

SZAKDOLGOZAT

Borsos Richárd

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Mezőgazdasági mérnök alapképzés szak

**Agronómiai vizsgálatok a zöldborsó (*Pisum sativum* L.)
különböző alpművelései során**

Belső konzulens:	Bozóki Boglárka
Belső konzulens intézete:	Növénytermesztési- tudományok Intézet
Készítette:	Borsos Richárd B39OAZ Nappali

Gödöllő
2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	5
2. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE.....	6
2.1 A zöldborsó származása, morfológiája és botanikája	6
2.1.1. Származása és termesztési jelentősége	6
2.1.2. Morfológiája	8
2.1.3 A zöldborsó környezeti igényei.....	9
2.2. A zöldborsó termesztés nemzetközi és hazai helyzete.....	11
2.3 A földművelés történelme	13
2.4 A talajművelés alapelvei	14
2.5 A talajművelés rendszere	14
2.6 A talajok agronómiai tulajdonságai	15
2.6.1 A talajok vízgazdálkodása.....	15
2.6.2 A talaj szerkezete.....	16
2.7 A zöldborsó termesztéstechnológiája.....	18
2.7.1 Agrotechnika	18
2.7.2 Vetés	19
2.7.3 Növényvédelem és növényápolás.....	19
2.7.4 Betakarítás	21
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	24
3.1 A kísérlet célja és beállítása	24
3.2 A kísérlet helyszínének bemutatása	25
3.2.1 Talajjellemzők	25
3.2.2 Éghajlati viszonyok	26
3.3 A vizsgálatok módszerei	27
A talajellenállás mérése.....	27

A talajnedvesség.....	27
3.4 Statisztikai elemzés	28
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	29
4.1 Talajnedvesség vizsgálata	29
4.2 Talajellenállás vizsgálata	33
4.3 Ökonómiai elemzés.....	36
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	38
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	40
7. IRODALOMJEGYZÉK	41
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	45
9. MELLÉKLETEK	46

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A mezőgazdasági termelésre, illetve az élelmiszeriparra egyre nagyobb nyomás nehezedik a világ népességének gyors növekedéséből fakadóan. A gazdálkodóknak az egyre nagyobb termésmennyiségek teljesítése mellett a jövőben a szélsőséges időjárással, a talajok romló állapotával, a környezetvédelemmel is szembe kell nézniük.

A szántóföldi művelés keretein belül olyan növények jelentek meg a 19. századtól kezdve, mint a zöldborsó (*Pisum sativum*), mely Közép-Ázsiából került Európába. Ezeket a növényeket eleinte csak kis területeken, kertekben kezdték termesztetni, azonban a technológia fejlődésével olyan gépek jelentek meg, amelyek megkönnyítették a szántóföldön való termesztésüket. A világon ma már minden tájon jól ismert zöldségnövény a zöldborsó. Kiváló zöldtakarmány, valamint abraktakarmány, nélkülözhetetlen élelmiszeri alapanyag, amelyet fagyasztott, illetve konzerv formájában találunk meg legtöbbször a boltok polcain.

Kutatásom célja az volt, hogy megvizsgáljam a jelenlegi talajművelési technológiákkal hogyan érhetünk el minél jobb talajállapotot és termésátlagot úgy, hogy közben javítunk a talajaink állapotán, valamint megfelelő figyelemmel fordulunk a környezetünk felé. Hazánk kiemelkedő jelentőségű mezőgazdasági termelő ország, azonban a szárazság, az aszály, illetve a dráguló üzemanyag árak megnehezítik a termelést. A nyarak egyre melegebbek, a telek egyre enyhébbek, a csapadék eloszlása pedig igen szélsőséges az országban. A klímaváltozás mindig is jelen volt, viszont az emberi tényezők az üvegházhatású gázok kibocsájtásával és a nem megfelelő talajműveléssel azonban globálisan gyorsították fel ezt a folyamatot.

Kísérletem témájának azért választottam a négy talajművelési rendszer összehasonlítását, mivel a családi gazdaságunk már a 2000-es évek óta foglalkozik a mezőgazdasági termeléssel. Céлом az egyetem elvégzése után az, hogy átvegyem a családi gazdaságot és a gyakorlatban tudjam alkalmazni a jelenkor legcélszerűbb talajművelési eljárásait az eredményes növénytermesztés érdekében. A dolgozatomban vizsgálati részében különböző cikkekkel, illetve saját mérésekkel támasztom alá, hogy miért is fontos az alkalmazkodó talajművelés használata a gyakorlatban. A méréseimet Gödöllőn, Száritópusztán végeztem el a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem szántóföldi tanüzemében.

2. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE

2.1 A zöldborsó származása, morfológiája és botanikája

2.1.1. Származása és termesztési jelentősége

A kutatók a borsó vad őst nem ismerik, viszont a legrégebben termesztésbe vont növények közé tartozik, mindezt a 7000-9000 éves elszenesedett magokból sejthetjük. A géncentrumai a Földközi-tenger medencéje, illetve az Etióp-fennsík területei lehetnek. VAVILOV (1926) szerint, a Közel-Keleten végzett ásatások minden bizonnyal arra engednek következtetni, hogy a neolit korban tehát Krisztus előtt 7000 és 6000 között kezdődhetett a termesztése és elterjedése. Magyarországi kutatások alapján, Pákozdon, Nagyrárpádon és Laposhalmon is találtak leleteket. Egyes kutatók, az aggteleki cseppkőbarlangban felfedezett magvak alapján a kőkorszakra teszik a borsó termesztését. A jelen borsóval szemben azonban még kisebb és hosszúkásabb volt az alakja (MAGDA, 2003).

A borsó (*Pisum sativum* L.) a pillangós virágúak családjába tartozó növény, amely az egész világon ismert. Egynyári, lágyszárú növény, amely egy vagy több hüvely lehet, a hüvelyekben 5-10 mag fejlődik. Fagyérzékeny növény, így a nemesítők egyik fő feladata a fagyállóbb növények nemesítése. A zöldborsó az emberi táplálkozásban fontos szerepet tölt be, mivel magas a tápértéke. Magja 53-60% szénhidrátot, 22-28% nyersfehérjét, 1,5-1,9% olajat és 3% hamut tartalmaz. Azonban B₁-, B₂-, nikotinsav, C-vitamin is található benne, de emellett emésztésgátló fehérjével is rendelkezik (NAGY, 2000).

A zöldborsó számos előnnyel rendelkezik, ezek közül a legfontosabb, hogy a legkorábban betakarított növény, így ez által lehet tervezni másodvetéssel. Fontos még megemlíteni, hogy nitrogénnel gazdagítja a talaj tápanyag készletét (10-120kg/ha). Amennyiben szakszerűen van termesztve valamint öntözésre is lehetőség van akkor kimondottan jövedelmező növény (BALKÓ, 2005).

Hazánkban termőterülete folyamatosan növekszik, míg a hozam stagnál. A zöldborsó termőterülete 2010-es évben 18 ezer hektár, termésátlaga 4 t/ha. Emelkedő tendenciát mutat a termésátlag ellenben a termőterülettel. 2015-ben 16,9 ezer hektáron termesztették 5,2 t/ha termésátlaggal zöldborsót. 2016-2017-es években újra nőtt a termőterület 22,9 ezer hektárra. Termésátlag ingadozó, 2016-ban 4,8 t/ha, míg 2017-ben 5,4 t/ha körüli. A világon több mint 2 millió hektáron termesztnek zöldborsót 8-9 millió tonna termés mennyiséggel. A hazai termésátlag elmarad az Európai Unió más országainak termésátlagaitól, mely a szélsőséges

időjárásnak és a nem korszerű termesztéstechnológiának köszönhető. Az alacsonyabb termésátlag ellenére biztonsággal értékesíthető a hazai hűtőházak és konzervgyárak által, a termés nagyobb része ugyanis a feldolgozóipar nyersanyaga. A konzervipar feldolgozása 70%, a hűtőipar 20%, vetőmag 10%. A késztermékek közül évente 80 ezer tonna feldolgozott zöldborsó kerül exportra (FRUITVEB, 2024) ([http1](#)).

Magyarország miután csatlakozott az Európai Unióhoz, az itthoni piacot figyelembe véve új szemléletek felé kellett nyitni. Fejleszteni kellett a termesztéstechnológiát, valamint a műszaki technológiát is. A minőség nagyon fontos szempont, ezért a magyar termelőknek az új piac érdekében nagyobb hangsúlyt kellett erre fektetni. A nyugati országok jobban preferálják a kisebb szemű borsót, bár a hazai termelők nem szívesen termesztik ezeket a fajtákat (PERECZES, 2004).

Magyarországi kutatások alapján a Korvin és a Smart fajta eredményei pozitívak voltak. A középérésűeknél az Espirit, a Davis valamint a Paula, a késői érésűeknél az Apor és a Mastin szerepeltek jól, valamint a fuzáriumos hervadás nem okozott gondot a kísérletek során (NAGY, 2000).

A világon hat borsófajt tartunk számon:

1. *Pisum sativum* (kerti borsó)
2. *Pisum elatius* (mediterrán borsó)
3. *Pisum arvense* (mezei borsó)
4. *Pisum abyssincium* (abesszin borsó)
5. *Pisum humile* (törpe borsó)
6. *Pisum fulvum* (piros sárgaborsó)

Magyarországon jelenleg 71 államilag elismert velős zöldborsófajta létezik, köztük említhető a Toldi, Banff, Chief is. Az állami elismeréshez szükséges vizsgálatokat Magyarországon a Nemzeti Élelmiszerláncbiztonsági Hivatal (Nébih) végzi. A hivatalos leírás szerint állami elismerésben az a növényfajta részesíthető, amely

- más közismert növényfajtától megkülönböztethető, egyöntetű és állandó
- bejegyezhető fajtanévvel rendelkezik
- a fajtafenntartását az EU területén végzik, vagy olyan más ország területén, amely országgal az EU fajtafenntartási egyenlősítési megállapodást kötött
- a hivatkozott rendeletben meghatározott fajok fajtái esetében megfelelő gazdasági értékkel bír (Nemzeti Fajtajegyzék, 2024) ([http2](#)).

2.1.2. Morfológiája

A zöldborsó orsó alakú gyökere akár 1,5m-re és mélyebbre is képes hatolni, ha a talaj szerkezete ezt engedi, de 200 cm mélységből is képes a vizet felvenni, ha az időjárás szélsőségesen száraz vagy aszályos év van. (WOZOWICK et. al 1983; POLTORETSKY et al. 2022). A zöldborsó oldalgyökerei a 60-80 centiméteres réteget képesek behálózni. A gyökerén találhatóak nitrogén-gyűjtő, úgynevezett szimbionta baktériumok (*Rhizobium leguminosarium*) élnek, amelyek képesek a levegőből megkötni a nitrogént. Hektáronként így 120-140 kg nitrogénnel képes gazdagítani a talajt (CSONTOS,2009).

A borsó szárát főképp kerekded, illetve négyszögletesség jellemzi, amely belül üreges és különböző vastagságú lehet. Az internódiumok a rövid részekről a hosszúig terjednek. (FADEEVA és SHURKHAEVA, 2007). ELLIS et al. (2011) megfogalmazása szerint a szár lehet egyszerű (közönséges) és fás szárú (standard). Az egyszerű szárok jellemzően az internódiumai hosszúkásak és vékonyodnak a csúcs felé. A virágok, illetve a hüvelyek viszonylag egyenletes távolságokban helyezkednek el azon.

Ha közelről elemezzük a zöldborsó leveleit, jól láthatjuk, hogy szórt állásban helyezkednek el valamint, párosan szárnyasan összetettek. 1-3 levélke pár figyelhető a levélgerincen. A velőborsófajtákat, ha megfigyeljük, a pálhalevelek nagyobbak, azonban a kifejtőnél szív alakúak valamint aszimmetrikusak. A levélkacs fontos szerepet játszik a szár állóképességében. A csúcson található levélke pár módosul át levélkaccsá. Akáclevelű borsónál ez módosul, nem található kacs, helyette egy levélke fejlődik (KOVÁCS, 2006).

Pillangós virágzatú, általában 1-2, de megfigyelhető több virággal is. Színe fajtánként eltérő, a fehértől egészen a lilásvörösig megfigyelhető. Önmegtermékenyülő növény, ahol a 10 poróból 9 összenőtt 1 áll szabadon. A virágzásnak az optimális hőmérséklete 15-18 °C, amely 10-30 napig tart, ezt azonban befolyásolhatja az időjárás. A meleg, száraz időjárás meggyorsíthatja, a hűvös, nyirkos pedig lelassul a virágzás (KÖCK, 2002).

A növény szárán a párosával találhatóak a hüvelyek, amelyek 5-15 centiméter hosszúságúak. A hüvelyek formája eltérő lehet: sarló, kard, tompa, csúcsos, valamint csőr alakú. Hüvelyenként 5-11 db mag található, ezt, sok minden befolyásolja. A hüvely szilárdítását úgynevezett pergamen hártya segíti, azonban a cukorborsó hüvelyében ez nem található meg ez által a borsómagokra a hüvely rásimul és a hüvely fogyasztható lesz. A biológiai érés elérése után a borsó csapadékos időjárás esetén akár a hüvelyben is ki tud csírázni, ha a hüvelyek megdőlés esetén a földre kerülnek (HUNYADI, 2000).

2.1.3 A zöldborsó környezeti igényei

A zöldborsó egyaránt igényes a talaj kultúrállapotára, a talaj- víz- és hógazdálkodására, a talaj mésztartalmára. A megvilágítás időtartamára és a fény intenzitására érzékenyen reagál a különböző fenofázisokban. A borsó hosszúnappalos növény. Jobban fejlődnek rövid megvilágításban a vegetatív szervei még hosszú megvilágításban a generatív szervei. Tenyészideje elhúzódhat gyenge megvilágításban, mely rossz termékenyüléshez vezethet. A szántóföldi zöldségnövények optimális növekedéséhez és fejlődéséhez hazánk földrajzi helyzete megfelelő. Termőhelyi adottságaink kedvezőek a zöldborsó termesztéséhez. A jól fejlett növény a termés alapja, ezért kell korán tavasszal elvetni a borsót. Tenyészideje rövid, mindössze 90-110 nap (KAJDI, 2007).

Hőigénye

MARKOV és HAEV (1953) szerint a borsónak a csírázáshoz $16\pm 7^{\circ}\text{C}$ az optimális és fejlődési küszöbértéke $4,4^{\circ}\text{C}$. A fejlett növényben a hideg, akár a $-2-5^{\circ}\text{C}$ sem okoz kárt, sőt, az ősszel vetett borsók az akár -15°C -ot is képesek elviselni. Ellenben, a meleget nem tűrik ennyire jól, 25°C felett a növény érési folyamata rohamosan felgyorsul, majd kényszeréretté válik. A termesztők szerint a nagy termések alapja „a meleg tavasz, hűvös nyár”. A kémiai folyamatok, amelyek a borsóban lejátszódnak, a hőmérsékletemelkedés hatására minden 10°C emelkedéssel megkétszereződnek, ezáltal a borsóban minőségbeli romlás következik be (ALGAIER, 2000; SLEZÁK, 2007).

MÁNDY (1975) viszont szakaszosan vizsgálta a korai, jó fejlődéshez szükséges hőmérsékletet. Arra a következtetésre jutott, hogy a borsó ugyan elviseli a 0°C közeli értékeket, azonban jobb mérési eredmények születtek ott, ahol a vetésmélységben a talaj hőmérséklete elérte a 10°C -ot.

Fényigénye

A kiváló termés eléréséhez a növénynek szüksége van a hosszú megvilágításra, mivel ilyenkor a generatív részei fejlődnek jobban, ha kevés fény éri, akkor pedig a vegetatív részek fognak nőni leginkább. Vetés idejét tekintve kora tavasszal ajánlott vetni hazánkban a borsót, mivel a növénynek teljesen ki kell fejlődnie. Ezért a korai vetésből kelt növények vegetatív fejlődésére a kora tavaszi, rövid megvilágítással párosult hűvös időkedvező, később pedig a meleg és a hosszabb megvilágítás, amely nyár elején a virágzásra és az érésre fog kedvező hatással gyakorolni (CSATÁRI-SZÓTS és KOMJÁTI, 1963).

A borsó a hosszúnappalos növények közé sorolható, de vannak olyan fajták, amelyek a nappalhosszúságra közömbösek. A virágzás azonban felgyorsulhat a késői fajtáknál a hosszúnappalos körülmények között (CSONTOS, 2004).

Talajigénye

Az étkezési borsó termesztésére az első 4 termőhelyi osztályok javasoltak:

- csernozjom talajok,
- barna erdőtalajok,
- kötött réti és erdőtalajok,
- homok és laza talajok.

Ezen belül is azok a talajok, ahol a pH 6,5-8,0 közé esik. Alkalmatlanok étkezési borsó termesztésére azok a talajok, amelyek erősen kötöttek, mészszegény agyag-, sovány homok-, az erősebben savanyú és a tőzegtalajok. A mag csírázását és később a növény fejlődését a mélyfekvésű, illetve magas vízállású, víznyomásos talajok gátolják. Ennek okán gátolva lesz a növény kezdeti fejlődése és a növény kipusztul. Szintén alkalmatlanok azok a sovány futóhomok talajok, amelyeket nem öntöznek, hiszen ezek a talajok rossz vízmegtartóképességgel rendelkeznek és könnyen kiszáradnak. A növény vetésekor tehát figyelembe kell venni, hogy a talaj jó vízáteresztő, levegős, homoktalajba kerüljön mivel itt gyorsan melegszik a talaj, ezáltal tavasszal a mag csírázásának kedvező körülményeket teremtünk (NAGY, 2000; DEME, 2010).

A borsó a szélsőséges talajok kivételével minden más talajtípuson kiválóan termeszthető, azonban figyelembe kell venni a terület kiválasztásánál, hogy a korán elvetett borsót a késői kitavaszkodás ne gátolja meg a fejlődésben. A magas humusztartalommal rendelkező barna homoktalajok és a mészlepedékes csernozjom talajok a borsó számára kedvezően hatnak (CSONTOS, 2004).

Tápanyagigénye

A zöldborsóban, a nitrogén kezdetben a vegetatív részek fejlődését, később pedig a szentelítődést segíti. A kálium segít a szár megerősítésében, a foszfor pedig a szemképződésben. Összességében elmondható hogy a borsó tápanyagigénye közepes (CSONTOS, 2004).

Ősszel a foszfor és kálium műtrágyát egy adagban juttassuk ki. A zöldborsó mészigényes növény, ezért mésztrágyázással tudjuk biztosítani a növény szükségletét. A *Rhizobium* baktériumok N-kötésük révén jelentősen segítik a növény nitrogénellátását, ezért nagyobb

nitrogénműtrágya adag kijuttatására csak a növény fejlődésének a kezdetén, tehát tavasszal van leginkább szükség, hiszen a gümők csak később fognak kifejlődni (KISS, 1980).

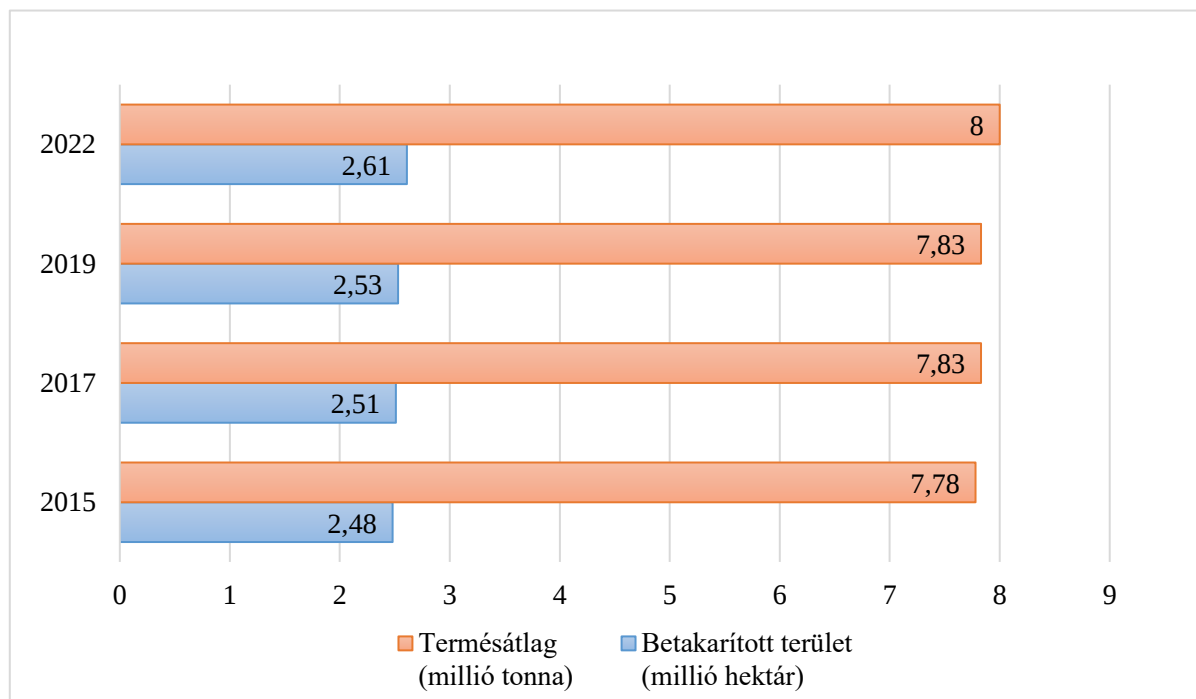
Vízigénye

A borsó vízigényes növény, ezáltal egyes fejlődési szakaszaiban különösen megnő a vízigénye, ezért a vízhiányra kifejezetten érzékeny. Átlagos napi vízfelhasználása áprilisban kb. 1 mm alatti, május és június között 5-6 mm, maximumát azonban virágzáskor éri el. A növény növekedését befolyásolja a talaj vízháztartása, míg a termés mennyiségét a lehulló csapadék mennyisége és eloszlása fogja befolyásolni. Ennek függvényében a májusi eső 3-500%-os terméskülönbségeket is tud okozni (CSIZMADIA, 1997).

A nagyüzemi termesztés során annak érdekében, hogy a talajban legyen elegendő víz, már kora ősszel vagy kora tavasszal is végezhetünk idényen kívüli öntözést. A csapadékhiányosabb években, ahol szükséges a vízkiegészítés, ott 80-120 mm öntözővízzel már el lehet érni a kellő eredményt, azonban ez függ az adott terület víztároló-képességétől is. Tavasszal, ha a száraz idő még mindig jelen van, akkor lehet öntözni a talajt 40-50 mm-rel (CSELŐTEI, 1968).

2.2. A zöldborsó termesztés nemzetközi és hazai helyzete

Az ábrán (1. ábra) látható, hogy a világon termesztett borsó termésátlaga és betakarított terület milyen irányba változik 2015-től 2022-ig. A termesztés technológia rohamos

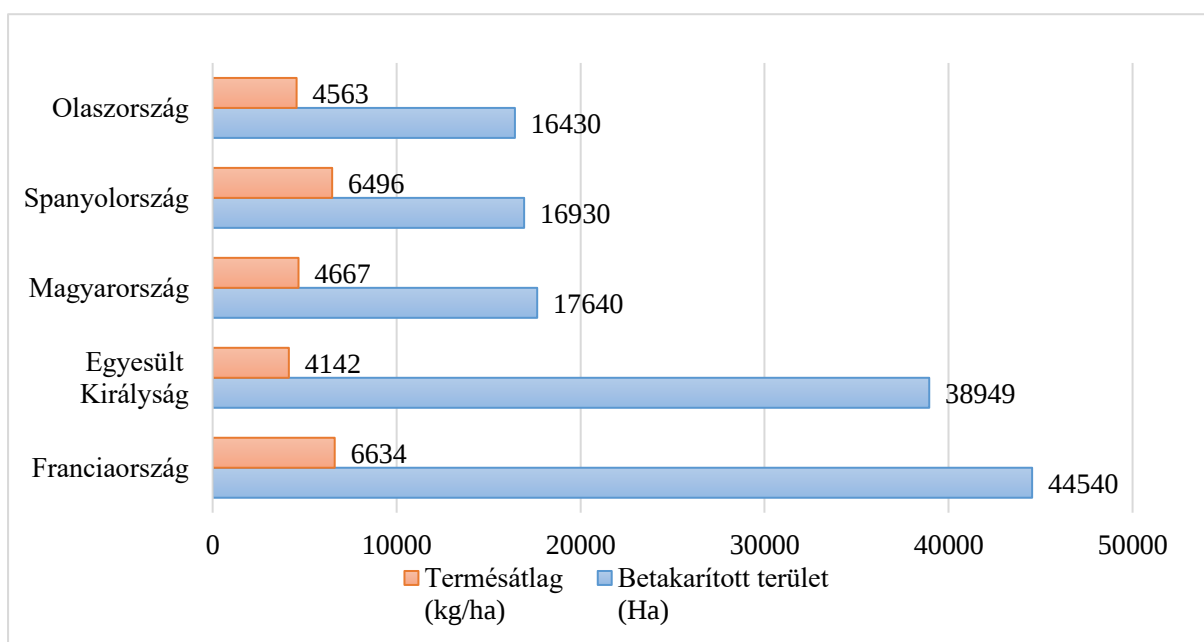


1. ábra: A világ zöldborsó termésátlaga és betakarított területei

(Forrás: FAOSTAT, 2022) (<http3>)

fejlődésének köszönhetően a termésátlagok növekvő tendenciát mutatnak, ugyanakkor a növény termőterülete is folyamatosan növekszik. A klímaváltozás habár jelen van a világban a zöldborsó termelést nem sújtja oly mértéken, hogy csökkenő tendenciát mutasson a termelése során. Nyilván az öntözés szükségessége miatt a megnő a termelési költsége, de ennek ellenére is gazdaságosan lehet termelni a zöldborsót.

A második ábrán (2. ábra) Európa kiemelkedő borsótermesztő országai sorakoznak.

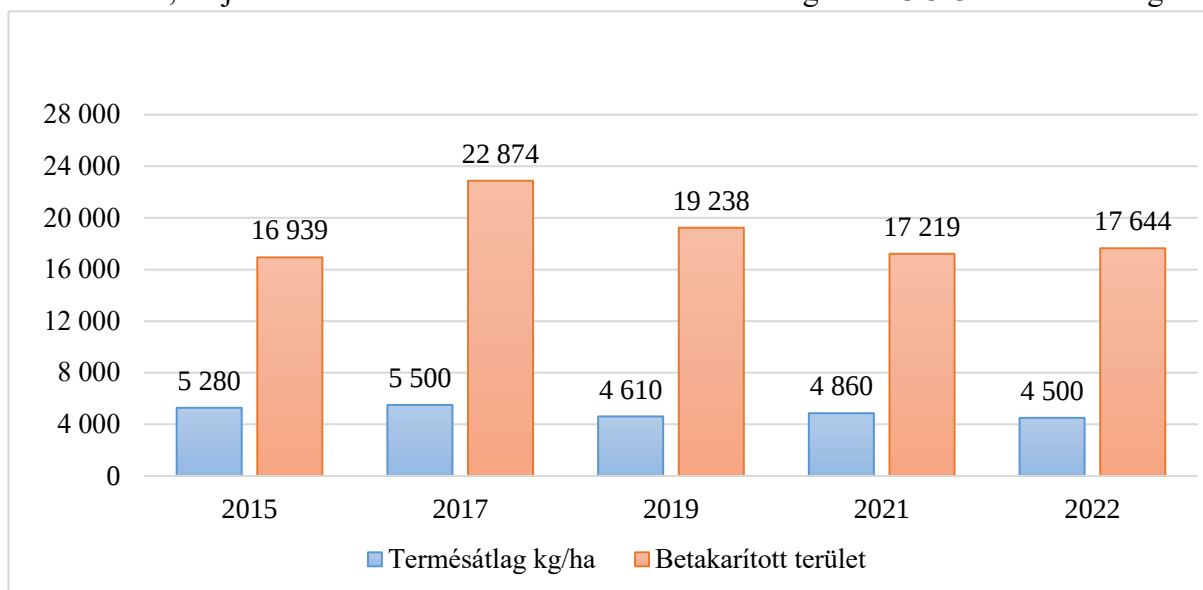


2. ábra: Európa országainak zöldborsó termésátlaga és betakarított területei

(Forrás: FAOSTAT, 2022) (<http4>)

Legnagyobb területen Franciaországban és az Egyesült Királyságban termesztik a zöldborsót, ezután következik Magyarország, Spanyol- és Olaszország. A legmagasabb termésszinten Francia- és Spanyolország állítja elő a borsót, itt magasabb az öntözött területek aránya és a borsó számára kedvezőbb klimatikus helyzet uralkodik. Érdekes szemügyre venni, hogy habár az Egyesült Királyság betakarított területe kiemelkedő, mégis a termésátlagát tekintve Franciaországtól jóval elmarad, sőt az összes többi ország jobban termésátlagokat ér el.

A harmadik ábrán (3. ábra) a zöldborsó magyarországi termésátlagai és betakarítási területei láthatóak. A 2015 és 2017-es években ugrásszerűen megnövekedett a zöldborsó vetésterülete, majd az ezt követő években beállt a hozzávetőlegesen 18 ezer hektáros átlagra.



3. ábra: A zöldborsó termésátlaga és vetésterülete az elmúlt években Magyarországon
(Forrás: KSH, 2022) (<http5>)

A termésátlag, ahogy az előző ábrákon is láthattuk, kissé visszaesett, közel 1 tonnával kevesebb a betakarított mennyiség, mint a 2015, 2017-es termésátlaghoz képest. Ugyanez a tendencia megfigyelhető minden egyes szántóföldi kultúránál, amelyet, az aszály súlyt.

2.3 A földművelés történelme

Az ember korábban különböző növények gyűjtögetésével és azok elfogyasztásával tartotta fent az életét, később újakat fedezett fel és tudatosan kereste ezeket. Ezután a tudatos keresés helyett rájött arra, hogy saját maga is meg tudja ezeket a növényeket termeszteni, ehhez azonban eszközökre volt szüksége. A váltókeke feltalálása a 'gondolkodó ember' munkáját nagyban megkönnyítette a földművelés során, ugyanis már nem csak barázdákat vajt a talajba, hanem fel is lazította azt. Az eke segítségével a talaj teljes termőerejét ki tudta használni az ember. Az emberek ugyanis a bolygatatlan termőtalajokat elkezdtek feltörni, majd addig használták, míg azok elvesztették termőképességüket. Ezután tovább vándoroltak és újabb területeket kerestek, amelyeket hasznosíthatóvá tehettek a növények termesztésére. Ez azonban itt Európában csak addig volt alkalmazható, míg a területek kevésbé voltak lakottak és rendelkezésre álltak szabad területek és áttelepülési lehetőségek. A népesség növekedésével azonban csökkent az élettér, ezáltal nagyobb távolságokat kellett megtenni a lakosságnak (BOCKELMANN, 1990).

A jelen mezőgazdaságának azonban más nehézségekkel kell szembenézniük. Előtérbe kell helyezni a fenntartható mezőgazdálkodást, amellyel csökkentjük a környezet szennyezését, valamint figyelünk a természeti erőforrásainkra. Ezt, a gyakorlatban a mezőgazálkodók a kevesebb vegyszerhasználattal, a takarékos öntözéssel, valamint a biodiverzitás fenntartásával lesznek képesek betartani. A modern technika segítségével még egyszerűbbé, könnyedebbé, valamint időtakarékosabbá válik a mezőgazdálkodás. A precíziós mezőgazdálkodás adatok segítségével képes a szántóföldeken dolgozók munkáját megkönnyíteni (VÉRTESY, 2023).

2.4 A talajművelés alapelvei

A természeti kívánt növények szaporítóanyagának csírázását, kelését, fejlődését és a termés képződését a mezőgazdálkodóknak úgy kell elérnie, hogy a környezet állapota a folyamat közben ne romoljon. A talajművelés célja a mai világban az, hogy ideális kölcsönhatást tudjunk kialakítani és fenntartani azt a talajvédelem és a növénytermesztési folyamatok között. A talajművelés végeredményét különböző szempontok alapján lehet bírálni, a vizsgálatokat a műveletek végeredményére vagy pedig a műveleti rendszerek környezeti hatása alapján lehet értékelni (BIRKÁS, 2002a).

A mai talajművelési technológiák között olyan műveleteket alkalmazunk, amelyek segítik a nedvességet megőrizni a talajban úgy, hogy a biológiai, kémiai és fizikai folyamatok működjenek. Az alkalmazkodó talajművelésre a talajaink általános leromlása, a változó időjárások hatása, illetve a környezetvédelem szempontjából egyre nagyobb figyelmet kell fordítani. Ilyen értelemben a növénynek kell alkalmazkodnia a talajhoz, nem pedig fordítva (BIRKÁS és GYURICZA, 2004).

Magyarországon a talajművelés fejlődésének kezdeti korszakán a művelés minőségét jellemzően a szakismeret hiánya, a kedvezőtlen talajművelési munkálatok, illetve a fejletlen munkaeszközök határozták meg. A mezőgazdaság fejlődését nehezítette az intenzív gazdálkodásra áttérés idejének kezdetén a géphiány és a növénytermesztési tudományok hiánya és fejletlensége. Ez az 1700-as évek végétől kezdett változni, amikor a növénytermesztésre kívánt mennyiségi és minőségi igények pozitívan hatottak a talajművelés fejlesztésére (BIRKÁS, 2006).

2.5 A talajművelés rendszere

A talajművelés egy olyan összetett fogalom, amelynek szerkezeti elemei egymásra épülnek majd, együttesen alkotnak egy munkafolyamatot. Ez elméletben úgy néz ki, hogy az első helyen áll a talajművelésnek a műveleti. Ezt követi a talajművelési eljárások, amely több

talajművelési műveletből tevődik össze. Mindezt összefoglalja a talajművelési rendszer (BERECZKI, 2008)

A növények termesztése egy logikusan átgondolt sorrenden alapuló folyamat. Ezt a sorrendet a tarlógondozástól egészen a vetésig négy, esetenként öt munkafolyamat foglalja magába. A műveletek sorrendje nem felcserélhető, hiszen az alpművelést nem lehet a vetés után elvégezni. Különböző műveletek által készítjük el a talajt, amelyekkel a talaj fizikai állapotát változtatjuk.

A műveleteket feladat szerint lehet csoportosítani:

- forgatás
- lazítás
- porhanyítás
- keverés
- tömörítés
- felszínalakítás.

Tarlógondozás: A tarlókántást sekélyen végezzük aratás után, a talajban lévő biológiai élet fenntartása, a könnyű művelhetőség és a vízforgalom javítás miatt, illetve a precízen végzett tarlókántással megakadályozzuk a kártevők szaporodását, valamint a gyomok és árvakelések megjelenését.

Alpművelés: Ez a művelet a legmélyebben végzett művelés, amellyel olyan talajállapotot tudunk kialakítani, ami a talajnak a védelmét és a növények gyökérfejlődését szolgálja. Lehet forgatással, vagy forgatás nélkül, de a talaj illetve gazdasági szempontból érdemesebb egy menetben elvégezni az alpművelést és elmunkálást.

Magágykészítés: A termesztendő növénynek, a vetési technológiai igényéhez kialakított felső rétege a talajnak.

Vetés és felszínalakítás: Vetés során vetőgéppel a talajba juttatjuk a növényzaporító anyagát, olyan mélységben, hogy az megfelelő legyen az adott kultúra számára. Illetve, vetés előtt egyenletes felszínt kell kialakítani, majd vetés után tömöríteni kell a talajt, ezt lehet egy, valamint kétszer végezni (BIRKÁS, 2017).

2.6 A talajok agronómiai tulajdonságai

2.6.1 A talajok vízgazdálkodása

A talajnak a vízgazdálkodásán azt értjük, mikor térben, valamint időben a talajban lévő víz mennyisége, állapota, formája, valamint mozgása is változik. Ezt az ember képes befolyásolni a földműveléssel, illetve az öntözéssel. A talajra érkező leggyakoribb vízhatás

felülről érkezik. Ez akkor előnyös, ha a talaj a csapadék nagy részét képes elnyelni, hiszen a talajfelszínen maradó csapadék egy része elpárolog. A talaj vízbefogadása két tényezőn alapul:

- **Víznyelő képesség:** A talaj felszínén történő vízbefogadásnak, az adott időegység alatt lehulló csapadék beszivárgásának az ideje.
- **Vízáteresztő képesség:** Ez a folyamat a talajszelvényben lejátszódó vízbefogadás, amely a talajszelvényen adott idő alatt áthaladó vízmennyiségnek az ideje.

A víznyelő és vízáteresztő képességet befolyásolja a talaj kötöttsége, agyagtartalma, a talaj lazultsága vagy tömörödöttsége (GYURICZA, 2001).

A növények számára a vízellátást a talajok vízgazdálkodása határozza meg. Ezeket egyéb beavatkozásokkal lehet kedvezőbbé alakítani. A talajok nedvességtartalmának mérésére többféle mérési mód közül választhatunk. A legpontosabb eredményt a szárítószekrényes eljárás adja, mivel itt nem befolyásolják a mérés eredményeit egyéb tényezők. A gyakorlatban könnyedén használható a tenziométeres eljárás. Ennek előnye, hogy gyors helyszíni mérésre alkalmas, valamint egyszerű a használata (RÁTONYI és SZÖLLŐSI, 2006).

KARLEN et. al (1994) kísérletet folytattak direktvetésben, forgatás nélküli (kultivátor) valamint forgatásos talajművelésben. Azt tapasztalták, hogy a direktvetésnél, a talaj felső 5 centiméteres rétegében több nedvesség volt, mint a hagyományos művelés során.

Hasonló következtetésre jutott LÁSZLÓ (2007) is, aki szerint a nedvességveszteség a direktvetésben azért kevesebb a talaj felső 5 centiméteres rétegében, mert a növényi maradványok megakadályozzák a víz párolgását.

2.6.2 A talaj szerkezete

A földkéreg legfelső termékeny rétegét nevezzük talajnak, amely 3 fázisból áll. Ez a szilárd fázis, a folyékony fázis, valamint a légnemű fázis. A talaj szerkezeti elemekre képes szétesni magától vagy enyhe behatásra (GYURICZA, 2001).

Ezek a szerkezeti formák a következők lehetnek:

- homok
- por
- morzsás
- tömött
- hantos (rögös).

A talajszerkezetek osztályozásakor nem vesszük figyelembe a szerkezetek alakját, csupán a méretük alapján osztályozzuk azokat, valamint az eltérő mérettartományokba sorolható

aggregátumok arányát határozzuk meg. Ezek tudatában a 10 mm, valamint az ettől nagyobb szitán fentmaradó részt a rögrakcióba ($10\text{ mm} <$), az 5 és 0,25 mm között fentmaradó részt a morzsafrakcióba (0,25-10 mm), és a 0,25 mm lyukátmérőjű ($0,25\text{ mm} >$) szitán áteső részt a porfrakcióba soroljuk (FÖLDESI és GYURICZA, 2011).

Hazai, valamint külföldi kutatók írásai szerint károsan tömörnek akkor lehet nevezni egy talajt, ha annak penetrációs értéke, nagyobb, mint 3,0 MPa (HAKANSSON, 1990; SOANE és VAN QUWERKERK 1994a; RÁTONYI, 1999).

A talajtömörödés és a talajnak a nedvesség tartalma között van kapcsolat. BEKE (2006) méréseket végzett és azt tapasztalta, hogy ha az év száraz, tehát kevés a csapadék, akkor a talajnak az penetrációs ellenállása nagyobb lesz.

RÁTONYI (1999) kísérletei során hasonlókat tapasztalt. Szerinte a talaj fizikai tulajdonsága a növény fejlődésére hatással van, vizsgálatai során ugyanis megállapította, hogy ha a talaj nedvességtartalma csökkent, akkor a nő a talajellenállás.

TÓTH (2001) szerint a jó termés alapja a jó talajszerkezet. Emellett a talajdegradációs folyamatok kevésbé lesznek érzékelhetők, ezáltal a termés biztonságosabbá válik.

Az 5. ábrán a bal oldalt a direktvetésből a jobb oldalt a szántásból vett talajminta látható.



5. ábra: A direktvetés és szántás agronómiai szerkezet összehasonlítása (Saját felvétel, 2023)

A képek jól ábrázolják, hogy a direktvetésből vett minta szerkezete egységes, valamint tömörödött. A szántásé azonban porhanyós, jól levegőzött, könnyen frakciókra lehet szedni. Emellett a talajélet is különbözött a két talaj között, a direktvetésben a gilisztaszám gyengének bizonyult.

2.7 A zöldborsó termesztéstechnológiája

2.7.1 Agrotechnika

A zöldborsó előveteménye lehet korán és későn lekerülő is, a figyelmet a művelés mélységére kell leginkább fordítani, olyan 30-35 centiméteres mélységig ajánlott a művelés, mivel a gyökérzet a 80-90%-a itt helyezkedik el (KELEMEN, 2009).

Őszi munkák közé tartozik a tarlóhántás. A borsót, ha kalászos után tervezzük vetni, akkor javasolt a tarlóégetés. A tarlóégetés után jobb és könnyebb munkát lehet végezni, hiszen a nagy tömegű tarló nem fogja nehezíteni a művelést. A 8-10 cm-es porhanyós réteg kialakulásával, nedvesség hatására kialakul a talajélet, illetve a gyommagvak elkezdenek fejlődni. A gyomosodás védekezése érdekében a talajt, a gyomosodás mértékétől függően tárcsával ápolhatjuk, majd hengerrel visszazárjuk. Egyéb esetekben kémiai védelemre is szükség lehet. A talajt az őszi mélyszántás előtt még ápolni kell a gyomosodás ellen. Ideje a gyomok kelése után, de azok megkötése előtt van. A talaj könnyen tömörödik ezért sekélyen művelő kultivátort vagy fogasboronát célszerű alkalmazni. Minden esetben hengerezéssel zárjuk a műveletet. A tarló- és gyökérmaradványok nagyrésze elbomlik az őszi mélyszántásig, ezért a szántás kellő időben és jó minőségben végezhető el. A mélyszántás mélysége 36-38 cm, amelyet a jó szerkezetű és biológiai élet kialakulása érdekében október végéig be kell fejezni. Ez azért fontos, mivel a borsó gyökérzete a szántott terület 80-90%-ban fejlődik. Elengedhetetlen eleme a szántás elmunkálása, mivel egyenletes felszínt kell kialakítani a vetéshez. A szántást tárcsával vagy kombinátorral lehet elvégezni, 8-10 cm mélyen. Ezzel már megkönnyítjük a tavaszi magágykészítést is (BIRKÁS, 2006).

Tavasszal egy menetben célszerű magágyat készíteni, kapcsolt gépekkel vagy kombinátorral. Így kíméljük a talajt a kevesebb taposással és energiát spórolunk. Fontos feladat a talaj felszínének egyenletes elmunkálása, mert az egyenletes vetési mélység és a veszteségmentes betakarítás egyik előfeltétele. A magágy felső részét (10 cm) kombinátorral, lazább talajokon pedig ásóboronával készítjük. Műtrágyát és gyomirtó vegyszert 5-10 cm-es rétegbe dolgozzuk be magágynyitáskor. Rugós fogú borona a vetésmélység alatt 1-2 cm-ig, a pálcás henger boron a vetés mélyégében tömörítsen. Az ország éghajlata és a termesztett fajta

érésideje is befolyásolja a talajművelést. Az ország középső részén kevesebb a csapadék, így korán vetnek ez is bizonyítja, hogy az alpműveleteket ősszel kell elvégezni (HUNYADI, 2000; BIRKÁS, 2006).

2.7.2 Vetés

Ahhoz, hogy biztonságosan tudjunk zöldborsót termesztetni elengedhetetlen a kiváló minőségű, ellenőrzött fémzárolt csávázott vetőmag. A vetést kora tavasztól lehet kezdeni, miután a talaj hőmérséklete elérte a 3-4°C-ot. Ezután az egyenletes kelés érdekében fontos, hogy egyenletes mélységbe kerüljön a mag. A vetést március végéig ajánlatos befejezni. A feldolgozás érdekében a zöldborsót 4-5 napos vetési időeltéréssel kell vetni. Ezt hőegységelmélet segítségével tudjuk kiszámolni.

$$\text{Hőegység} = \frac{\text{napi max}^\circ\text{C} + \text{napi min}^\circ\text{C}}{2} - 4,4^\circ\text{C}$$

Az ideális vetőgép beállítást tekintve, a sorstávolság 12 cm illetve, 15,4 cm lehet. Vetésmélység 6-8 cm de függ a talajnak a nedvességtartalmától. Hektáronként 200-300 kg vetőmag elvetése ajánlott. Az optimális csíraszámot befolyásolja a vetőmagfajta típusa, de általában 1,2-1,3 millió a csíraszám. Vetés után ajánlott a talaj hengerezése (NAGY, 2000; CSONTOS, 2004; CSETE, 2008).

2.7.3 Növényvédelem és növényápolás

A zöldborsó fejlődése során a növényvédelmét tekintve, főként gyomirtásból és kártevők elleni védekezésből tevődik össze. Ezekhez a kezelésekhöz, az engedélyokiratban, szereplő adagban és időpontban kell kijuttatni. A kezelések alkalmazásának időpontját 3 csoportba tudjuk sorolni. Az első a vetés, ültetés előtti kezelés (pre-planting). Ennek során kijuttatás után a vegyszert a talajba kell dolgozni, ilyen eszköz lehet a kombinátor. A következő a vetés utáni, kelés előtti (preemergens) kezelés. Az utolsó pedig az a növényállomány kezelése (postemergens), melyre egyre nagyobb figyelmet érdemes fordítani (JENSER, 2003; KOVÁCS, 2008).

A zöldborsó kártevői

BIJJUR és VERMA (1996) szerint több abiotikus és biotikus hatás nehezít meg a zöldborsó termesztését. A biotikus tényezők közül az egyik legjelentősebb a kártevők megjelenése, amelyek a növény minden részét megtámadhatják a vetéstől egészen a betakarításig. PRASAD és munkatársainak (1983) megfigyelései alapján a főbb kártevők közé

sorolható a levélaknázómoly (*Chromatomyia horticola*), valamint a levéltetvek (*Aphidoidea*) közül a tehénborsó levéltetű (*Aphis craccivora*) és a zöldborsó levéltetű (*Acyrtosiphon pisum*).

Márciusban, de szárazabb, melegebb időben akár már februárban is megjelenhetnek a csipkézőbarkók. A lucerna- (*Sitona humeralis*), a sávós- (*Sitona lineatus*), és a borsó- (*Sitona macularius*) csipkézőbarkók telelés után akár 1-2 km-t is képesek megtenni repülve, hogy pillangós vetéseket keressenek. Táplálkozásukat már 5-6 °C-on megkezdik és a növények szikleveleit teljesen lerágják (ÖRDÖGH, 2017).

ANTAL (2000) szerint, amennyiben a borsót eltároljuk, a magtárat kötelező fertőtleníteni, illetve a borsóból ki kell irtani a borsózsizsiket (*Bruchus pisorum*). Cséplést követően a rosták alját 14 napon belül szintén kezelni kell a zsizsik ellen.

A zöldborsó betegségei

Leghatásosabb védekezés a vetőmagcsávázás, egységes vetőmag használata és a vetésváltás szabályainak betartása.

A gombás betegségek közé tartozik a borsóperonoszpóra (*Peronospora pisi*), amely az ország egész területén elterjedt. Két tünet mutatkozik ennél a betegségnél; az egyik a primer tünet, ami satnya, torz, illetve sárgászöld növényeket eredményez, illetve a levelek fonákján lilásszürke gombagyep képződik. A másik a szekunder tünet, amikor a már fertőzött növényekről terjed át a betegség a fejlett növényre. Hatására a levél színén szögletes, sárgászöld foltok jelennek meg, illetve később a fonákjukon szintén lilásszürke gyp fog képződni. Később a foltok bebarnulnak, majd a levelek elszáradnak. Áttelelni a talajban a fertőzött magokon, illetve szármaradványokon képes (ÖRDÖGH, 2017).

A leggyakrabban előforduló vírusos betegségek a borsó mozaik vírus (*Pea mosaic virus*), és a borsó enációs vírus (*Pea enation mosaic virus*). Vírusos betegség megjelenése ellen a vektorok és a levéltetvek irtásával védekezünk. Legfontosabb vírusvektorok a levéltetvek, a zöldborsó esetében ők terjesztik a borsó levélsodródás vírust (*Pea leaf roll virus*). A levéltetvek ellen kémiai módszerekkel tudunk védekezni. Baktériumos betegségeket tekintve találkozhatunk a baktériumos zsírfoltossággal (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*), amely legfőképpen csapadékos időjárás után jelentkezik. Két évig nem ajánlott fertőzött területen borsót vetni, valamint a védekezés alapja a hosszú ideig védelmet nyújtó hatóanyagokkal csávázott vetőmag (GERGÁCS, 2021).

Gyomnövények

A sikeres zöldborsótermesztéshez a vetéstől egészen a betakarításig figyelmet kell fordítani a gyomnövények elleni védekezésre. Ez legjobb tudásunk szerint az integrált gyomszabályozással érhető el. A jövőben az integrált gyomszabályozáshoz, a védekezési és megelőzési eljárásokhoz, új kutatási és technológiai eredmények szükségesek.

A gyomok elleni védelmet már az előveteménynél ki kell alakítani, ha jelentős a gyommagkészlet a táblán, akkor célszerűbb azt nem borsóval hasznosítani, mivel a növény nem lesz képes a gyomok mellett megfelelő ütemben fejlődni. (CSIZMADIA, 1999).

Amikor a talajt készítjük elő a borsó vetésére, a már csírázó gyomnövényeket képesek vagyunk elpusztítani, azonban a kétszikű gyomfajokra így is nagy figyelmet kell fordítani mivel a gyors növekedésüknek köszönhetően képesek elnyomni a zöldborsót. A T2-es életformájú gyomnövények, egyszerre növekednek a zöldborsóval, ilyenek lehetnek a kamillafélék (*Matricaria spp*) a pipacs (*Papaver rhoeas*) a ragadós galaj (*Galium aparine*) stb. Ezután a T3-as életformájú gyomnövények jelennek meg ilyenek lehetnek a vadrepce (*Sinapsis arvensis*) repcsényretek (*Raphanus raphanistrum*). Miután a borsó alsó levelei leszáradnak, ezután kezdődik T4-es gyomnövények fejlődése. Ilyenek lehetnek a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), a fehér libatop (*Chenopodium album*) és a kakaslábfü (*Echinochloa crus-galli*). Betakarítást a gyomok miatt is érdemes időben elvégezni, hiszen a nyári egyévesek előfordulhatnak (GLITS és FOLK, 2000; DIMITRIEVITS, 2010).

2.7.4 Betakarítás

Magyarországon a zöldborsó ideális betakarítási időpontja június 1. és július 15. közé tehető, azaz 30-35 nap áll rendelkezésre a betakarításhoz. A kiváló termék előállításához a borsót a megfelelő időpontban kell betakarítani, amely pontos és összehangolt munkaszervezést igényel. Figyelembe kell venni az érés állapotát és érési fokát is. Napi pontossággal kell betakarítani, hogy az állomány nagy részének íze és állaga a legmegfelelőbb legyen. A betakarítási időnyt befolyásolja az időjárás, a munkaszervezettség, a vetés ütemezése és a feldolgozóipar fogadókapacitása (NAGY, 2000).

A borsó betakarításának az időpontját pontosan kell meghatározni a kiváló minőség és a megfelelő hozam érdekében, ezért folyamatosan monitorozni kell a zöldborsó zsengését. A zsengesség méréséhez két típusú műszert lehet alkalmazni - az egyik a tenderométer (mérési egysége: T°), amelyet általában a termelők telephelyein szoktak alkalmazni, a másik pedig a

finométer (mérési egysége: f°), amelyel kint a tábla szélén azonnal eredményt kaphatunk. Az alábbi képletek adnak segítséget a két műszer által kapott eredmények átváltásában:

$$f^{\circ} = \frac{T^{\circ} + 9}{3}, \text{ valamint } T^{\circ} = 3(f^{\circ} - 3)$$

A mérések során az egész táblából kell venni mintát, mivel előfordulhat, hogy nem egységes a növényállomány kelése, vagy pedig egyes területeken előrehaladottabb az érés (CSIZMADIA, 1999).

A 6. ábrán egy PMC-979CT típusú zöldborsó betakarító gépet láthatunk munkavégzés közben. Ez azon gépek egyike, amellyel Magyarországon, a borsóföldeken sűrűn találkozhatunk, de emellett elterjedek még a PLOEGER valamint az OXBO típusú gépek. Működése roppant egyszerű, egy fogas henger felszedi a növényt, szárastól, levelestől, hüvelyestől majd szalagokon tovább halad a dob felé. Itt a dob forgó mozgást végez, a külső részén különböző méretű rosták találhatók. A dob belsejében pedig hosszanti irányban úgynevezett „verőlécek” forognak. Ezzel a forgási energiával a növényi részek összeverődnek, sűrűlődnak és ez által fog tudni a zöldborsó kiesni a hüvelyből. Ezután a borsó átesik a rostán a zöld növényi részek pedig a dob hátulján távozik.



6. ábra: PMC 979CT zöldborsó betakarítás közben (Saját felvétel, 2023)

A zöldborsó betakarító cégek, mivel nagyon szorosan vannak ütemezve, a betakarítás folyamatossága miatt éjjel-nappal működtetik a gépeket. Ez azt jelenti, hogy 12 órás váltásokban dolgoznak az emberek. Egy gép egy műszak alatt átlagban 7 ha körül képes betakarítani. A kombájntiszta zöldborsót kamionokkal szállítják a gyárba. Nagyon fontos a nyári melegben, hogy minél hamarabb érjen a szántóföldről a gyárba, különben minőségi romlás következik be.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1 A kísérlet célja és beállítása

A vizsgálataim során különböző alpművelési eljárások zöldborsóra gyakorolt hatását vizsgáltam, illetve a mérés során kapott eredményeket hasonlítottam össze. A kísérlet során különböző mérőműszerekkel végeztem el agronómiai méréseket a tárcsázásban, a lazításban, a szántásban, valamint a direktvetésben. Céloom az volt, hogy megvizsgáljam, a jelen gazdasági helyzetben hogyan érdemes, illetve lehetséges gazdaságosan termesztetni a zöldborsót úgy, hogy közben védjük a környezetünket, nem pazaroljuk a vizet az öntözéssel, illetve javítunk talajaink állapotán azzal, hogy olyan növényeket termesztünk, amelyek gazdagítják a termőföldjeinket, hiszen a zöldborsó is azon kiváló fehérjenövények közé tartozik, amely a légkörből nitrogént köt meg.

A kísérletem felosztása a 7. ábrán látható. Ez alapján látszik, hogy a terület fel lett osztva 4 x 4, azaz 16 darab parcellára. Ez azért indokolt, mert így pontosabb képet kaphatunk a mért adatokról, illetve teljesülnek a kutatáshoz szükséges ismétlések számai.

I.ismétlés 20 méter		II.ismétlés		III.ismétlés		IV.ismétlés
II.ismétlés		III.ismétlés		IV.ismétlés		I.ismétlés
III.ismétlés		IV.ismétlés		I.ismétlés		II.ismétlés
IV.ismétlés		I.ismétlés		II.ismétlés		III.ismétlés
9 x 3m (Rapid szél.)	2m	27 m	2m	27 m	2m	27 m

Tárcsázás

Lazítás

Szántás

Direktvetés

7. ábra: A kísérleti terület ábrázolása Szárítópusztán

A talajelőkészítés 2023. február 27-én kezdődött. A tárcsás művelés egy vontatott 3,6 méteres „V” tárcsával, a lazítás egy Vogel Noot TerraDig XS, a szántás pedig egy Kverneland EG_LB 4fejes függesztett, váltva forgatós eke rajta egy szántás elmunkálóval készült. A vetésre március kilencedikén került sor, melyhet egy Vaderstad Rapid 300S vetőgéppel készült. A

kísérletben a 'Toldi' hazai zöldborsófajtával dolgoztunk, melynek csírázási százaléka 97 %, ezermagtömege pedig 173 g. A vegetációs idő alatt növényállomány kémiai gyomirtást, kelesztő öntözést, valamint levéltetvek ellen rovarölő szert kapott. A betakarítást június elején terveztük elvégezni, azonban a zöldborsót a kedvezőtlen időjárás miatt csak később sikerült végül betakarítani.

3.2 A kísérlet helyszínének bemutatása

A kísérleti területemet a 8. ábrán lehet látni, amely Gödöllőn a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szárítópusztai Tangazdaságában (É. Sz. 47°34' 46"; K. H. 19°22'54' tengerszint feletti magasság 233 m) található.



8. ábra: a kísérleti terület bemutatása (MEPAR, 2024) (<http6>)

A terület a domborzati elhelyezkedéséből és a talajtulajdonságaiból adódóan egy csapadékosabb időszak után is képes hamar kiszáradni, továbbá fokozottan kitett az erózióknak és a deflációnak egyaránt.

3.2.1 Talajjellemzők

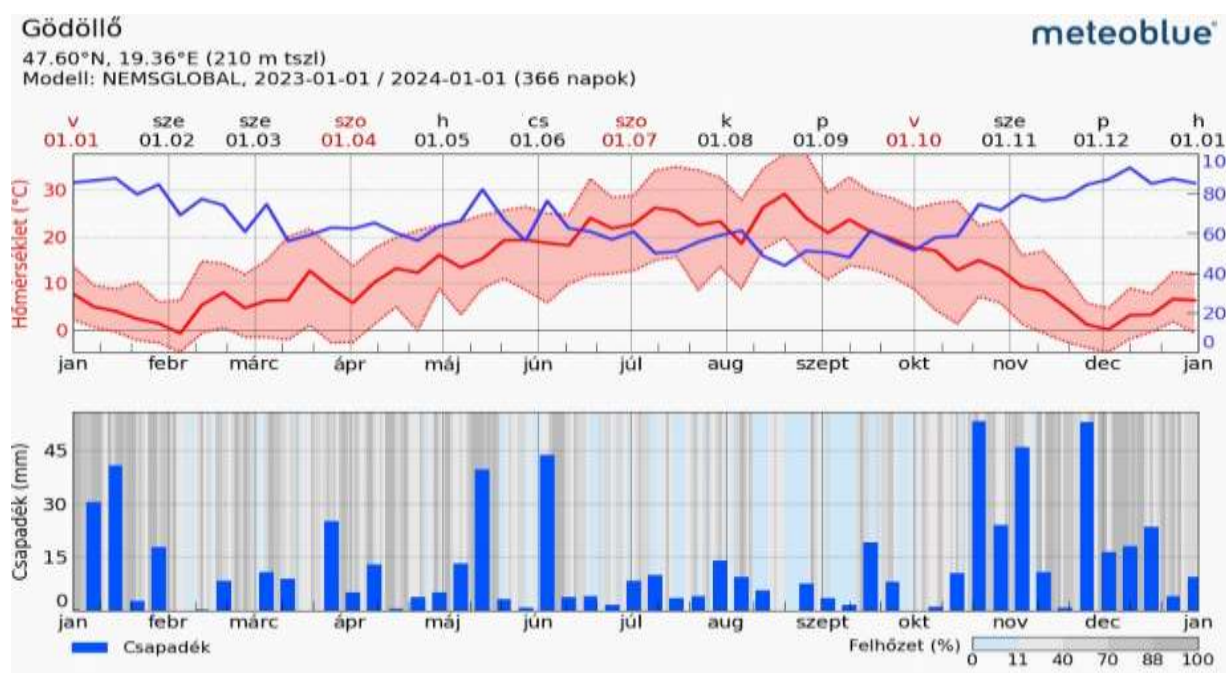
A Gödöllői-dombság részét képezi a kísérleti terület, melynek az Aranyféle kötöttségi értéke 28-42 között van. Barna erdőtalaj, enyhén lúgos és agyagos szerkezetű talaj a jellemző a területen. Ebből következtethető, hogy a terület víznyelő képessége jó, de a vízkapacitása gyenge, a nyári időszakokban a növények számára a jelenleg ingadozó időjárási körülmények miatt veszélyeztetett a vízellátás (RÁTH et al., 2019).

A térség talajképző közege a kavics, valamint a miocén homokkő, amelyet az Alföld felől a Felső-Pannon homokos agyagos üledéke vált fel. A termékenységüket tekintve igen kedvezőtlennek mondhatók, a vízgazdálkodási tulajdonságaik. A barnaföldek eloszlását tekintve fele erdő, negyede szántó, csekély tíz százaléka pedig szőlő és gyümölcsös ültetvények. Valamint állatok legeltetése céljából legelőként használják. Jelentéktelennek mondható a humuszos homoktalajok aránya, hiszen csekély egy százalék, azonban ezeket a területeket, ha öntözzük és megkapják a megfelelő tápanyag utánpótlást, akkor szántóként kiválóan lehet ezeket a területeket hasznosítani (DÖVÉNYI, 2010).

A térségre jellemző, hogy az „A” szint 40 cm barna, szerkezetét tekintve, pedig morzsás, gyengén savanyú, semleges és gyengén lúgos lehet. A Ramman-féle erdőtalajokról általánosságban elmondható, hogy az „A” szinten 1,5-3% a humusz. Emellett jó a vízáteresztő képességük és közepesnek mondható a vízmegtartása (NOVÁK, 2013).

3.2.2 Éghajlati viszonyok

A 9. ábrán látható a 2023-as év csapadék valamint hőmérséklet eloszlása.



9. ábra: Gödöllő éves csapadék és hőmérséklet eloszlása (METEOBLUE, 2023) (<http7>)

Jól megfigyelhető, hogy a zöldborsó számára nem kedvezett a csapadék eloszlása, a növény fejlődése idején áprilisban volt egyedül 20 mm csapadék.

Az évi összes napfénytartam 1950 óra, az évi középhőmérséklet pedig 9,5-9,7°C között mozognak. Az átlaghőmérséklet 16,5-17°C között mozog a vegetációs időszakban, az évi csapadékmennyiség összesen 540-580 mm között ingadozik, de a vegetációs időszakban ez az

összeg 320-340 mm közé tehető. A szélsősebesség átlagosan 3m/s körüli, az uralkodó szélirány pedig északnyugati. A zöldségtermesztés és a mérsékelt melegigényes kultúrákat tekintve az éghajlat kedvez a termesztésüknek, az erdőgazdálkodás számára pedig tökéletesen hasznosíthatók a magasabban lévő helyek (DÖVÉNYI, 2010).

Az elmúlt évtizedekben megfigyelhető volt, hogy a nyári maximum hőmérséklet 3C-kal megnövekedett, de kutatók az előrejelzések alapján azt állítják, hogy ez az érték 5C-ra is növekedhet (CSORBA, 2021).

3.3 A vizsgálatok módszerei

A talajellenállás mérése

A talaj ellenállásának a méréséhez egy EIJKELMAP PENETROMÉTERT használtam. Ezzel a műszerrel a pálca hosszúságából kifolyólag legfeljebb 80 centiméteres mélységig lehet mérni, értékeit MPa-ban kapjuk meg. A PENETROMÉTERBEN található egy GPS, amellyel pontos mérés lehet végezni, ezáltal akár térképen is tudjuk ábrázolni a kapott eredményeket, a mentett koordinátákat ugyanis egy szoftver segítségével tudjuk összehangolni a térképpel. A méréseim során 45 centiméteres mélységig végeztem a méréseket, ugyanis a legmélyebben művelt terület a lazítás volt, amelyet eddig a szintig végeztünk.

A mérések befolyásoló tényezője a talaj térfogatsűrűsége, a talaj nedvességtartalma, a talaj szerkezete, valamint a talaj szervesanyag-tartalma.

A talajnedvesség

A talajnedvesség tartalmának a megállapításához egy PT-1 típusú műszert használtam. Működési elvét tekintve lényegében a magas rezgésszámú hullámok terjedési sebességének mérésén alapul, ezáltal megmérhetjük, hogy a hullám mennyi idő alatt halad oda-vissza (RAJKAI 2004).

A talajnedvességmérő alkalmas homok, vályog, valamint agyagos talaj vizsgálatára is. A talajt 100 cm-es mélységig tudjuk megvizsgálni, valamint a mérési tartománya 5-32 % m/m víztartalom. A mérőműszerrel 45 cm-es mélységig vizsgáltam a talaj nedvességét, hiszen itt is arra voltam kíváncsi, hogy a művelt mélységig milyen eredmények várhatók. Minden mérés során 5 centiméterenként vettem adatot, az adatokat jegyzőkönyvbe vezettem, majd egy Microsoft Excel táblában rögzítettem és összegeztem azokat

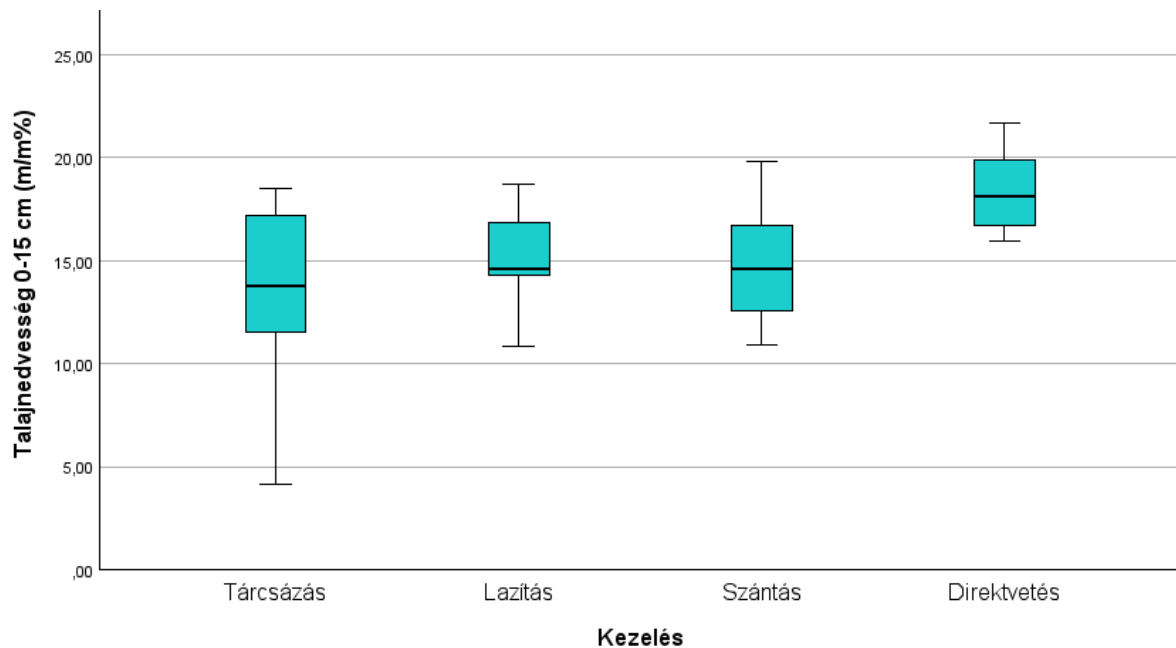
3.4 Statisztikai elemzés

A mérési adataimat Microsoft Excelben vezettem, majd egy statisztikai program (IBM SPSS 29) segített a kiértékelésben. Az elemzés során egytényezős variancia-analízist (ANOVA) alkalmaztam. Szignifikáns eltérés esetében Tukey HSD post hoc próbával mutatta ki a rendszer a jelentős eltérést mutató csoportokat. Utóbbi ábrázolásához a csoportok között mérhető szignifikancia esetén mátrixtáblázatot is készítettem.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1 Talajnedvesség vizsgálata

A 9. ábrán látható a 0-15 centiméteres mélységben végzett talajnedvesség méréseinek eredménye. Az ANOVA vizsgálat szerint megállapítottam, hogy szignifikáns eltérés van az eredmények között [$F(3,76) = 10,437$, $p = 0,001$].



9. ábra: Kezelésenkénti talajnedvesség vizsgálat a 0-15 cm mélységben

A tárcsázás eredménye $13,604 \pm 4,126$, lazítás eredménye $15,249 \pm 1,992$ m/m%, míg a szántásé $14,820 \pm 2,726$ m/m%. Az eredmények alapján elmondható, hogy a direktvetésnél ($18,386 \pm 1,837$ m/m%), amely során nem történt talajbolygatás, több nedvesség maradt a talajban, mint a bolygatott műveléseknél. A Tukey HSD Post-Hoc vizsgálat során kapott eredményeket mátrixtáblázatban (1. táblázat) foglaltam össze.

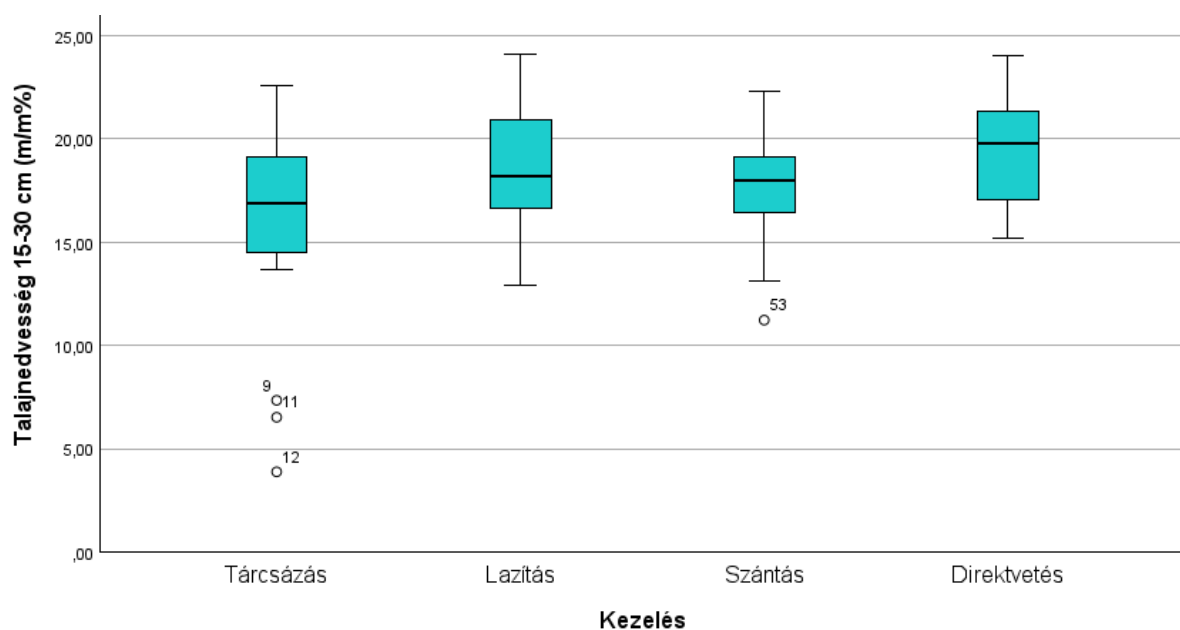
1. táblázat: A talajnedvesség összehasonlítása 0-15 centiméteres mélységben

Tukey Post-Hoc próba segítségével

Talajnedvesség 0-15 cm, 2023	Tárcsázás	Lazítás	Szántás	Direktvetés
Tárcsázás				
Lazítás	-1,645			
Szántás	-1,216	0,429		
Direktvetés	-4,782*	-3,136*	-3,566*	

Az elvégzett próba alapján szignifikáns különbség állapítható meg a direktvetés és a tárcsázás, a direktvetés és a lazítás, valamint a direktvetés és a szántás között egyaránt. Megállapítható, hogy a forgatásos (szántás) és forgatás nélkül végzett alpművelési módok (lazítás és tárcsázás) nem mutattak szignifikáns különbséget. Azonban az is elmondható, hogy a legnagyobb különbséget a direktvetés és a tárcsázásban tapasztalt értékek mutattak, míg a lazítás és a szántás közel azonos értékben mutattak szignifikáns eltérést a direktvetéssel szemben.

A 10. ábrán a 15-30 centiméteres mélységben mért talajnedvességi adatok láthatóak. Az eredményeket ANOVA vizsgálat segítségével megállapítottam, hogy szignifikáns eltérés van [$F(3,76) = 4,406$, $p = 0,007$].



10. ábra: Kezelésenkénti talajnedvesség vizsgálat a 15-30 cm mélységben

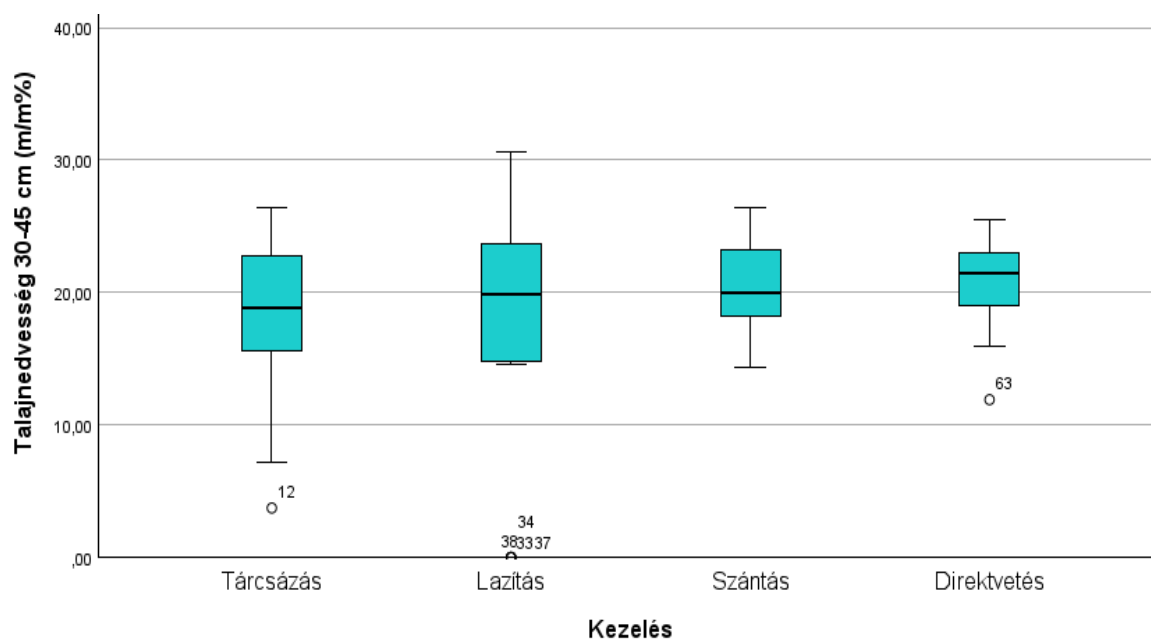
Az eredmények alapján elmondható, hogy az átlagos talajnedvesség és a szórás eredménye $17,880 \pm 3,640$ m/m%. Az eredményeket összehasonlítva, továbbra is a direktvetés eredménye kimagasló $19,396 \pm 2,489$ m/m%. Valamint a leggyengébb értéket a tárcsázásban ($15,714 \pm 4,928$) figyelhetjük meg. A két kimagasló érték között található a lazítás ($18,733 \pm 3,070$), valamint a szántás ($17,680 \pm 2,652$) értéke, melyek között nem található számottevő eltérés. A Tukey HSD Post-Hoc vizsgálat során kapott eredményeket mátrixtáblázatban (2. táblázat) foglaltam össze.

2. táblázat: A talajnedvesség összehasonlítása 15-30 centiméteres mélységben Tukey Post-Hoc próba segítségével

Talajnedvesség 15-30 cm, 2023	Tárcsázás	Lazítás	Szántás	Direktvetés
Tárcsázás				
Lazítás	-3,019*			
Szántás	-1,966	1,053		
Direktvetés	-3,682*	-0,663	-1,716	

Az elvégzett próba alapján szignifikáns különbség figyelhető meg a tárcsázás és lazítás valamint a tárcsázás és direktvetés között. Közel azonos szignifikáns érték mutatható ki a tárcsázás és lazítás, valamint a tárcsázás és direktvetés között. A többi eredménynél pedig elmondható, hogy nincs szignifikáns eltérés.

A 11. ábrán a 30-45 centiméteren mért talajnedvességi adatok figyelhetők meg. Az ANOVA vizsgálat szerint az eredmények között nem volt szignifikáns eltérés [$F(3,76) = 2,057, p = 0,113$].

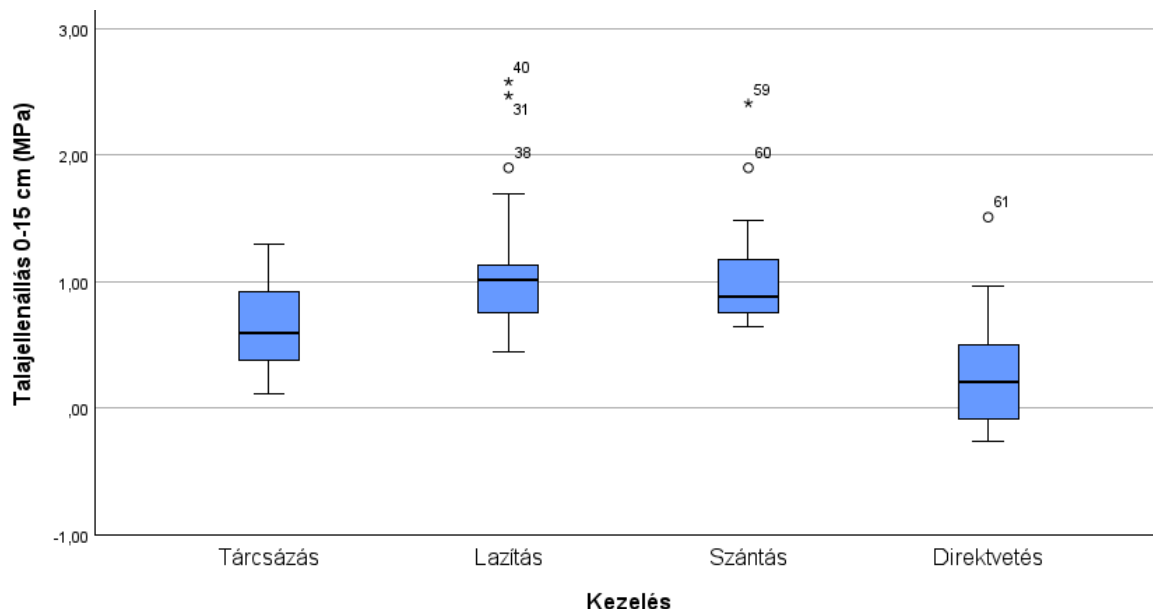


11. ábra: Kezelésenkénti talajnedvesség vizsgálat a 30-45 cm mélységben

A talajnedvesség a 30-45 centiméteres mélységben a lazítás esetében volt a legkisebb az eredmény $16,991 \pm 9,651$ m/m%-os eredménnyel. Ezt követte a tárcsázás melynek $18,1255 \pm 6,111$ m/m% volt az eredménye. A legnagyobb eredményeket a szántásban ($20,709 \pm 3,297$ m/m%), valamint a direktvetésben ($21,075 \pm 3,431$ m/m%) tapasztaltunk.

4.2 Talajellenállás vizsgálata

A következő vizsgálat a talaj ellenállásának a mérése volt. Az 12. ábrán látható a talaj 0-15 centiméteres mélységben mért adatait. Statisztikai elemzés során megállapítható, hogy a kezelések között igazolható szignifikáns eltérés van [$F(3,76) = 13,718$, $p = 0,001$].



12. ábra: Kezelésenkénti talajellenállás a 0-15 cm rétegben

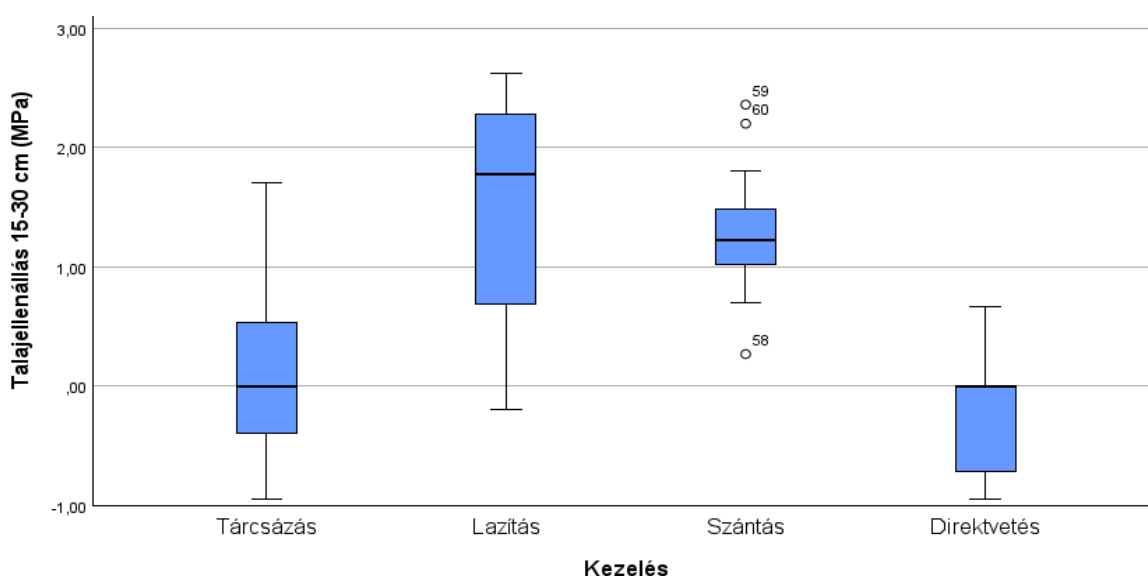
A mért adatok alapján elmondható, hogy a 0-15 centiméteres rétegben az átlagos talajellenállás és szórás $0,783 \pm 0,568$ MPa volt. A legnagyobb ellenállást a lazításban ($1,142 \pm 0,582$ MPa), valamint a szántásban ($1,040 \pm 0,450$ MPa) mértem. A legkisebb talajellenállást a direktvetésben tapasztaltam, itt $0,297 \pm 0,449$ MPa volt az eredmény. A Tukey HSD Post-Hoc vizsgálat során kapott eredményeket mátrixtáblázatban (3. táblázat) foglaltam össze.

3. táblázat: A talajellenállás összehasonlítása 0-15 centiméteres mélységben Tukey Post-Hoc próba segítségével

Talajellenállás 0-15 cm, 2023	Tárcsázás	Lazítás	Szántás	Direktvetés
Tárcsázás				
Lazítás	-0,490*			
Szántás	-0,388*	0,102		
Direktvetés	0,354	0,845*	0,742*	

Az elvégzett próba alapján szignifikáns különbség figyelhető a tárcsázás és lazítás, a tárcsázás és szántás, a lazítás és direktvetés, valamint a szántás és direktvetés között. Igazolható, hogy a tárcsázás és direktvetés, valamint a lazítás és szántás között nincs szignifikáns eltérés.

A 13. ábrán látható a talaj 15-30 centiméteres mélységben mért adatait. Az ANOVA vizsgálat alapján az egyes kezelések között igazolható szignifikáns eltérés van [$F(3,76) = 30,859, p = 0,001$].



13. ábra: Kezelésenkénti talajellenállás a 15-30 cm rétegben

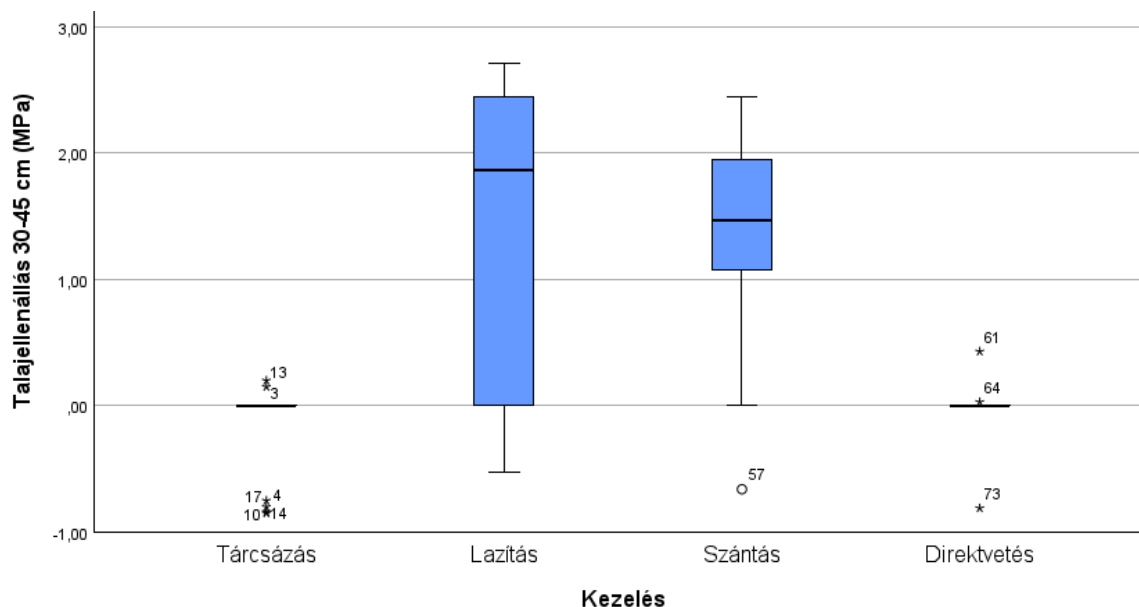
A vizsgált eredmények alapján a lazításban a 15-30 centiméteres rétegben volt a legnagyobb talajellenállás ($1,500 \pm 0,937$ MPa). Szántás esetében előfordultak kiugró értékek, a lazítás mellett itt volt tapasztalható nagyobb ellenállás ($1,285 \pm 0,479$ MPa). A tárcsázás értéke $0,114 \pm 0,114$ MPa, a direktvetésé pedig $0,228 \pm 0,474$ MPa volt. A Tukey HSD Post-Hoc vizsgálat során kapott eredményeket mátrixtáblázatban (4. táblázat) foglaltam össze.

4. táblázat A talajellenállás összehasonlítása 15-30 centiméteres mélységben Tukey Post-Hoc próba segítségével

Talajellenállás 15-30 cm, 2023	Tárcsázás	Lazítás	Szántás	Direktvetés
Tárcsázás				
Lazítás	-1,386*			
Szántás	-1,171*	0,215		
Direktvetés	0,342	1,728*	1,513*	

A tárcsázás és lazítás, a tárcsázás és szántás, a lazítás és direktvetés valamint a szántás és direktvetés között igazolhatóan szignifikáns különbség figyelhető meg. A többi művelés során az eredmények alapján nincs szignifikáns eltérés.

Az 14. ábrán látható a talaj 30-45 centiméteres mélységben mért adatait. Statisztikai elemzés során megállapítható, hogy a kezelések között igazolható szignifikáns eltérés van [$F(3,76) = 24,563$, $p = 0,001$].



14. ábra: Kezelésenkénti talajellenállás a 30-45 cm rétegben

A talajellenállás vizsgálata a 30-45 centiméteres mélységben mutatkozott meg igazán. Itt az adatokból jól kivehető, hogy a tárcsázás esetében $0,1445 \pm 0,346$ MPa, a direktvetésben pedig $0,017 \pm 0,209$ MPa volt az eredmény. Ezekben a kezelésekben a mérések során kevés valós adatot sikerült rögzíteni, hiszen nem minden esetben lehetett ilyen mélyre lenyomni a szondát a nagy talajellenállás miatt. Ellenben a lazítás ($1,330 \pm 1,220$ MPa) és a szántás ($1,394 \pm 0,209$ MPa) esetében, hiszen itt a művelőeszközök mélyen dolgoznak a talajban. A Tukey HSD Post-Hoc vizsgálat során kapott eredményeket mátrixtáblázatban (5. táblázat) foglaltam össze.

5. táblázat: A talajellenállás összehasonlítása 30-45 centiméteres mélységben
Tukey Post-Hoc próba segítségével

Talajellenállás 30-45 cm, 2023	Tárcsázás	Lazítás	Szántás	Direktvetés
Tárcsázás				
Lazítás	-1,475*			
Szántás	-1,538*	-0,063		
Direktvetés	-0,127	1,348*	1,411*	

Az elvégzett próba alapján szignifikáns különbség figyelhető meg a tárcsázás és lazítás, a tárcsázás és szántás, a lazítás és direktvetés valamint a szántás és direktvetés között. A tárcsázás és direktvetés valamint a lazítás és szántás között nem volt szignifikáns eltérés. 4.3

4.3 Ökonómiai elemzés

Magyarországon jelenleg a termelésre ráfordított árak magasak, ideértve az üzemanyagot, a műtrágyát, valamint a különböző kémiai növényvédő szereket. Ezért az alpművelés megválasztásakor azt is figyelembe kell venni, hogy az adott talajmunka milyen mértékben terheli a gépet, s ez által mennyivel növekszik meg az üzemanyag felhasználása. Emellett fontos azt is figyelembe venni, hogy minél inkább csökkentjük a munkamenetszámot, ezzel pedig a talajra mért taposást is mérsékelni tudjuk (LOVARELLI, et al., 2018).

A forgatásos művelés során az erőgép jellemzően több üzemanyagot fog felhasználni, mint a direktvetéses művelés vagy a tárcsázás során. A szántás esetében lehet arra törekedni, hogy a menetszámot csökkentjük azzal, hogy az eke mellett alkalmazunk egy szántás elmunkáló eszközt is. Ezzel időt, üzemanyagot takarítunk meg, ráadásul nem tömörítjük a talajt sem. Ezzel szemben a direktvetés esetén minden egy menetben történik, amellyel leginkább vigyázunk a talajunkra, a környezetünkre és az üzemanyag fogyasztásra. A talajlazítás szintén időigényes folyamat, ráadásul az üzemanyag költsége magas, hiszen a munkaeszköz jó esetben az altalajt tehát a 0-45 centiméteres réteget munkálja meg, azonban a talajlazítást területeinken 3 évente elég elvégezni.

Tehát minden esetben úgy kell megválasztanunk az alpművelésünk munkaeszközét, hogy az az adott időjárási körülmények között a legkedvezőbb hatást fejtse ki, hiszen minden

munkaeszköz nem megfelelő időben alkalmazása káros a talajaink, valamint a környezetünk állapotára (BIRKÁS, 2006).

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A következtetéseimet a vizsgálataim eredményei alapján vontam le. A talajnedvesség vizsgálata során a 0-15 centiméteres rétegben a direktvetésnél az eredmény kimagaslott a többi közül. Ez arra enged következtetni, hogy a sekély művelés, valamint a tarlómaradványok hatására a talajból nehezebben tud a nedvesség párologni, így több nedvesség marad a talajban. Ezek a tapasztalatok megegyeznek LÁSZLÓ (2007) megfigyeléseivel. A művelt területeken viszont jól látszik, hogy a bolygatott talajnak köszönhetően a talaj felső rétegében kevesebb nedvesség volt megfigyelhető.

A talajrétegekben haladva az eredményeken jól látható a változás, hiszen a bolygatott talajrétegben a nedvesség jobban be tud szívárogni, mivel a lazítás hatására csökken a talaj térfogattömege, a talaj hézagterfogata pedig nő, ez által javul annak vízbefogadó-képessége. Így a talajszelvényben lefelé haladva jellemzően növekszik a talaj nedvesség-tartalma. A direktvetés esetében viszont nem történt olyan nagy változás, mint a bolygatott talajokon, de nem is romlottak az értékek, tehát elmondható, hogy a direktvetés kellően megtartja a nedvességet a talajban (BIRKÁS, 2017)

A talajellenállás vizsgálata során a mért adatok alapján az alábbi következtetéseket vontam le; a 0-15 centiméteres mélységben a legkiemelkedőbb eredményeket a szántásban, valamint a lazításban figyeltem meg. Itt az ellenállás nagyobb volt, mint a tárcsázásnál vagy a direktvetésnél. Fontos azt megemlíteni, ahogyan azt BIRKÁS (2017) is megfigyelte, hogy a szántás, valamint a lazítás végrehajtását megfelelő nedveségtartomány esetén ajánlatos végrehajtani, mivel ha a talaj túl nedves, akkor a lazító kései nem érik el a kívánt szakító hatást, az eke esetében pedig nagyobb lesz az eketalp kialakulásának kockázata.

Ahogy haladunk lejjebb a talajszelvényben, a lazítás és a szántás talajellenállása nő, de nem éri el a 3 MPa-os értéket, ami már-már kritikusaként mondható. A tárcsázás, valamint a direktvetés esetében - mivel nem történt mélyebben talajbolygatás -, így a tapasztalatok alapján kevés értéket tudtam rögzíteni, hiszen a 30-45 centiméteres rétegben többször előfordult, hogy a szondát nem lehetett letolni. Fontos azt megemlíteni, hogy a direktvetéses műveléshez a talajnak is kellő időre van szüksége, mire a talajban a megfelelő biológiai élet és a talajegyensúly kialakul, ezáltal nem lesz tömör a talaj szerkezete. A kísérleti területen pedig csak nem régóta zajlik direktvetéses talajművelési kísérlet (BIRKÁS, 2002b).

A növényállomány fejlődése során megfigyelhető volt, hogy a szántot, talajlazított valamint a tárcsázott területen volt a legmegfelelőbb növényállomány sűrűsége. A direktvetésnél mutatkozott a legkedvezőtlenebb eredmény, a betakarítás előtt, ennél a

területrésznél nagyrészt a talajfelszínt nem borította be a növényzet. A betakarítás után pedig a terméseredményeken is megfigyelhető volt, hogy a direktvetésnél mind a hüvelyszám, mind pedig a hüvelyben lévő szemek száma elmaradt a többitől.

A jövőben érdemes lehet ezt a területet kifejezetten direktvetés kísérleteinek alárendelni és megfigyelni, hogy az évek alatt milyen irányba változik a talaj agronómiai szerkezet és egyéb tulajdonságai, amelyek hozzájárulnak a fenntartható növénytermesztés hatékony kivitelezéséhez, majd monitorozásához.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az „agronómiai vizsgálatok a zöldborsó (*Pisum sativum* L.) különböző alapművelései során” című kutatásom célja az volt, hogy a nehézségek, amelyekkel ma a világ küzd, mely talajművelési technológiával küzdhetjük le az akadályokat. Magyarország hagyományosan mezőgazdasági ország, ezért fokozott figyelemmel kell a talajaink védelméről gondoskodni, valamint szükség esetén javítani azokat. Ezért választottam a zöldborsót, amely kiváló nitrogénmegkötő képességének köszönhetően javítja a talajainkat, rövid tenésztidejének köszönhetően pedig másodvetésű növényeket is lehet termeszteni a növény után, így egy gazdasági évben akár kétszer növénykultúra is termeszthető és takarítható be hatékonyan.

A méréseimet 2023-ban Szárítópusztán, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem szántóföldi tanüzemében végeztem. Célkitűzésem az volt, hogy a megvizsgáljam, hogyan lehet a zöldborsót a jelenleg alkalmazott talajművelési technológiákkal a leghatékonyabban termeszteni úgy, hogy közben figyelemmel kísérem a zöldborsó fejlődése mellett a talaj víztartalmát és annak ellenállását is.

A szakirodalmi fejezetben alapvetően jellemeztem a zöldborsó származását, botanikáját valamint kitértem a gazdasági helyzetére is, ezáltal látható, hogy milyen fontos növényről is van szó. A továbbiakban bemutattam a talajművelés történelmét, a talajművelési rendszereket, valamint a zöldborsó agrotechnikáját is kifejtettem.

Az 'Anyag és módszertan' című fejezetben bemutattam a kísérleti területemet és annak jellemzőit, a vizsgálat bemutatása során kifejtettem, hogy a talajműveléstől egészen a vetésig milyen munkafolyamatok mentek végbe a területen. Ezt követően felvázoltam, milyen méréseket végeztem, valamint azt, hogy milyen műszereket használtam a vizsgálataimhoz és milyen szoftvereket alkalmaztam az eredmények kiértékeléséhez.

Az 'Eredmények értékelése' című részben számadatokkal támasztottam alá a vizsgálat során kapott eredményeket. Kutatásom során azt tapasztaltam, hogy a talajbolygatás során ugyan a talaj a felső rétegeből vesz talajnedvességet, de a növények fejlődése érdekében ajánlott mélyebben művelni a talajt. Ez a direktvetés esetén mutatkozott meg igazán, ahol a talaj felső részén elegendő volt a nedvesség, de a talaj tömörödöttsége miatt nem tudott a növényállomány fejlődni, valamint megfelelő termést elérni.

Kutatásom eredményei alapján arra a megállapításra jutottam, hogy az egyes talajművelési módok között nagy eltérések tapasztalhatók, és minden művelésnek megvan az előnye és hátránya. A gazdálkodókon múlik, hogy a jövőben hogyan vigyáznak, illetve javítják a talajaik állapotát, miközben zöldborsót termesztenek.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- Ács, A., Kurnik, E. (1980): *A borsótermesztésének ökológiai és technológiai feltételei*. In: Kiss, Á.: A borsó termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 31-44.
- Algeier, W. (2000): *Öntözni kell!* Kertészet és szőlészet, 49 (24), 10 p.
- Balkó, S. (2005): *Nagymagvú hüvelyesek jelentősége és vetőmag előállítása*. Magyar mezőgazdaság folyóirat. 60 (46), pp. 18-20.
- Beke, D. (2006): *Talajtömörödés és nedvességtartalom vizsgálat szántóföldi tartamkísérletekben*. Doktori (PhD) értekezés, Keszthelyi Agrártudományi Egyetem 115 p.
- Bereczki, L. (2008). Talajművelési alapgondolatok. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, pp 2-3.
- Bijur S., Verma S. (1996): Effect of abiotic factors on the pests of pea and natural enemies. CABI:<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19971102951>
- Birkás, M. (2002a): *Talajművelés* In: Gyuricza Cs. Szántóföldi talajhasználati praktikum Budapest, Akaprint Nyomdaipari Kft. 21 p.
- Birkás M. (2002b): *Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés*. Akaprint Nyomdaipari Kft., Budapest. pp 10-22
- Birkás, M., Gyuricza Cs. (2004): *A talajhasználat és klimatikus hatások kapcsolata*. In: Birkás M., Gyuricza Cs. Talajhasználat-Műveléshatás-Talajnedvesség. Gödöllő, Nyomda & Kiadó Kft. pp 10-47.
- Birkás, M. (2006): *Környezetkímélő és alkalmazkodó talajművelés*. Budapest, Akaprint Nyomdaipari Kft. 178 p.
- Csatári-Szöts K., Komjáti I. (1963): *Borsó- és babtermesztés*. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó. pp. 13-99.
- Csete S. (2008) – *A vetőmag csávázásáról röviden*. – Agrofórum 19(8), 17 p.
- Csizmadia, L. (1999): *Zöldborsó* In: Mártonffy B., Rimóczi I. (szerk.): Nagymagvú zöldségfélék Budapest, Mezőgazda Kiadó p. 29-36.
- Csontos, Gy. (2004): *Hüvelyesek*. In: Hodossi S., Kovács A., Terbe I. Zöldségtermesztés szabadföldön Budapest, Mezőgazda Kiadó pp 193-204.
- Csontos, Gy. (2009) – *Célok és eredmények a haza zöldborsó nemesítéseiben* Agrofórum 20(10), pp. 53-55.
- Csorba, P. (2021): *Magyarország kistájai*. Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen, pp. 340-342.

- Daniela, L., Marco, F., Gunnar, L. (2018): *Fuel consumption and exhaust emissions during on-field tractor activity: A possible improving strategy for the environmental load of agricultural mechanisation*. Computers and Electronics in Agriculture, 151, 238-248
- Deme P. (2010) – A zöldborsótermesztés ökónómiája. In: Gazdaságos zöldségtermesztés (szerk: Kerek Z. –Marsalek S.) – Szaktudás Kiadó Ház Zrt. Budapest, pp. 300-309.
- Dimitrievits, GY. (2010) – *A biztonságos védekezés előfeltétele: a permetezőgépek gondos felkészítése*. – Agrofórum, 21(1),104 p.
- Dövényi, Z. (2010): *Magyarország kistájainak katasztere*. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. pp. 706-709.
- Földesi, P., Gyuricza Cs. (2011): *A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata szántóföldi kísérletekben*. Tájökológiai Lapok 9 (1) pp. 196-197.
- Gergác, I. (2021): *A zöldborsó integrált növényvédelme, III. rész: kórokozók elleni védelem* Agrofórum, 2021. Forrás: <https://agroforum.hu/szakcikkek/zoldseg/a-zoldborso-integralt-novenyvedelme-iii-resz-korokozok-elleni-vedelem/>
- Glits M. – Folk GY. (2000) – *Kertészeti növénykórtan* – Mezőgazda Kiadó Budapest – pp. 367-370
- Gyuricza, Cs. (2001): *A talaj szerkezete*. In: Gyuricza Cs. (szerk): *A szántóföldi talajhasználat alapjai*. Akaprint Nyomdaipari Kft. pp. 17-29.
- Hakasson, I. (1990): *A method for characterizing the state of compactness of the plough layer*. Soil & Tillage Research 16: 105–120. p.
- Hunyadi, K. (2000) – *A borsó*. In: Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia (szerk: Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G.) Mezőgazda Kiadó , Budapest – pp. 473-516
- Jenser, G. (2003) – *Integrált növényvédelem a kártevők ellen* – Mezőgazda Kiadó Budapest – pp. 5-62.
- Kallo, G. (1993): *Genetic Improvement of Vegetable Crops*. Forrás: ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780080408262500333>
- Karlen, D. L. Wollenhaupt, N. C. Erbach, D. C., Berry, E. C., Swan, J. B., Eash, N. S., Jordahl, J. L. (1994): *Long-term tillage effects on soil quality*. Soil & Tillage Research 32, pp. 313–327.
- Kelemen, Zs. (2009) – *A zöldborsótermelés gépi költségei*. – Agro napló szakfolyóirat, 13(12), 68 p.
- Kovács, F. (2006) – *Zöldborsó leíró kísérletek eredményei* – Kertészet és szőlészet, 12, pp. 7-8.

- Kovács, F. (2008) – *Zöldségnövények leíró fajtajegyzéke* (Zöldborsó) – Agrofórum 19(2), 32 p.
- Köck, O. (2002) – *Fajtakísérleti eredmények* – Kertészet és szőlészet 1(10), pp. 10-11.
- László, P. (2007): *A direktvetéses és bakhátas gazdálkodási rendszerek hatása a talaj fizikai és biológiai állapotára*. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő, 124 p.
- Mándy, Gy. (1975): *Borsófajták ökológiai kutatásának eredményei*. Debreceni Agrártudományi Egyetem Tud. Közlemény. 19, pp. 127-157.
- Magda, S. (2003) – *A növénytermesztés szervezése és ökonómiája* – Szaktudás Kiadó Ház – pp. 50-149.
- Markov, V.M., Haev, M.K (2007): *Zöldborsó* In: Csorbainé G.A., Dimény J., Helyes L., Ombódi A., Pék Z. Zöldségtermesztés, Szent István Egyetem, 157 p.
- Nagy, J. (2000): *A zöldborsó*. Budapest, Dinasztia Kiadó pp. 5-91.
- Novák, T. J. (2013): *Talajtani praktikum*. Meridián Alapítvány, Debrecen, pp. 86-92.
- Ördögh, G. (2017) – *Növényorvos a zöldségkertben* - Kerti kalendárium 29(5), pp. 14-16.
- Pereczes, J. (2004) – *Csökken a zöldborsó terület*. – Magyar Mezőgazdaság 59(11), 10 p.
- Poltoretskyi S., Karpenko V., Liubych V., Poltoretska N., Bilonozhko V., Demydas H. (2022): *Morphological and ecological features of green pea (Pisum sativum L.)*. Ukrainian Journal of Ecology, 12(8), 12-19 pp.
- Rajkai, K. (2004): *A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban*. p. 155.
- Ráth, Sz., Égei M., Horváth K., Daood H., (2019): *Különböző termőhelyen és évjáratban termesztett ipari paradicsom fontosabb karotinoid vegyületeinek mennyiségi összehasonlítása* Kertgazdaság 51., pp. 57-59.
- Rátonyi, T. (1999): *A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartamkísérletben*. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen, 121 p.
- Rátonyi, T., Szöllősi I. (2006): Talajállapot-vizsgáló módszerek és eszközök. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és Földhasználat. Budapest, Mezőgazda Kiadó. pp. 61-62.
- Sárvári, M., (2005): *Borsó* In: Antal J., Növénytermesztéstan 2. Gyökér- és gumós növények Hüvelyesek Olaj- és ipari növények Takarmánynövények, 324 p.
- Slezák, K. (2007) – A zöldborsó termesztése – Agrofórum, 2, 28 p.
- Soane, B. D., Van Orwerkerk, C. (1994a): *Soil compaction problems in world agriculture*. IN: Soane, B. D., Van Ouwerkerk, C. (Szerk.): Soil compaction in crop production. Elsevier Sci, 1-21. p.

Tóth, Z. (2001): *A talajtermékenység vizsgálata vetésforgóban és monokultúrában. Doktori (Ph.D) értekezés.* Keszthely, 127 p.

Vértesy, László (2023). *Precíziós mezőgazdaság: helyzetkép és gazdasági megfontolások.* MATE Press, Gödöllő, pp. 10-13.

A dolgozatban felhasznált internetes források jegyzéke:

http1: FRUITVEB, 2024 https://fruitveb.hu/wp-content/uploads/2024/07/FruitVeB-NAK_bulletin_2013-2022.pdf (Letöltés dátuma: 2024. 02. 10.)

http2: Nébih, 2022

https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/81819/NFJ_z%C3%B6lds%C3%A9g+gy%C3%B3gy-%C3%A9s+f%C5%B1szern%C3%B6v%C3%A9nyek_2024_v_1_1.pdf/01b7fc85-770d-12ed-e581-985ca49c7c3c?t=1729516860222

(Letöltés dátuma: 2024. 02. 10.)

http3: FAOSTAT, 2022 (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) (Letöltés dátuma: 2024. 01. 18.)

http4: FAOSTAT, 2022 (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) (Letöltés dátuma: 2024. 01. 18.)

http5: KSH, 2022 (<https://www.ksh.hu>) (Letöltés dátuma: 2024. 05. 20.)

http6: <https://mepar.mvh.allamkincstar.gov.hu/#/viewer> (Letöltés dátuma: 2023. 11.19)

http7: METEOBLUE, 2023

https://www.meteoblue.com/hu/időjárás/hét/gödöllő_magyarország_3052236

(Letöltés dátuma: 2024. 05.19)

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni konzulensemnek, **Bozóki Boglárkának** hogy szakértelmével és hozzáértésével segítette a szakdolgozatom összeállítását. Tanácsait megfogadva tudtam a munkát kellőképpen elvégezni. A nehéz időkben támogatott és erőt biztosított, hogy a munkám sikeresen befejezzem.

Köszönöm a **MATE tangazdaságának**, hogy a vizsgálatomhoz szükséges területet és kezelések lebonyolítását biztosította.

Köszöntettel tartozom azon **barátaimnak**, akik a méréseimet jelenlétükkel, valamint kitartásukkal segítették. Külön köszönet illeti: Zsófit, Fannit, Csabit, Martint, Dávidot, Bencét, Kristófot, Attilát, akikkel támogattuk és segítettük egymást, a szakdolgozat elkészítése és a felsőoktatásban töltött éveink alatt.

A legfőbb köszönet a **családomat** illeti, akik támogatták egyetemi tanulmányaimat. Mindazt az anyagi, valamint erkölcsi támogatást, amely segített kitartani a felsőoktatásban töltött éveim alatt.

9. MELLÉKLETEK

NYILATKOZAT

BORSOS RICHARD (név) (hallgató Neptun azonosítója: B39CAZ)
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 védeésre
javaslom /nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2020.10.28 év 10 hó 28 nap

Borsos Richárd
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: BORSOS RICHARD

A Hallgató Neptun kódja: 039072

A dolgozat címe:

Agrárművelés és zöldségtermesztés alapkérdései során

A megjelenés éve: 2024

A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési - tudományok

A konzulens tanszékének a neve: Agrárművelés

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024 év november hó 1 nap

Borsos Richard
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.