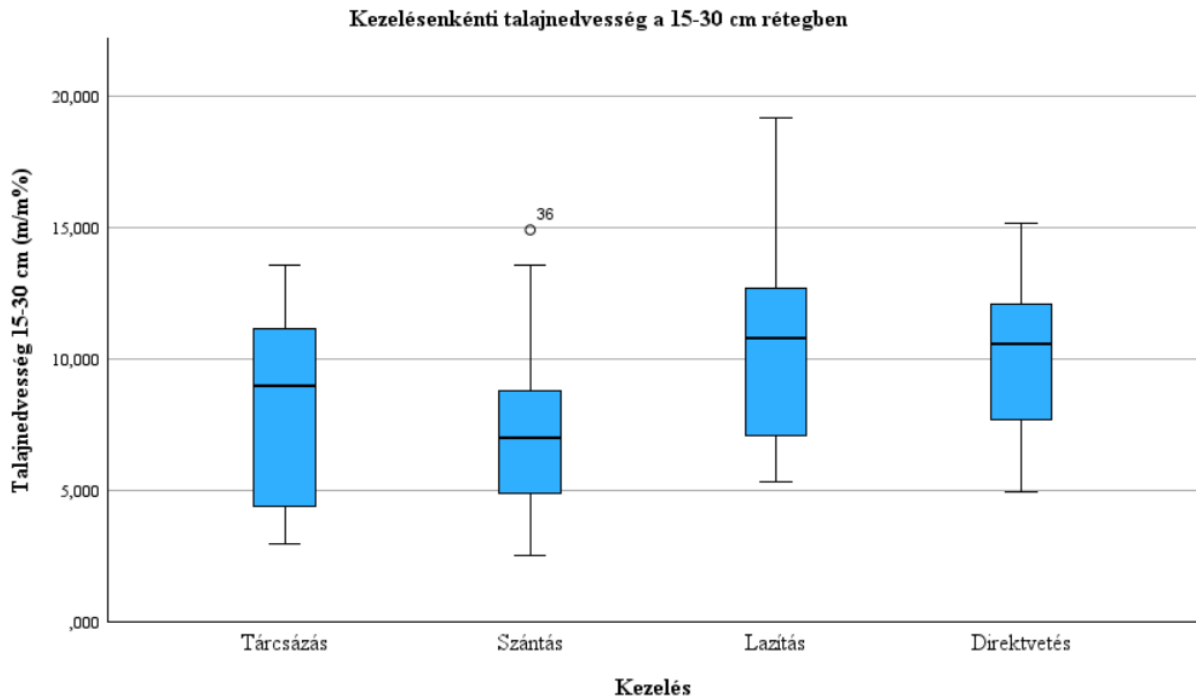
A következő vizsgált paraméter a talajnedvesség volt, a 12. ábrán a felső 15 centiméteren mért talajnedvességi értékek láthatók.



12. ábra: Kezelésenkénti talajnedvesség a 0-15 cm talajrétegben (2022)

A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [$F(3, 68) = 3.620, p = 0.017$]. Az átlagos talajnedvesség és szórás a felső 15 centiméteren $8,881 \pm 3,738$ m/m% volt. A lazítás során mértem a legnagyobb nedvességet $10,527 \pm 3,494$ m/m% értékkel. Ezt követte a direktvetés $9,911 \pm 4,050$ m/m%, majd a szántás $7,896 \pm 3,468$ m/m%, végül a tárcsázás $7,192 \pm 3,111$ m/m%. A legmagasabb medián érték a lazítás esetében volt, ami arra enged következtetni, hogy érvényesült a munkaeszköz lazító hatása. Ezt követte a direktvetés, a szántás és a tárcsázás sorrendben. A minimum és maximum értékek közötti különbségek a négy kezelés esetében közel azonosak. Amíg a direktvetésnél egy, a szántásnál két kiugró értéket mértem.

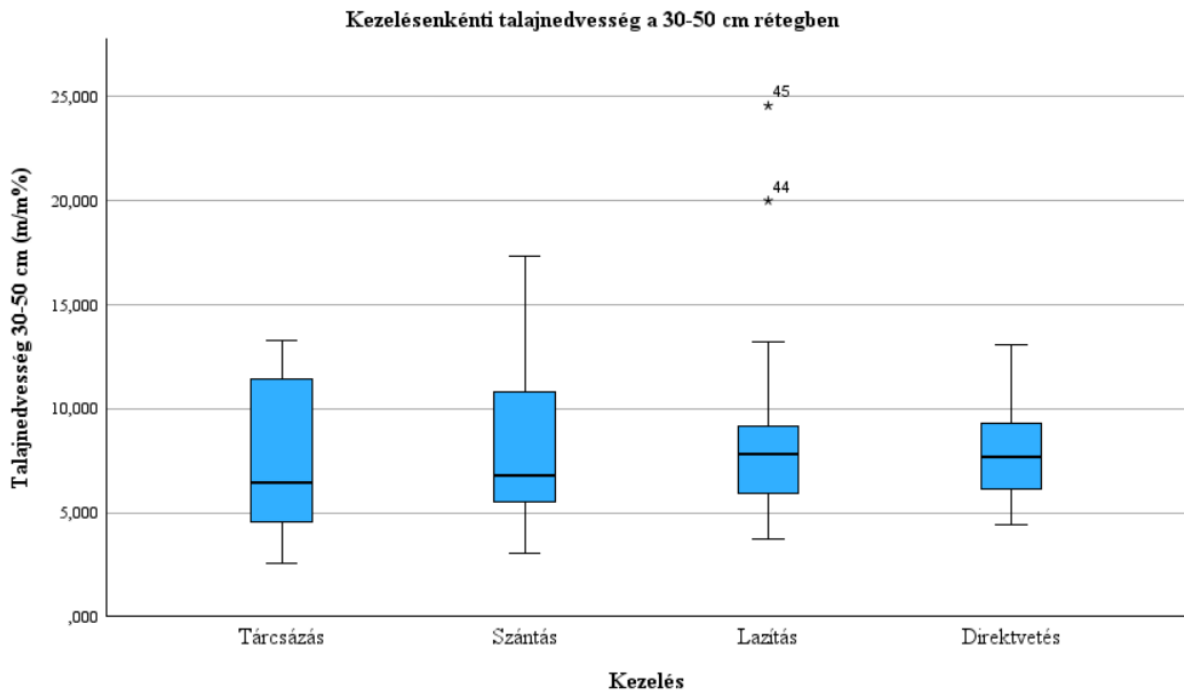
A 15-30 centiméteres réteg talajnedvességi viszonyait a 13. ábra szemlélteti.



13. ábra: Kezelésenkénti talajnedvesség a 15-30 cm talajrétegben (2022)

A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy van szignifikáns különbség a kezelések között [$F(3, 68) = 4.041, p = 0.011$]. Az átlagos talajnedvesség és szórás ebben a rétegben $9,183 \pm 3,763$ m/m% volt. Legnagyobb nedvességet itt is a lazítás $10,959 \pm 3,990$ m/m% és a direktvetés $10,209 \pm 3,011$ m/m% kezelésekben mértem. Ezt követte a tárcsázás $8,185 \pm 3,682$ m/m%, végül pedig a szántás $7,379 \pm 3,414$ m/m%. A legnagyobb differenciát a minimum és maximum értékek közül a lazítás esetében, míg a legkisebbet a direktvetésnél tapasztaltam. A legmagasabb medián értékeket a következő kezeléseknél mértem, sorrendben: lazítás, direktvetés, tárcsázás és szántás.

A következő ábrán a 30-50 centiméteres réteg talajnedvesség vizsgálatának eredménye látható (14. ábra).

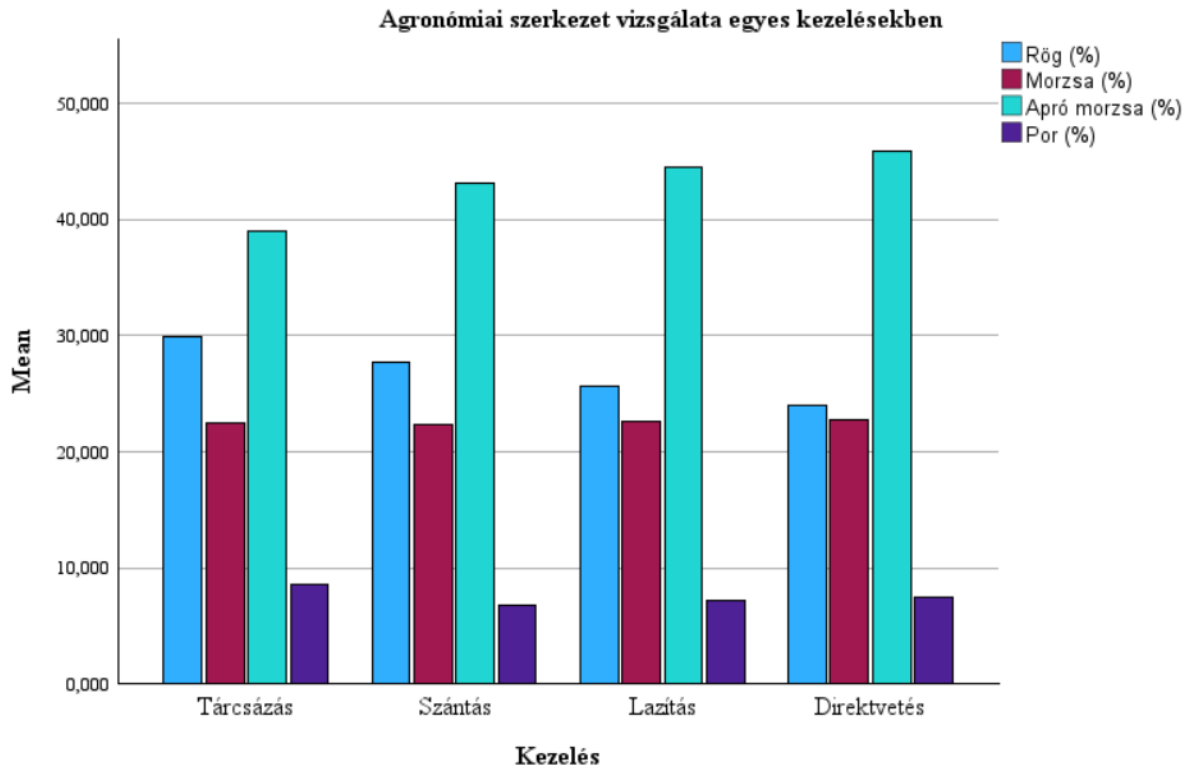


14. ábra: Kezelésenkénti talajnedvesség a 30-50 cm talajrétegben (2022)

A statisztikai elemzés során arra jutottam, hogy van szignifikáns különbség a kezelések között [F (3, 68) = 0.797, p = 0.500]. Az átlagos talajnedvesség és szórás ebben a tartományban $8,208 \pm 3,923$ m/m% volt. Legnagyobb nedvességet $9,240 \pm 5,343$ m/m% értékkel a lazításos kezelésben mértem. Ezután a szántás $8,296 \pm 3,890$ m/m%, majd ettől kicsivel lemaradva a direktvetés $8,074 \pm 2,376$ m/m% következett. A kezelések közül a tárcsázás $7,222 \pm 3,574$ m/m% utáni talaj bizonyult a legszárazabbnak. A minimum és maximum értékek között a legnagyobb különbség a szántásnál, a legkisebb különbség pedig a direktvetésnél mutatkozott. A legmagasabb leggyakoribb elem értéke a lazításnál volt, amit minimálisan lemaradva a direktvetés követ. Utánuk a szántás és a tárcsázás jön.

4.3. Agronómiai szerkezet vizsgálata

A következő mérési paraméter a talajszerkezet részletes vizsgálatára irányult, amit a 15. ábra vázol fel.



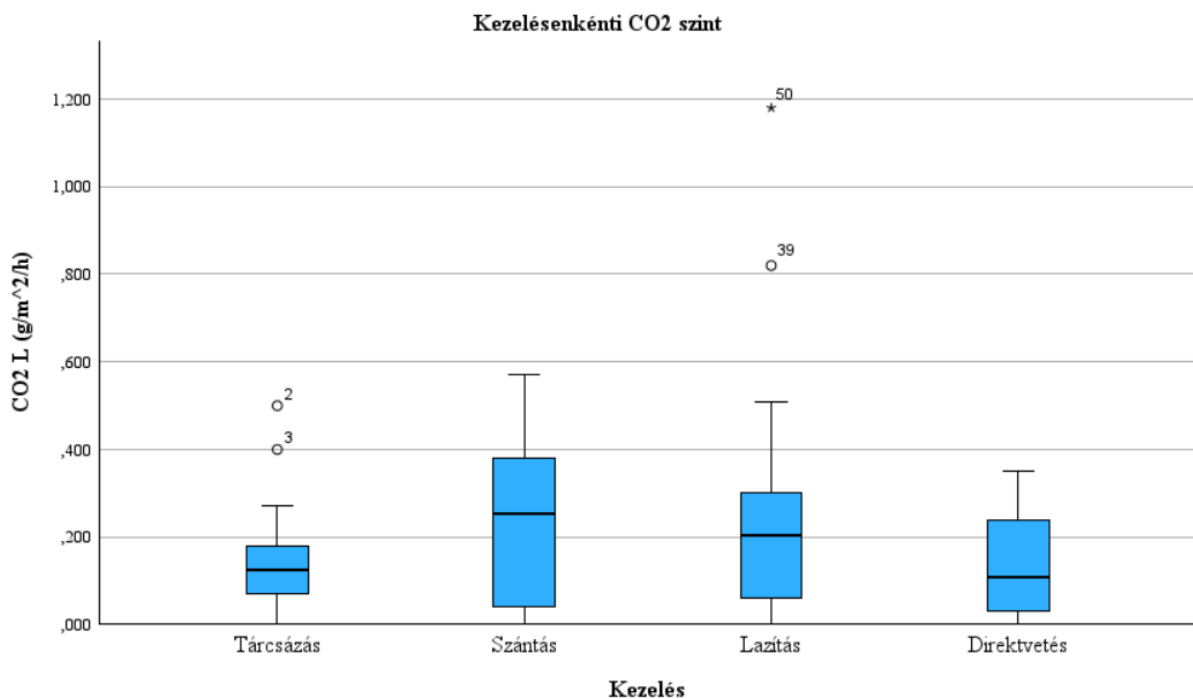
15. ábra: Agronómiai szerkezet vizsgálata (2022)

A statisztikai elemzés során megállapítottam, hogy mind a 4 talajaggregátum esetében szignifikáns különbség van a kezelések között. Rög esetében [F (3, 68) = 1.112, p = 0.350], morzsa esetében [F (3, 68) = 0.011, p = 0.998], apró morzsa esetében [F (3, 68) = 0.966, p = 0.414], por esetében [F (3, 68) = 0.919, p = 0.436]. Legtöbb rög frakció a tárcsázás 29,906±10,401 % esetében alakult ki. Ezután a szántás 27,776±12,359 % következett, majd a lazítás 25,678±7,814 % után a direktvetés 23,995±10,172 % esetében alakult ki a legkisebb arányban rög. A morzsa frakció átlagának és szórásának aránya mind a 4 kezelés esetében közel azonos 22,530±7,331 % értékekkel. Apró morzsa átlagának és szórásának aránya már mutat egy minimális eltérést, hiszen a legtöbb apró morzsa a direktvetéses 45,814±15,949 % kezelésben mutatkozott, amit a lazítás 44,479±10,846 % és a szántás 43,093±13,926 % követett. Legkevesebb apró morzsát a tárcsázásnál 39,010±8,954 % mértem. A por frakció esete hasonló a morzsához, hiszen itt sem volt lényeges eltérés a kezelések átlaga és szórása

7,530±3,194 % között. Minimálisan a tárcsázás 8,544±3,712 % érte el a legmagasabb arányt, míg a szántás 6,851±2,950 % a legalacsonyabbat.

4.4. Szén-dioxid kibocsátás vizsgálata

A szén-dioxid kibocsátásának alakulása egyes kezelésekben a következő diagrammon látható (16. ábra).

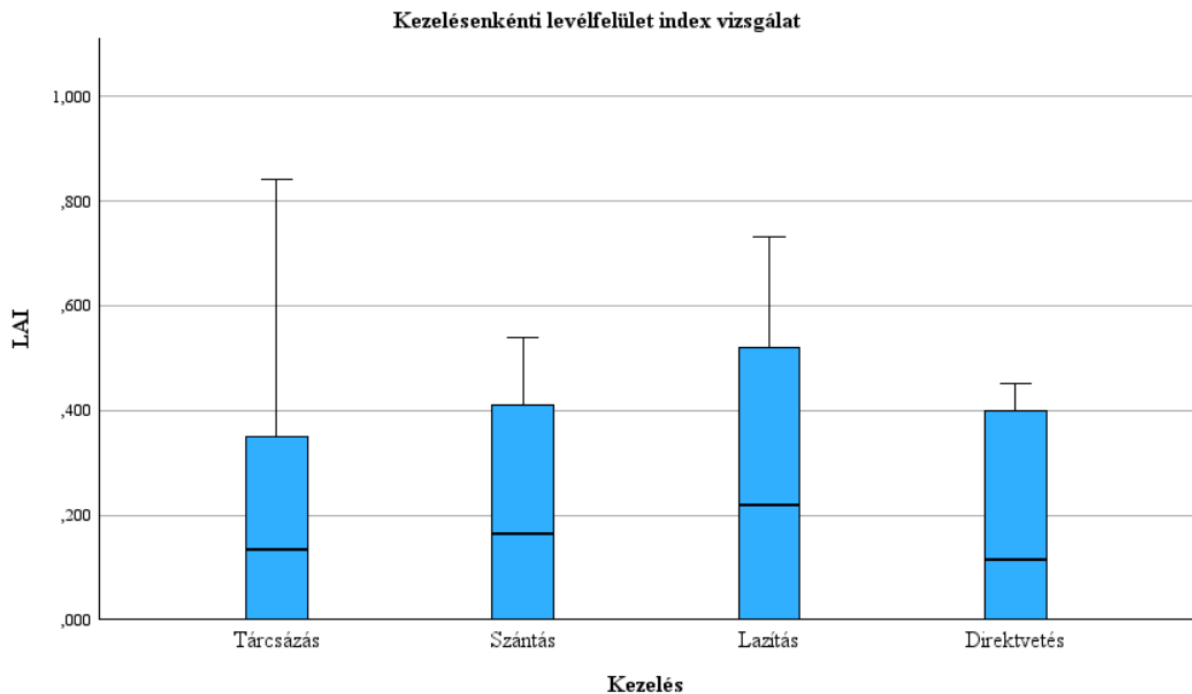


16. ábra: Szén-dioxid kibocsátás vizsgálata (2022)

A statisztikai elemzésből megállapítottam, hogy a kezelések között szignifikáns különbség van [F (3, 68) = 1.784, p = 0.159]. Az adatok alapján a lazítás 0,274±0,308 g/m²/h esetében volt a legmagasabb a szén-dioxid kibocsátás, amit a szántás 0,232±0,181 g/m²/h követ. A két legalacsonyabb értékkel a tárcsázás 0,153±0,129 g/m²/h és a direktvetés 0,144±0,118 g/m²/h kezelésekben tapasztaltam. A minimum és maximum értékek közötti legkisebb eltérést a direktvetés esetében számoltam. A medián értékek vizsgálatakor a szántásnál láttam a legmagasabb értéket, amit a lazítás, a tárcsázás és a direktvetés követett sorrendben.

4.5. Levélfelületindex vizsgálat

A levélfelületindex (továbbiakban: LAI) vizsgálat eredménye az alábbi ábrán tekinthető meg (17. ábra).

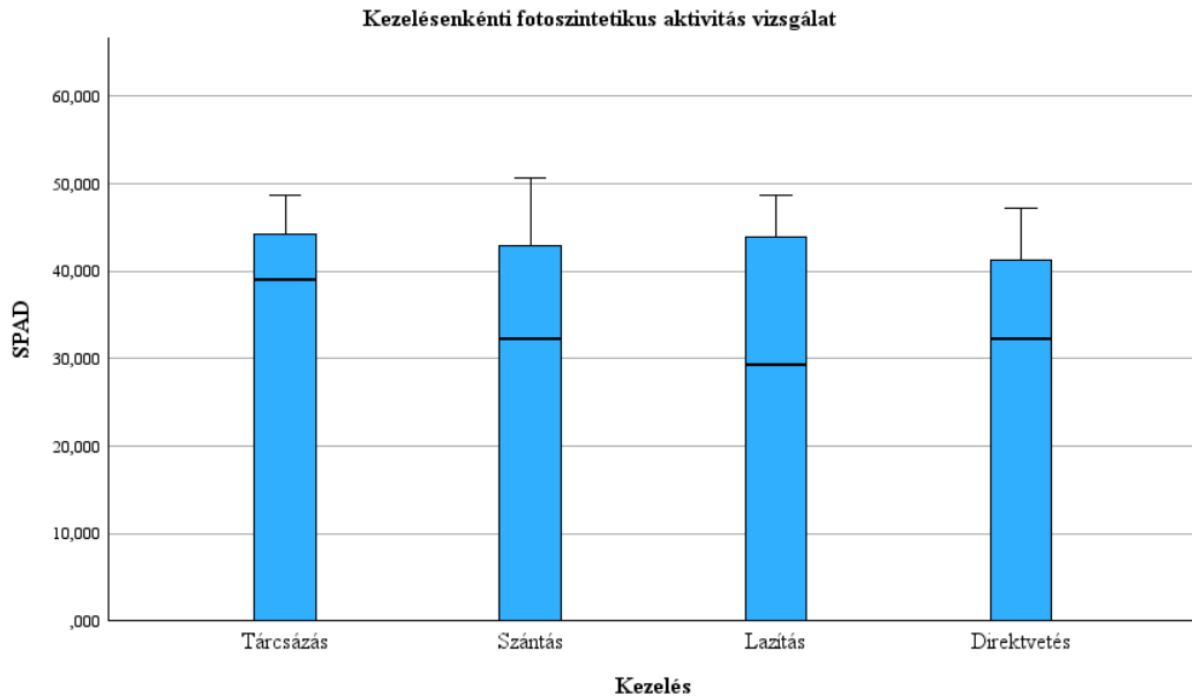


17. ábra: Levélfelület-index vizsgálat (2022)

A statisztikai elemzés igazolja, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [F (3, 68) = 0.487, p = 0.693]. A legmagasabb átlagot és szórást levélfelület index mérésekor a lazítás $0,273 \pm 0,280$ kezelésnél mértem, amit a szántás $0,216 \pm 0,210$, majd a tárcsázás $0,210 \pm 0,249$ követett. Legalacsonyabb értéket a direktvetésnél $0,181 \pm 0,188$ tapasztaltam. A legmagasabb egyszeri értéket a tárcsázás kezelésben mértem. A lazítás kezelésben volt a legmagasabb a medián érték, amit a szántás, tárcsázás és a direktvetés követ. Ezek az értékek a levélborítás mértékét hivatottak jelezni.

4.6. Fotszintetikus aktivitás vizsgálat

A következő ábra a fotszintetikus aktivitást mutatja be a négy kezelésben (18. ábra).

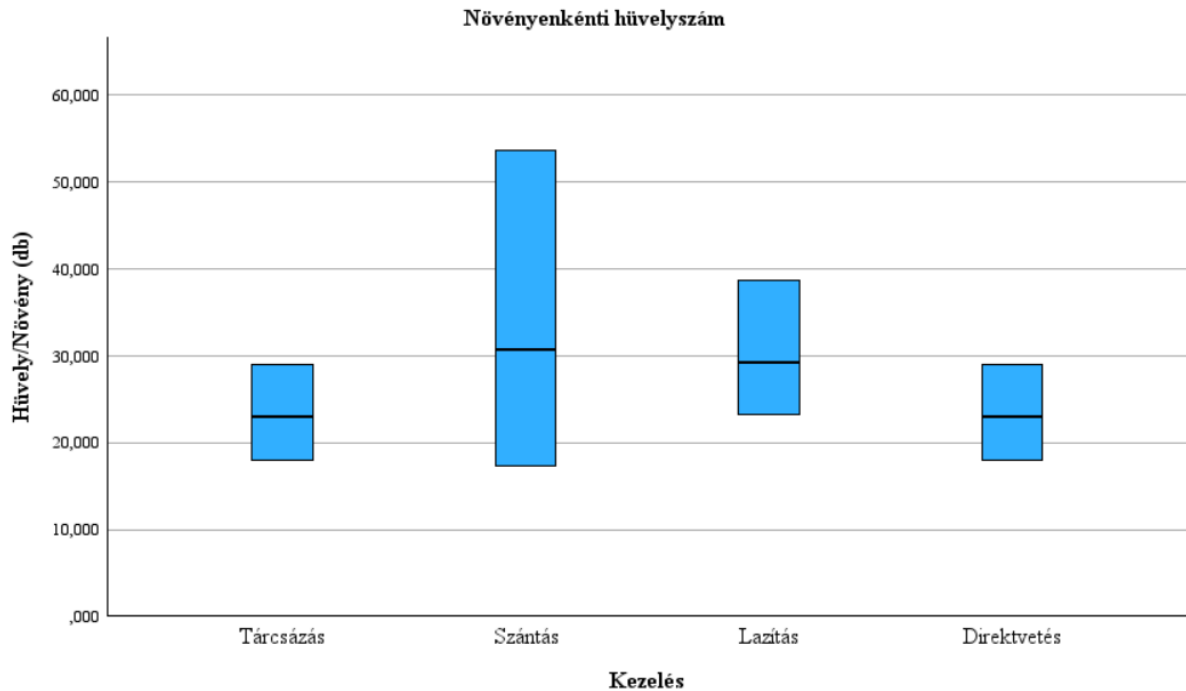


18. ábra: Fotszintetikus aktivitás vizsgálata (2022)

A statisztikai elemzés során egyértelműen megállapítható, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között [F (3, 68) = 0.125, p = 0.945]. A legnagyobb átlagot és szórást a SPAD mérésekor a tárcsázás $27,938 \pm 20,870$ esetében mértem. Ezt a direktvetés $24,700 \pm 18,836$ követte, majd a lazítás $24,538 \pm 20,203$ és a szántás $24,527 \pm 20,448$ jött. Az utóbbi 3 kezelésnél az átlagok tekintetében nem volt jelentős eltérés. A leggyakoribb érték esetében is a tárcsázás áll az első helyen, amit a direktvetés és a szántás, majd a lazítás követ.

4.7. Növényenkénti hüvelyszám

Következő vizsgált paraméter a növényenkénti hüvelyszám, mely az alábbi diagrammon látható (19. ábra).

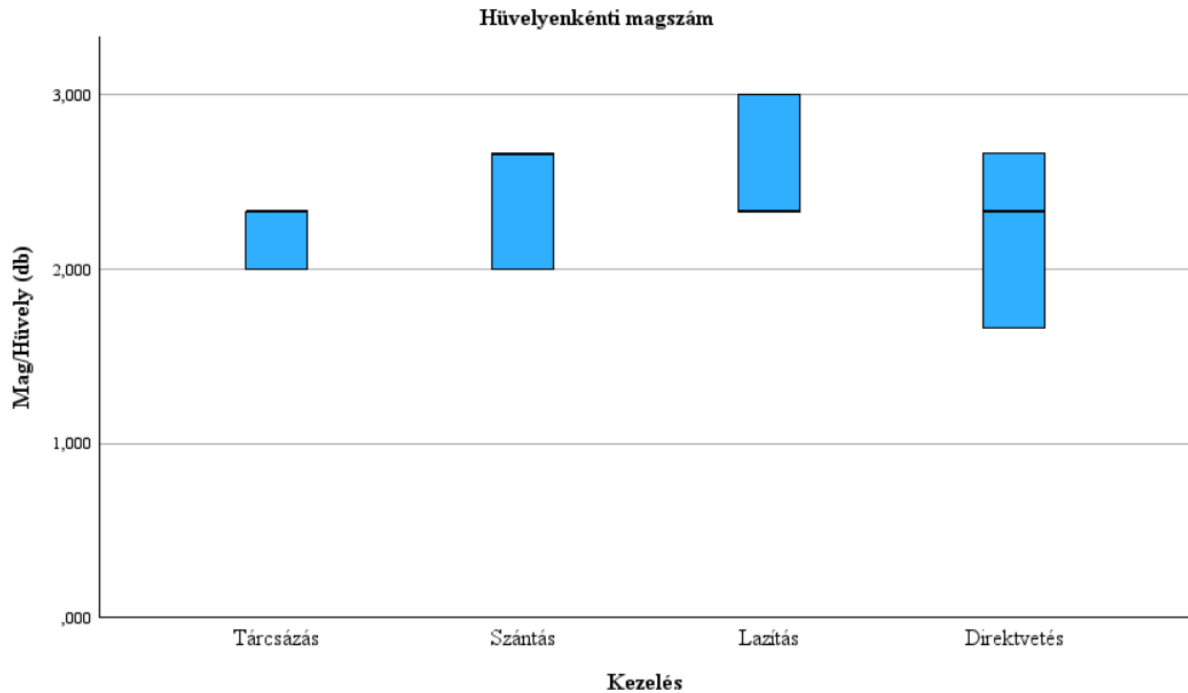


19. ábra: Növényenkénti hüvelyszám meghatározása (2022)

A statisztikai elemzés után megállapítható, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(3, 68) = 6.230, p = 0.001$]. A legmagasabb átlag és szórás a kezelések között a növényenkénti hüvely számot illetően a szántás esetén $33,888 \pm 15,442$ mértem. A második a lazítás $30,444 \pm 6,491$ lett, míg a tárcsázás és direktvetés kezelésekben azonos értéket mértem $23,333 \pm 4,627$. A medián értékeket vizsgálva is ugyanez a sorrend látható a boxplot diagrammon. A legmagasabb és legalacsonyabb értékek közti legnagyobb különbség a szántás kezelésben volt tapasztalható, míg a legkisebb amplitúdó a direktvetés tekintetében volt mérhető.

4.8. Hüvelyenkénti magszám

Megvizsgáltam, hogy átlagosan hány mag található egy hüvelyben. Ezt az alábbi ábra szemlélteti (20. ábra).

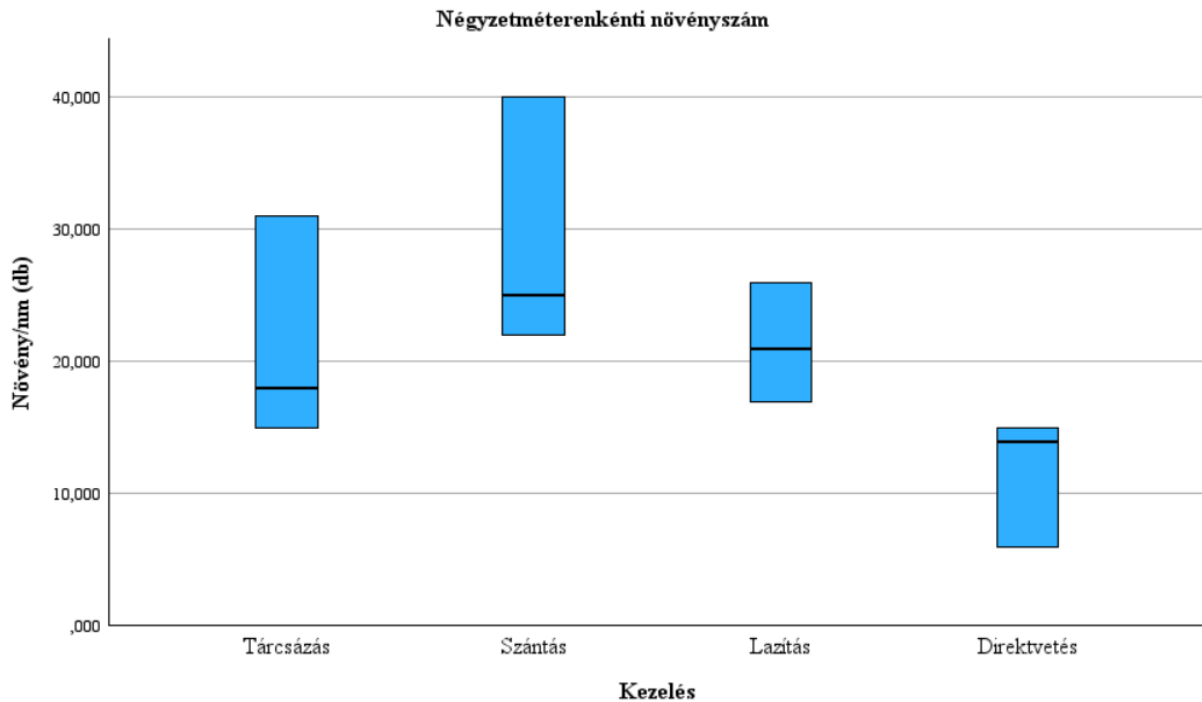


20. ábra: Hüvelyenkénti magszám vizsgálata (2022)

A statisztikai elemzés kimutatta, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [F(3, 68) = 4.823, p = 0.004]. Az átlagok és szórások alapján a legtöbb magot egy hüvelyben a lazítás $2,555 \pm 0,323$ esetében számoltam. A szántásnál $2,444 \pm 0,323$; direktvetésnél $2,222 \pm 0,427$ és a tárcsázásnál $2,220 \pm 0,160$ értékeket mértem.

4.9. Négyzetméterenkénti növényszám

Mérést folytattam a négyzetméterenkénti növényszámot illetően is, melyet a következő ábra vázol fel (21. ábra).

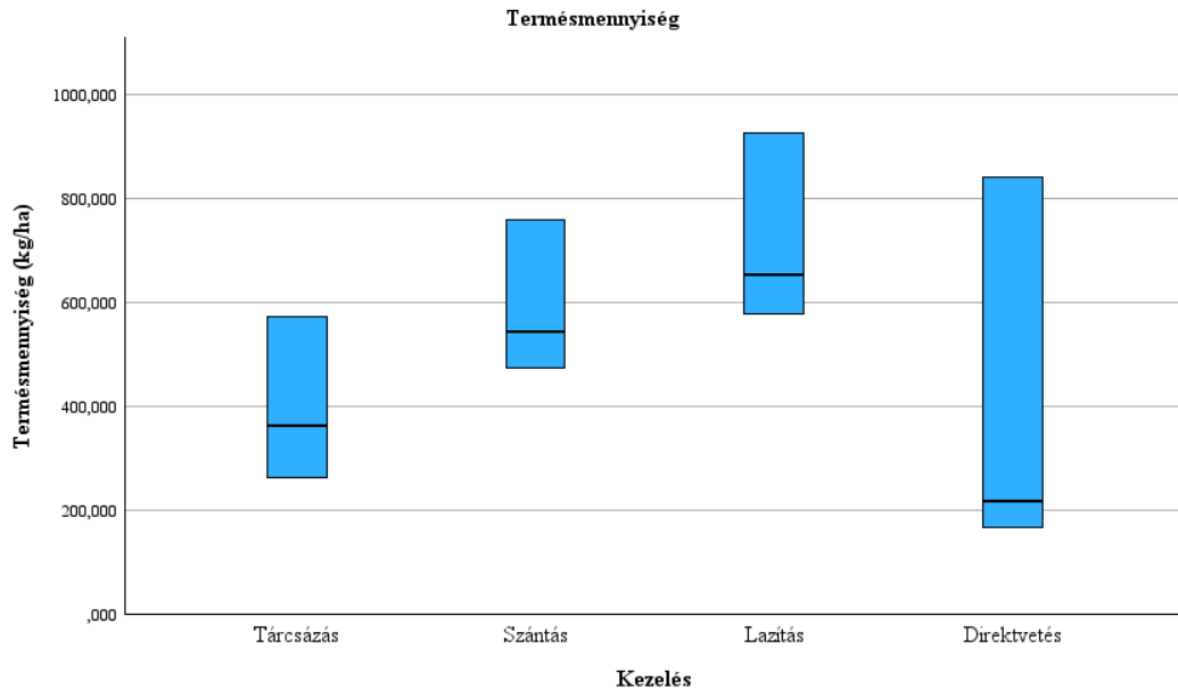


21. ábra: Négyzetméterenkénti növényszám meghatározása (2022)

A statisztikai elemzés során kiderült, hogy a kezelések között nincs szignifikáns különbség [F (3, 68) = 24.484, p = 0.001]. Egy négyzetméteren a kezelések közötti átlagok és szórások tekintetében a szántásnál $29,000 \pm 8,102$ db/m² tapasztaltam a legnagyobb értéket, amit a tárcsázás $21,333 \pm 7,145$ db/m² és a lazítás $21,333 \pm 3,788$ db/m² követ. Legkisebb értékeket a direktvetés kezelésben $11,667 \pm 4,144$ db/m² kaptam. A medián értékek esetén a szántásnál látható a legmagasabb érték, amit a lazítás, a tárcsázás és a direktvetés követ. A kezelések között a szántás majdnem kétszer megbízhatóbb eredményt ért el ebben a mérési paraméterben, mint a direktvetés, ugyanakkor a legnagyobb különbség a szélső értékek között is a szántásnál, illetve a tárcsázásnál látható.

4.10. Termésmennyiség

Végül a termésmennyiséget határoztam meg az egyes kezelésekben (22. ábra).



22. ábra: Termésmennyiség vizsgálat eredménye (2022)

A statisztikai elemzés során arra a megállapításra jutottam, hogy nincs szignifikáns különbség a kezelések között [$F(3, 68) = 10.957, p = 0.001$]. Hektáronként a legnagyobb hozammal a vizsgált kezelések között az átlagok és szórások ismeretében a lazítás $720,274 \pm 153,228$ kg/ha bírt, amit a szántás $593,241 \pm 124,294$ kg/ha követett. A harmadik helyen a direktvetés $409,621 \pm 315,491$ kg/ha végzett, kicsivel megelőzve a tárcsázást $401,489 \pm 132,282$ kg/ha. A diagrammon szembetűnik, hogy a direktvetés kezelésben volt a legnagyobb az amplitúdó és a legkisebb medián érték. Nagyságrendbeli különbség rajzolódik ki a lazítás és direktvetés, valamint a szántás és direktvetés között a leggyakoribb érték esetében. Az előbbinél a lazítás csaknem háromszor, az utóbbinál a szántás bőven kétszer megbízhatóbb terméseredményt mutatott a direktvetésnél.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- A szántás gyomkorlátozó hatással rendelkezik, míg a forgatás nélküli módok gyomnevelőnek bizonyulnak Shrestha kutatásai (2002) alapján. A kísérletem során is tapasztaltam, hogy a szántott talajban csekély mennyiségű gyom volt látható (*M3*).
- A szántás és a lazítás javítja a talaj tömörödöttségét a művelési mélységig. Ez a vizsgálatom során is megmutatkozott, hiszen szemmel láthatóan nagyobbak voltak a növények a másik két kezeléshez képest (*M5, M6, M7, M8, M9*), valamint ennél a két művelési módnál takarítottuk be a legtöbb termést egy egységre vetítve. Rátonyi és társai által készített 2007-es kísérletükben is hasonlót tapasztaltak. Ha megvizsgáljuk a szántás és lazítás közötti különbséget, akkor láthatjuk, hogy a szántás kezelésben a felső 15 cm-ben lazább talaj alakult ki, mint a lazítás kezelésben. Véleményem szerint jelen esetben azért kaptam jobb eredményt a szántásnál, mert az eke a munkamélységig bezárólag megfordítja a talaj felső részét, és a felső részek az alulra kerülés közben szétesnek, apróbbakká válnak. Így érvényesül a szántás porhanyító, lazító és keverő hatása. Ellenben a lazítás során a lazító kései csak lazítják a talajt az adott munkamélységig, valamint a kések csak meghatározott nyomban haladnak. Ebből kifolyólag a mérések során előfordulhatott, hogy a kések nyomvonalai között is történt mintavétel, ami nem bizonyult kellőképpen lazultnak.
- A talaj felső részétől lefelé haladva jól kimutatható, hogy folyamatos nő a talajjellenállás mértéke. Ebben több tényező is szerepet játszik. Elsőként a kezelések közötti eltérő művelési mélységet említem. A kezelések több, mint fele nem éri el a 30 centiméteres mélységet, a kezelések fele pedig még a 20 centimétert sem. Második tényező az erőgép talajra gyakorolt nyomása, ami összefüggésben van az elsővel. Minden kezelést ugyanaz a traktor végezte, azonban nem minden munkagép végzett munkát a traktor keréknyomában kellő mélységben, melynek okán az alsóbb rétegek keményebbek voltak, különösen a direktvetés és a tárcsázás esetében. Így alá tudom támasztani Botta és munkatársai (2007), valamint Nesmith és munkatársai (1987) kísérletét. Harmadik tényezőként az időjárást említeném, hiszen a 2022. év rendkívül aszályos és csapadékszegény volt. A vizsgált művelési módok eltérő mértékben változtatják a talaj vízbefogadó képességét, ami hatással van a talaj tömörödöttségére is. A szárazság okán a talaj is szárazabb volt, ami növeli a talajjellenállás mértékét. Ez a kísérletemben is megmutatkozott.

- Szakirodalmi adatok szerint direktvetés alkalmazásakor keményebb a talaj a művelés nélküli rendszerre való áttérés első pár évében (Rátonyi et al. 2007). Kutatásom igazolja, hogy tömörebb volt a talaj ennél a kezelésnél, noha egy év kísérleti eredményeiből nem lehet messzemenő következtetéseket levonni. A felvételezéseim során is eltérő különbség mutatkozott a kezelések között. A direktvetett szója a többihez képest vontatottabban kelt, a vegetáció alatt alacsonyabb volt a növénymagasság, valamint termésmennyiség tekintetében sem mutatott áttörést. Vélhetőleg azért alakulhatott így, mert csírázásakor a növénynek jóval keményebb felszínt kellett áttörnie, mint a többi kezelésnél, ami nehezítette a kelést.
- A lazítás után több vizet tud befogadni a talaj, aminek eredményeként magasabb lesz a hozam (Abu-Hamdeh 2003). A méréseim igazolták, hogy a lazítás hatására levegősebb, átjárhatóbb lesz a talaj, hiszen kisebb talajellenállás értékeket mértem ennél a kezelésnél, mint a többinél. Ennek hatására a csapadék jobban be tudott szivárogni a talaj mélyebb rétegeibe, mivel nem ütközött nagy ellenállásba.
- Javaslatom szerint hasonló talajtípusú területen ilyen időjárási körülmények mellett a lazítással történő alpművelés a megfelelő választás, azonban ennek az agrotechnikai beavatkozásnak is vannak előnyei és hátrányai. A művelet elvégzését gátolhatja egyes gazdálkodók esetében, hogy nagy vonóerő igénye van egy lazítónak, valamint a gázolaj felhasználás nagyjából a szántáséhoz hasonló. Továbbá csak szárazabb talajon van repesztő hatása, nedves talajon nem érdemes használni, mivel nem fejt ki hatását. A művelés előnye, hogy feltöri a tömörödött talajréteget, amennyiben a tömör réteg alatt járattuk a munkaeszközt. A lazítás során levegősebb lesz a talaj, több nedvességet tud befogadni, ami kedvezőbb feltételeket teremt a növényi gyökerek számára. Mindemellett növeli a biológiai aktivitást is, amelynek következtében a növényi szármadaradványok előbb és könnyebben bomlanak le.
- Egy olyan aszályos évben, mint 2022. volt, nem csupán gazdaságilag, de környezetvédelmi szempontból is megfontolandó az olyan, csökkentett menetszámú művelési rendszer, mint a direktvetés alkalmazása. Előnyeként említhető, hogy a kevesebb menetszám okán kisebb a taposási kár, kevesebb az üzemanyagfelhasználás, valamint kisebb eséllyel kerülnek a felszínre nagy földdarabok, ami kevesebb nedvességvesztést eredményez. Hátránya, hogy a növényállomány nehezebben fejlődik (M8) a lazított vagy a szántott talajhoz képest (M5, M7), ennek okán az első években

alacsonyabb hozammal kell kalkulálni, így alacsonyabb a jövedelmezősége. Így kísérletemben tapasztaltam Botta és munkatársai (2004) eredményét.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban négy lehetséges alpművelési megoldást vizsgáltam, melyek a szántás, a tárcsázás, a lazítás és a direktvetés voltak. Céлом volt, hogy felderítsem, mely művelési mód milyen hatással van a talajra, illetve hogyan befolyásolja a szója fejlődését, későbbi termését. A szakirodalom és a kísérleti eredményeim alapján megállapítható, hogy hasonló időjárási körülmények és talajviszonyok között a lazítás és a szántás alpművelési megoldások bizonyulnak a leghatásosabbnak a szója eredményes termesztéséhez.

A XXI. században egyre nagyobb figyelem övezi a lakosság részéről az egészséges életmódot, illetve a biztonságos élelmiszerelőállítását. A szója egy növényi fehérje-forrás, mely kiváló beltartalmi értékekkel rendelkezik humánélelmezési és takarmányozási szempontból is. Az emberi táplálkozásban betöltött szerepe évtizedek óta egyre növekszik.

A 2022-es év az egyik legszárazabb év volt Magyarországon, ahol különösen nagy szerepe volt annak, hogy az előző években milyen vízmegtartó művelési módokat alkalmaztak a gazdálkodók. Az éghajlatváltozás ténye és hatásának vizsgálata a mezőgazdaságra egy fontos és aktuális téma, mely a társadalom egészére hatással van. Éppen ezért foglalkozni kell a kérdéssel, hiszen alkalmazkodnunk kell annak érdekében, hogy továbbra is minőségi élelmiszer-alapanyagot tudjunk előállítani. Ez az alkalmazkodás azonban nagy kihívást jelent mind a gazdálkodók, mind a döntéshozók számára. A feladatot nehezíti, hogy a jó minőségű földterületek aránya csökkenő tendenciát mutat, azaz egyre kevesebb területen szükséges megtermelnünk az egyre növekvő emberiség számára az élelmiszer.

Összegezve a különböző alpművelési eljárásokról szóló szakdolgozatomat, elmondható, hogy a különböző talajokat olyan módon kell művelnünk, amellyel hosszútávon is megőrizhetjük azok értékét, ugyanis a globális felmelegedés hazánkat sem kíméli. Az éghajlatunk átalakul, így a növénytermesztésünk termésbiztonsága érdekében egy sokkal környezetkímélőbb, fenntarthatóbb szemléletmódot kell követnünk, ami a talaj észszerű művelésével kezdődik.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik a dolgozatom elkészítésében fizikai, szellemi, lelki téren támogatásukról biztosítottak.

Köszönettel tartozom elsősorban a témavezetőimnek:

Dr. Kende Zoltánnak, aki szakmai koordinációjával és tanácsaival, statisztikai elemzésben nyújtott segítségéért, biztatásaival és segítőkész hozzáállásával segítette a munkámat,

Bozóki Boglárkának, aki a terepi mintavételezéseket szervezte és lebonyolította, rendkívüli türelmével és segítőkész hozzáállásával szakmai tanácsokkal segítette a munkámat.

Köszönetem fejezem ki a családomnak, akik szabadidőt és nyugodt körülményeket biztosítottak számomra.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Abu-Hamdeh, N.H. (2003): Compaction and Subsoiling Effects on Corn Growth and Soil Bulk Density, *Soil Science Society of America Journal*, vol. 67 (4), 1213–1219.
- Alam, Md.K., Islam, Md.M., Salahin, N., Hasanuzzaman, M. (2014): Effect of Tillage Practices on Soil Properties and Crop Productivity in Wheat-Mungbean-Rice Cropping System under Subtropical Climatic Conditions, A. Roldán Garrigós (ed.), *The Scientific World Journal*, 437283.
- Antal, J. (2005): Növénytermesztés I., Budapest, Mezőgazda kiadó, ISBN: 0519001713852., pp. 391
- Aydinsakir, K. (2018): Yield and quality characteristics of drip-irrigated soybean under different irrigation levels, *Agronomy Journal*, vol. 110 (4), 1473–1481.
- Bádonyi, K. (2006): Hagyományos és a kémelő talajművelés hatása a talajerózióra és az élővilágra, *Tájökológiai Lapok* 4 (1): 1–16, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet
- Baker, C.J., Saxton, K.E., Ritchie, W.R., Chamen, W.C.T., Reicosky, D.C., Ribeiro, F., Justice, S.E., Hobbs, P.R. (2007): No-tillage Seeding in Conservation Agriculture, 2nd edition
- Balbuena, H.R., Aragón, A., McDonagh, P., Claverie, J., Terminiello, A. (1998): Effect of three different tillage systems on penetration resistance and bulk density, *Proceedings of IV CADIR (Argentine Congress on Agricultural Engineering)*, vol. 1, pp. 197-202
- Balikó, S., Bódis, L. (2006): A szója termesztése, Budapest, Mezőgazda kiadó, ISBN: 9632862724, pp. 216
- Balikó, S. (2015): Szójatermesztés korszerűen, Szeged, S-Press 5 Kiadó, pp. 112
- Batista, P.F., Müller, C., Merchant, A., Fuentes, D., Silva-Filho, R. de O., Silva, F.B. da, Costa, A.C. (2020): Biochemical and physiological impacts of zinc sulphate, potassium phosphite and hydrogen sulphide in mitigating stress conditions in soybean, *Physiologia Plantarum*, vol. 168 (2), 456–472.
- Behnke, G.D., Villamil, M.B. (2019): Cover crop rotations affect greenhouse gas emissions and crop production in Illinois, USA., *Field Crops Research*, 241.
- Bender, F.R., Nagamatsu, S.T., Delamuta, J.R.M., Ribeiro, R.A., Nogueira, M.A., Hungria, M. (2022): Genetic variation in symbiotic islands of natural variant strains of soybean *Bradyrhizobium japonicum* and *Bradyrhizobium diazoefficiens* differing in competitiveness and in the efficiency of nitrogen fixation., *Microbial genomics*, 8 (4).
- Birkás, M., Nyárai, F., Szalai, T. (1997): Experiments with direct drilling in Hungary - impacts on soil condition, weed infestation and crop yields, *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, 79–82.

- Birkás, M. (2002): Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés, Budapest, Akaprint Kiadó, pp. 344
- Birkás, M. (2017): Talajművelési ABC, Budapest, Mezőgazda Kiadó, pp. 293
- Borowska, M., Prusiński, J. (2021): Effect of soybean cultivars sowing dates on seed yield and its correlation with yield parameters, *Plant, Soil and Environment*, vol. 67(6), 360–366.
- Botta, G.F., Jorajuria, D., Balbuena, R., Rosatto, H. (2004): Mechanical and cropping behavior of direct drilled soil under different traffic intensities: Effect on soybean (*Glycine max L.*) yields, *Soil and Tillage Research*, 78(1), 53–58.
- Botta, G.F., Pozzolo, O., Bomben, M., Rosatto, H., Rivero, D., Ressia, M., Tourn, M., Soza, E., Vazquez, J. (2007): Traffic alternatives for harvesting soybean (*Glycine max L.*): Effect on yields and soil under a direct sowing system, *Soil and Tillage Research*, 96(1–2), 145–154.
- Buah, S.S.J., Ibrahim, H., Derigubah, M., Kuzie, M., Segtaa, J.V., Bayala, J., Zougmore, R., Ouedraogo, M. (2017): Tillage and fertilizer effect on maize and soybean yields in the Guinea savanna zone of Ghana, *Agriculture and Food Security*, 6(1).
- Calderó, F.J., Jackson, L.E. (1997): Rototillage, Disking, and Subsequent Irrigation: Effects on Soil Nitrogen Dynamics, Microbial Biomass, and Carbon Dioxide Efflux., *Journal of Environmental Quality*, 31 (3), 752-758.
- Cheng-Zhi, C., Cong-Jian, L., Dan, X., Xiao-Shan, Z., Jin, Z. (2021): Global warming and world soybean yields, *Journal of Agrometeorology*, 23(4), 367–374.
- Choudhary, M., Panday, S.C., Meena, V.S., Singh, S., Yadav, R.P., Mahanta, D., Mondal, T., Mishra, P.K., Bisht, J.K., Pattanayak, A. (2018): Long-term effects of organic manure and inorganic fertilization on sustainability and chemical soil quality indicators of soybean-wheat cropping system in the Indian mid-Himalayas, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 257, 38–46.
- Chu, Q., Watanabe, T., Shinano, T., Nakamura, T., Oka, N., Osaki, M., Sha, Z. (2016): The dynamic state of the ionome in roots, nodules, and shoots of soybean under different nitrogen status and at different growth stages, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 179 (4), 488–498.
- Csapó, J. (2006): Élelmiszer- és takarmányfehérjék minősítése, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1- 25., 216–218.
- Cserháti, S. (1891): A talajnak mélyművelése hazánkban, Magyaróvár, Czéh S. Könyvnyomda
- Dandge, M. S., Ingle, Y. V., Peshattiwar, P. D., Dikey, H. H. (2018): Effect of foliar nutrition on soybean productivity. *International Journal of Chemical Studies*. 6 (1): 1290-1292
- Dekemati, I. (2020): A klíma-szenzitív és a klíma-védő művelés megfelelése különböző talajokon, doktori disszertáció, Szent István Egyetem, Gödöllő., pp. 229

- Dima, D.C. (2016): Soybean Demonstration Platforms: The Bond Between Breeding, Technology and Farming in Central and Eastern Europe, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, 10–17.
- Dolijanović, Ž., Oljača, Snežana, Kovačević, Dušan, Simić, Milena, Momirović, Nebojša, Jovanović, Života, Ž, D., Oljača, S, Kovačević, D, Simić, M, Momirović, N, Jovanović, Ž, (2013): Dependence of the productivity of maize and soybean intercropping systems on hybrid type and plant arrangement pattern, vol. 45.
- Doren, D.M. Van, Triplett, J.G.B. (1969): Mechanism of Corn (*Zea mays* L.) Response to Cropping Practices Without Tillage.
- Flynn, R., Idowu, J. (2023): Nitrogen Fixation by Legumes, *Guide A-129*.
- Galeev, R. R., Vyshegurov, S. K., Samarin, I. S., Demshina, V. S., Gumel, M. A. (2018): Yield capacity and grain quality of soybeans depending on agrotechnical cultivation methods. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 10 (7): 1668-1671
- Ghaley, B.B., Rusu, T., Sandén, T., Spiegel, H., Menta, C., Visioli, G., OSullivan, L., Gattin, I.T., Delgado, A., Liebig, M.A., Vrebos, D., Szegi, T., Michéli, E., Cacovean, H., Henriksen, C.B. (2018): Assessment of benefits of conservation agriculture on soil functions in arable production systems in Europe, *Sustainability (Switzerland)*, 10(3).
- Grethe, H., Potapohn, M., Berschneider, J. (2016): Chances and Limitations of European Soybean Production: Market Potential Analysis., *Institute of Agricultural Policy and Markets (420) Agricultural and Food Policy (420a)*
- GUERIF, J. (1994): Chapter 9 - Effects of Compaction on Soil Strength Parameters, *Soil Compaction in Crop Production, Developments in Agricultural Engineering.*, vol. 11, pp. 191–214, Elsevier.
- Guilpart, N., Iizumi, T., Makowski, D. (2020): Data-driven yield projections suggest large opportunities to improve Europe's soybean self-sufficiency under climate change, *Nature Food*, 3 (4), 255-265.
- Halwani, M., Reckling, M., Schuler, J., Bloch, R., Bachinger, J. (2019): Soybean in no-till cover-crop systems, *Agronomy*, vol. 9(12).
- Herman, E. (2005): Soybean Allergenicity and Suppression of the Immunodominant Allergen, *Crop science*, 45 (2), 462-467.
- Hiikansson, I., Reeder, R.C. (1994): Subsoil compaction by vehicles with high axle load extent, persistence and crop response, vol. 29.
- Ivány, K., Kismányoky, T., Ragasits, I. (1994): Növénytermesztés – 3., Átdolgozott kiadás., Budapest, Mezőgazda Kiadó. pp. 222-228
- Kahraman, A. (2017): Nutritional value and foliar fertilization in soybean, *Journal of Elementology*, 22 (1), 55–66.
- Kang, B.-K., Kim, H.-T., Choi, M.-S., Koo, S.-C., Seo, J.-H., Kim, H.-S., Shin, S.-O., Yun, H.-T., Oh, I.-S., Kulkarni, K.P., Lee, J.-D. (2017): Genetic and Environmental

Variation of First Pod Height in Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.], *Plant Breeding and Biotechnology*, 5 (1), 36–44.

- Karges, K., Bellingrath-Kimura, S.D., Watson, C.A., Stoddard, F.L., Halwani, M., Reckling, M. (2022): Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe, *European Journal of Agronomy*, vol. 133.
- Kobayashi, H., Miura, S., Oyanagi, A. (2004): Effects of winter barley as a cover crop on the weed vegetation in a no-tillage soybean, *Weed Biology and Management*, 4 (4), 195-205.
- Korres, N.E., Burgos, N.R., Duke, S.O. (2018): Weed control: sustainability, hazards, and risks in cropping systems worldwide, *CRC Press*, Arkansas.
- Kovács, G. P. (2014): Cukorcirok termesztéstechnológia kidolgozása alternatív energetikai célokra, doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő., pp. 109
- Kreybig, L. (1954): Különféle trágyaszerek talajra gyakorolt hatásának tanulmányozása II., *Agrokémia és talajtan*, 3 (1-2). pp. 67-74
- Krishnan, H.B. (2001): Biochemistry and molecular biology of soybean seed storage proteins, *Journal of New Seeds*, 2(3), 1–25.
- Kühling, I., Hüsing, B., Bome, N., Trautz, D. (2018): Soybeans in high latitudes: effects of Bradyrhizobium inoculation in Northwest Germany and southern West Siberia, *Organic Agriculture*, 8(2), 159–171.
- Lan, Y. Bin, Chen, S. De, Fritz, B.K. (2017): Current status and future trends of precision agricultural aviation technologies, *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(3), 1–17.
- Liu, K. (1997): Soybeans: chemistry, technology, and utilization. Chapman, Hall, New York, Springer
- Mandal, K.G., Hati, K.M., Misra, A.K. (2009): Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer-NPK and organic manure, *Biomass and Bioenergy*, 33(12), 1670–1679.
- Mandic, V., Bijelic, Z., Krnjaja, V., Simic, A., Ruzic-Muslic, D., Dragicovic, V., Petricevic, V. (2017): The rainfall use efficiency and soybean grain yield under rainfed conditions in Vojvodina, *Biotechnology in Animal Husbandry*, 33(4), 475–486.
- Manninger, G.A. (1957): A talaj sekély művelése, Budapest, Mezőgazdasági kiadó, pp. 168
- Mccalla, T.M., Army, T.J., Wiese, A.F. (1962): Comparison of the Effects of Chemical and Sweep Tillage Methods of Summer Fallow on Some Properties of Pullman Silty Clay Loam, *Agronomy Journal*, 54 (5), 404-407.

- Montoya, F., García, C., Pintos, F., Otero, A. (2017): Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions, *Agricultural Water Management*, 193, 30–45.
- Moreira, A., Moraes, L.A.C., Schroth, G., Mandarino, J.M.G. (2015): Effect of Nitrogen, Row Spacing, and Plant Density on Yield, Yield Components, and Plant Physiology in Soybean–Wheat Intercropping, *Agronomy Journal*, 107(6), 2162–2170.
- Moreno, G., Albrecht, A.J.P., Albrecht, L.P., Junior, C.P., Pivetta, L.A., Tessele, A., Lorenzetti, J.B., Furtado, R.C.N. (2018): Application of nitrogen fertilizer in high-demand stages of soybean and its effects on yield perform, *Australian Journal of Crop Science*, 12(1), 16–21.
- Morris, N.L., Miller, P.C.H., Orson, J.H., Froud-Williams, R.J. (2010): The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review, *Soil and Tillage Research*, 108(1–2), 1–15.
- Murphy, P.A. (2008): 8– Soybean Proteins, in L.A. Johnson, P.J. White, R. Galloway (eds.), *Soybeans*, pp. 229–267, AOCS Press.
- Narro, F. E. (1994): Physical of Soils. Editorial Trillas, Mexico, p. 287
- Nesmith, D.S., Radcliffe, D.E., Hargrove, W.L., Clark, R.L., Toixner, E.W. (1987): Soil Compaction in Double-cropped Wheat and Soybeans on an Ultisol 1., *Soil Science Society of America Journal*, 51 (1), 183-186.
- Nagy, N. E., Csilla, B., Károly, T. (2019): Eltérő szójatermesztési technológiák összehasonlító elemzése az igen korai éréscsoportban, *Gradus*, 6(2), 47–52.
- Ouwerkerk, C. Van, Boone, F.R. (1970): Soil-physical aspects of zero-tillage experiments, *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 18 (4), 247-261.
- Pannacci, E., Tei, F. (2014): Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean, *Crop Protection*, 64, 51–59.
- Nagy, N. E. (2022): Szójafajták termesztéstechnológiai vizsgálata és termőhely-specifikus fejlesztése, Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen., pp. 184
- Popp, J., Fári, M., Antal, G., Harangi-Rákos, M. (2015): A fehérjetakarmány-piac kilátásai az EU-ban, különös tekintettel Magyarország fehérjeigényének kielégítésére, *Scientific Journal on Agricultural Economics*, 51(05), 401–421.
- Preissel, S., Reckling, M., Schläfke, N., Zander, P. (2015): Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe - A review, *Field Crops Research*, 175, 64–79.
- Purcell, L.C., Ashlock, L. (2014): Soybean Growth and Development, *Arkansas Soybean Production Handbook*. Division of agriculture research and extension, 2. fejezet
- Quinton, J.N., Quinton, J.N., Catt, J.A. (2004): The effects of minimal tillage and contour cultivation on surface runoff, soil loss and crop yield in the long-term

- Woburn Erosion Reference Experiment on sandy soil at Woburn, England, *Soil Use and Management*, 20(3), 343–349.
- Radies, L. (2007): Szántóföldi növénytermesztés, Budapest, Szaktudás Kiadóház, ISBN: 9789639422971, pp. 260
- Rátonyi, T., Megyes, A., Sulyok, D. (2007): Evaluation of the physical conditions of chernozem soil by using penetrometer in a long-term tillage experiment, *Cereal Research Communications*, 35(2), 989–992.
- Samarajeewa, K.B.D.P., Horiuchi, T., Oba, S. (2006): Finger millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn.) as a cover crop on weed control, growth and yield of soybean under different tillage systems, *Soil and Tillage Research*, 90(1), 93–99.
- Sartorato, I., Bert, A., Zanin, G. (1996): Estimation of economic thresholds for weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), *Crop Protection*, 15 (1), 63–68
- Schmidt, J., Messmer, M., Wilbois, K.-P. (2015): Beneficial microorganisms for soybean (*Glycine max* (L.) Merr), with a focus on low root-zone temperatures, *Plant and Soil*, 397(1), 411–445.
- Serafin-Andrzejewska, M., Helios, W., Jama-Rodź Nska, A., Kozak, M., Kotecki, A., Kuchar, L. (2021): Effect of Sowing Date on Soybean Development in South-Western Poland, *Agriculture*, 11(5), 413.
- Shea, Z., M. Singer, W., Zhang, B. (2020): Soybean Production, Versatility, and Improvement, *Legume Crops [Working Title]*, IntechOpen.
- Shrestha, A., Knezevic, S.Z., Roy, R.C., Ball-Coelho, B.R., Swanton, C.J. (2002): Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil, *Weed Research*, 42(1), 76–87.
- Stafford, J. V, Hendrick, J.G., Member, A., Abstract, A. (1988): Dynamic Sensing of Soil Pans., *Transactions of the ASAE*, 31 (1), 9-0013.
- Staniak, M., Stępień-Warda, A., Czopek, K., Kocira, A., Baca, E., 2021, Seeds quality and quantity of soybean [*glycine max* (L.) merr.] cultivars in response to cold stress, *Agronomy*, 11(3).
- States Department of Agriculture, U. (2013): *USDA Coexistence Factsheets - Soybeans*.
- Stefanovits, P., Filep, T., Füleky, G. (1999): Talajtan, Szent István Egyetem
- Rácz, P., Szüle, Zs. (2006): Talajművelési módszerek műszaki-ökonómiai értékelése, *Scientific Journal on Agricultural Economics*, vol. 50, (3), pp.42-47.
- Ráth, Sz., Égei, M., Horváth, K., Hussein, D. (2019): Különböző termőhelyen és évjáratban termesztett ipari paradicsom fon-tosabb karotinoid vegyületeinek mennyiségi összehasonlítása, *Kertgazdaság*, 51 (3), 1-10
- Tapia-Vargas, M., Tiscareño-López, M., Stone, J.J., Oropeza-Mota, J.L., Velázquez-Valle, M. (2001): Tillage system effects on runoff and sediment yield in hillslope agriculture, *Field Crops Research*, 69(2), 173–182.

- Tekrony, D.M., Egli, D.B., Balles, J., Pfeiffer, T., Fellows, R.J. (1979): Physiological Maturity in Soybean, *Agronomy Journal*, 71 (5), 771-775.
- Trouse, A.C. (1985): Development of the controlled traffic concept, *Journal of Terramechanics*, vol. 22(3), 188.
- Tullberg, J.N. (2000): Wheel Traffic Effects on Tillage Draught, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75(4), 375–382.
- Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., Nakamura, S. (2009): Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems, *Field Crops Research*, 113(3), 342–351.
- Unger, P.W., McCalla, T.M. (1980): Conservation tillage systems, *Advances in Agronomy*, vol. 33, pp. 1-58
- Vick, C.M., Chong, S.K., Bond, J.P., Russin, J.S. (2003): Response of Soybean Sudden Death Syndrome to Subsoil Tillage., *Plant disease*, 87 (6), 629-632.
- Vivian, R., Reis, A., A., P., Vargas, L., Camara Ferreira, A.C., Mariani, F. (2013): Weed Management in Soybean — Issues and Practices, *Soybean - Pest Resistance*, InTech., *Soybean-pest resistance*, 50-84
- Weber, J.F., Kunz, C., Gerhards, R. (2016): Chemical and mechanical weed control in soybean (Glycine max) Chemische und mechanische Unkrautkontrolle in Sojabohne (Glycine max), *Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und – bekämpfung.*, 171–176.
- Wolf, R. B., Cavins, J. F., Kleiman, R., Black, L. T. (1982): Effect of temperature on soybean seed constituents: oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 59(5), 230-232.
- Yamaguchi, N., Yamazaki, H., Ohnishi, S., Suzuki, C., Hagihara, S., Miyoshi, T., Senda, M. (2014): Method for selection of soybeans tolerant to seed cracking under chilling temperatures, *Breeding Science*, 64(1), 103–108.
- Ziolkowska, J.R. (2015): Shadow price of water for irrigation - A case of the High Plains, *Agricultural Water Management*, 153, 20–31.

Internetes hivatkozások jegyzéke:

- http1: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Hozzáférés dátuma: 2023.06.10)
- http2: <https://gmo.kormany.hu/az-europai-unios-gmo-szabalyozas-ismertetese> (Hozzáférés dátuma: 2023.06.10.)
- http3: <https://statistics.fibl.org> (Hozzáférés dátuma: 2023.06.10.)
- http4: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/211/en/> (Hozzáférés dátuma: 2023.06.10.)
- http5: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html (Hozzáférés dátuma: 2023.06.11.)
- http6: <https://agrarium7.hu/cikkek/240-a-szojakomplex-novenyvedelme> (Hozzáférés dátuma: 2023.07.09.)
- http7: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-01-20-0102-RE> (Hozzáférés dátuma: 2023.07.09.)
- http8: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-08-19-1676-RE> (Hozzáférés dátuma: 2023.07.09.)
- http9: <http://real.mtak.hu/121126/1/Csorba%20P.%20Magyar%20kistajai%20MTA.pdf> (Hozzáférés dátuma: 2023.08.21.)

9. MELLÉKLETEK

M1: A szója csírázása (Saját felvétel, 2022)



M2: Fejlődő szója (*Glycine max L.*) növény (Saját felvétel, 2022)



M3: A szántás gyomelnyomó hatása (Saját felvétel, 2022)



M4: A hüvelyek érése (Saját felvétel, 2022)



M5: A direktvetés és a szántás eltérő hatása a növénymagasságra (Saját felvétel, 2022)



M6: A szántott talajon fejlődő szója (Saját felvétel, 2022)



M7: A tárcsázás gyomelnyomó hatása (Saját felvétel, 2022)



M8: A lazított talaj növényállománya 2022. augusztusában (Saját felvétel, 2022)



M9: A direktvetés kezelés növényállománya 2022. augusztusában (Saját felvétel, 2022)



Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: BABICZ TAMÁS
A Hallgató Neptun kódja: TVZEMO
A dolgozat címe: KÜLÖNBÖZŐ ALAPMŰVELESI ELJÁRÁSOK
ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE A SZOJÁBAN,
VALAMINT EGYES TERMÉSPARAMÉTEREK VIZSGÁLATA
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: NÖVEJTELMESÍTÉSI-TUDOMÁNYOK INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: AGRONÓMIAI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlanul állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: Gödöllő, 2023 év 11. hó 06. nap

Babicz Tamás
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Babicz Tamás (név) (hallgató Neptun azonosítója:TV2EM0) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő, 2023. november 6



belső konzulens