



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Takarmányozási és takarmánybiztonsági mérnök

SZÓJA TÁPANYAG-REAKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA

Belső konzulens: Dr. Hoffmann Richárd
egyetemi docens

Készítette: Horváth Szonja
A4YGHW
levelező

Növénytermesztési-tudományok Intézet

**Kaposvár
2022**

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	3
2. Szakirodalom áttekintés	5
2.1. A szója jelentősége	5
2.1.1. A szója származása és termesztésének kezdete hazánkban	5
2.1.2. A szója felhasználása	5
2.1.3. Termesztésének nemzetközi volumene	7
2.1.4. Termesztésének hazai volumene	8
2.2. A szója környezeti igényei	9
2.2.1. Talaj- és éghajlatigénye	9
2.3. A szója tápanyag-utánpótlása	11
2.3.1. Műtrágya-felhasználás Magyarországon	11
2.3.2. Tápelemek jelentősége a szója termesztésében	11
2.3.3. Tápanyag-visszapótlási technológia	14
2.4. A szója trágyázása	16
2.4.1. Műtrágyázás hatása a szója egyes paraméterei	16
2.4.2. A trágyázás környezetvédelmi szempontjai.....	16
2.4.3. ProPlanta	17
2.5. A szója termesztéstechnológiája.....	17
2.6. Célkitűzés	19
3. Saját vizsgálatok.....	20
3.1. Anyag és módszer.....	20
3.1.1. A kísérlet beállításának módja	22
3.1.2. Betakarítás adatai	24
3.2. Eredmények és értékelésük	25
3.2.1. Termésmennyiség	25
3.2.2. Nedvességtartalom	26
3.2.3. Nyersfehérje-tartalom	27
3.2.4. Hektolitersúly.....	28
3.2.5. Olajtartalom	29
3.3. Következtetések és javaslatok	30

4. Összefoglalás.....	32
5. Irodalomjegyzék.....	34
6. Köszönetnyilvánítás	36
7. Nyilatkozat.....	37

1. Bevezetés

A szója a világ legnagyobb területén és a legrégebben termesztett hüvelyes növénye. A szójabab Dél-Kelet Ázsiából származik és több mint 5000 éves. Őshazájának mégis Mandzsúria tekinthető a közvélemény szerint. Európában nem olyan régóta ismert, csupán néhány száz évvel ezelőtt hozta be egy dalmát tengerész kapitány. Vetésterülete a kezdetekben elenyésző volt, viszont népszerűségének elterjedésével, növekedésével a világban egyre nagyobb területen kezdtek szóját termeszteni. Kezdetben Kínában termesztették legnagyobb mennyiségben, viszont napjainkban az Amerikai Egyesült Államok teszi ki a világon megtermelt mennyiség 50%-át, amit követ Brazília, majd Argentína. Magyarország szójatermesztésének fellendülése 1970-ben kezdődött meg, ami a fehérjeigény hirtelen növekedésének tudható be. Ma a hazai szójatermesztés növekvő tendenciát mutat, amihez nagyban hozzájárul a fehérjeprogram létrejötte. Hazánkban 60-70 ezer hektár között alakul a növény termesztése.

Népszerűsége az évek során egyre nagyobb lett. A nemzetközi statisztika az olajos magvak közé sorolja 20%-os olajtartalma miatt, viszont ha hasznosítását vesszük elsősorban figyelembe, akkor a fehérjenövények csoportját gazdagítja 40%-os fehérjetartalmával. Ez jelenleg az elsődleges fehérjenövény. A szója felhasználása igen sokrétű, hiszen mind az emberi, mind az állati élelmezésben nagyon fontos szerepet játszik. A világon megtermelt szójának 33%-a élelmezésre, míg 67%-a takarmányozásra jut. Egészséges élelmiszer, továbbá kiváló takarmánynövény. Kezdetekben a szóját olajkinyerés céljából kezdték nagyobb mértékben termeszteni Amerikában. Ma már az egész növény hasznosítása lehetséges. Kedvező fehérjetartalma mellett a legnagyobb jelentőséggel bíró esszenciális aminosavak közül a szója rendkívül értékes. Lizin-, és treonintartalma kiemelkedő. További kedvező tulajdonságai közé tartozik a szójaolaj, melynek magas a linolénsav-tartalma, de jelentős a linolsav-tartalma is.

Ahhoz, hogy az állattenyésztést, humán élelmezést megfelelő minőségű és mennyiségű szójjal tudjuk ellátni a növekvő igényeket figyelembe véve, elengedhetetlen az agrotechnikában a növény számára optimális tápanyag-ellátottság jelenléte.

A szója az egyik legnagyobb tápanyagigényű növény, amit jól mutat magas nitrogén, foszfor és kálium igénye is egyaránt. 1 tonna szójabab előállításához szükséges fajlagos tápanyagigény: 62 kg N, 37 kg P, 51 kg K. N-szükségletének legalább 40%-át (50-60% is lehet) képes a légköri nitrogén megkötésével fedezni, tehát ennek megfelelően N-

trágyából kevesebbet igényel. Foszforból és káliumból közel háromszoros dózist igényel a gabonafélékhez képest.

A kívánt eredmény eléréséhez ma már elengedhetetlen a műtrágyák, illetve a fenntartható gazdálkodás alkalmazása. A precíziós gazdálkodás egyik legfőbb eleme a tápanyaggazdálkodás tervezése, melynek része a talajvizsgálat, amivel meghatározható a területre kijuttatandó tápanyagok mennyisége, továbbá a megfelelő fajta kiválasztása, a nyereséggörbék kiszámítása, ami megmutatja, hogy milyen hatóanyagszintek mellett érhető el a legmagasabb nyereség.

Kísérletem 4 féle műtrágyakezelést tartalmazott, továbbá levéltrágyázást is. A trágyázatlan kontrollcsoport mellett a Proplanta szaktanácsadási rendszer segítségével 2 féle, míg a Nitrogénművek Zrt. szaktanácsadása alapján 1 ajánlás készült. Dolgozatomban a meghatározott műtrágya dózisok hatását vizsgáltam egy korai éréscsoportba tartozó fajta termésmennyiségére, fontosabb beltartalmi paramétereire.

Témaválasztásom oka, hogy a minőségi takarmány előállításához nem csak az állatok élettani-, és a növények általános ismeretét érdemes elsajátítani, hanem azon túl az agrotechnológiát, tápanyag-utánpótlási technológiákat. Ebben kívánom bővíteni ismeretem.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A szója jelentősége

2.1.1. A szója származása és termesztésének kezdete Magyarországon

A szója jelentőségét kiválóan szemlélteti az, hogy ez az 5. legfontosabb szántóföldi kultúra. A szójabab Dél-Kelet Ázsiából származik és több mint 5000 éves, ezzel pedig egyben az ember egyik legrégebben termesztett növénye. Kínát, Japánt és Indiát jelölték meg fő származási helyként a különféle szerzők. Írásos emlékek közül kiemelkedő Csen-Nung császár „Materia Medicina” című könyve, melyben részletes leírás szerepel a szójáról. Szent növényként hivatkozik rá benne. Őshazájának mégis Mandzsúria tekinthető a közvélemény szerint. Európában nem olyan régóta ismert, csupán néhány száz évvel ezelőtt hozta be egy dalmát tengerész kapitány. Európai elterjedése már Haberlandt Frigyes nevéhez fűződik, aki 1873-ban kapott 20 szójaváltozatot Kínából, Japánból, Mongóliából, Kaukázusból és Tuniszból. Ezeknek a honosítását a Magyaróvári Gazdasági Akadémián kezdte meg. (Antal, 2005; Bódis, 1983; Kurnik, 1976)

A szója felvirágzása az első és második világháború idejére tehető, amikor a súlyos húshiány következtében szükségessé vált egy könnyen elérhető koncentrált fehérjeforrás, így végül a növény a hadigazdálkodás részévé vált. A háború után termesztésének nagysága visszaesett. (Bódis és Kralovánszky, 1988)

Vetésterülete a kezdetekben elenyésző volt, viszont mivel a világban minden területen az önellátás, függetlenedés került előtérbe, az elmúlt időszakban hatalmas növekedést figyelhetünk meg a termesztett mennyiség nagyságát tekintve. (Antal, 2005)

A nemzetközi statisztika az olajos magvak közé sorolja 20%-os olajtartalma miatt, viszont ha hasznosítását vesszük figyelembe, akkor a fehérjenövények csoportját gazdagítja 40%-os fehérjetartalmával. Ez jelenleg az elsődleges fehérjenövény. (Antal, 2005)

2.1.2. A szója felhasználása

A szója felhasználása igen sokrétű, hiszen mind az emberi, mind az állati élelmezésben nagyon fontos szerepet játszik. Ezt jól mutatják az adatok is, ami alapján a világon megtermelt szójának 33%-a élelmezésre, míg 67%-a takarmányozásra jut. Őshazájában, Kínában, a nép élelmezésében akkora szerepet tölt be, mint hazánkban a búza, tehát

alapvető és nélkülözhetetlen. Nyugaton nincsen ekkora kultúrája, ehhez hozzá tartozik az, hogy alig másfél évszázada ismerték meg, így csak ekkor kezdődhetett meg népszerűségének növekedése. (Balikó és mtsai, 2007; Bódis és Kralovánszky, 1988)

Egészséges élelmiszer, továbbá kiváló takarmánynövény. Bár ezt a kijelentést ma már sok szakember vitatja, továbbra is hatalmas népszerűségnek örvend a növény. A szójababról ismert, hogy számos bioaktív komponenst tartalmaz. Ezek a bioaktív anyagok egyre nagyobb figyelmet kapnak, mivel betegségek megelőzésében és kezelésében is szerepet játszanak. A szójában lévő bioaktív anyagok a következők lehetnek például: izoflavonok, szaponinok, fitinsavak, fitoszterolok, tripszin inhibitorok, peptidek stb. Néhány bioaktív anyag ezek között nem pozitív hatásáról ismert. Az úgynevezett antinutritív anyagok rontják a táplálék tápanyagainak értékesülését. A szójababban lévő fontosabb antinutritív anyagok a következők: tripszin inhibitorok, hemagglutinin, fitohemagglutinin, flatulens anyagok, nem azonosítható növekedésgátlók, goitrogének és egyéb antinutritív faktorok. Ezek között nagyobb mennyiségben találhatók hőre érzékeny anyagok, így összességében elmondható, hogy a főzéssel, gőzöléssel a kedvezőtlen hatás kielégítően megszüntethető. (Isanga és Zhang, 2008; Balikó és mtsai, 2007)

Kezdetekben a szóját olajkinyerés céljából kezdték nagyobb mértékben termesztetni Amerikában. Ma már az egész növény hasznosítása lehetséges. Elsősorban magas fehérjetartalma miatt hasznosítják, de olajtartalma is jelentős mértékű. Beltartalmi értékei a következőképpen alakulnak:

- Nyersfehérje: 26,8-39,4%
- Nyerszsír: 16,6-22,3%
- Nyersrost: 3,6-8,4%
- Hamu: 4,0-6,0%
- Nitrogénmentes kivonható anyagok: 16,6-29,9% (Balikó és mtsai, 2007)

A közölt adatok nagyobb mértékű intervallumban való változása az adott termőhelyi adottságoktól, az időjárástól, a fajtától is függ. (Balikó és mtsai, 2007; Bódis és Kralovánszky, 1988)

Magjában számos vízoldható fehérje található, könnyű őrölni, jól sűríthető, kellemes ízű, továbbá aminosavak arányát és mennyiségét tekintve is kedvező tulajdonságokkal rendelkezik. A legnagyobb jelentőséggel bíró esszenciális aminosavak közül a szója rendkívül értékes. Lizin- és treonintartalma kiemelkedő, ezzel szemben a kéntartalmú aminosavak aránya kedvezőtlenebb. Fontosabb aminosavak tartalma az alábbi értékek között változik:

- lizin: 1,82-2,86%
- metionin: 0,30-0,64%
- ciszтин: 0,37-0,73%
- treonin: 1,40-2,17%

További hasznosítását tekintve a szójaolaj kiemelkedő. Kedvező kémiai és fizikai tulajdonságokkal rendelkezik, ezért sokoldalúan használható. Magas a linolénsav-tartalma, de jelentős a linolsav-tartalom is, így táplálkozás-élettani hatása igen kedvező. A szójaolaj finomításakor igen értékes lecitin nyerhető ki a visszamaradó anyagból. A lecitin nagyon sokoldalúan felhasználható az élelmiszer-iparágakban, gyógyászatban, továbbá fontos stabilizáló-, emulgeálószerként van számon tartva, illetve jó antioxidáns. Az állattenyésztésben kiemelkedő szerepe van a szójának, viszont nem az egész babot hasznosítják. Főleg extrahált dara formában tartalmazzák a különböző takarmánykeverékek. Felhasználható még festékipari alapanyagként, zöldtakarmányként, szalmaként, szénaként, lisztként (húspótló, tej, keksz). (Babinszky és Halas, 2019; Balikó és mtsai 2007; Bódis és Kralovánszky, 1988)

Említésre méltó még ásványianyag- és vitamintartalma. Nagyobb mennyiségben tartalmaz káliumot, magnéziumot, kalciumot és foszfort is. Vitaminok közül pedig kiemelkedő B-vitamin és E-vitamin tartalma. (Balikó és mtsai, 2007)

2.1.3. Termesztésének nemzetközi volumene

A hüvelyes növények közül a szója a legnagyobb területen termesztett kultúrnövény, amit világon körülbelül 364 millió hektáron tesztenek. Népszerűségét magas fehérje- és olajtartalmának köszönheti. Állati takarmányozásban, emberi ételmezésben egyaránt kiemelkedő szerepe van a világ minden részén. Mindazok ellenére, hogy a szója egy nagyon régóta termesztett növény a Távol-Keleten, mégis a XX. század növényeként van számon tartva, hiszen ekkorra tehető robbanásszerű termesztése. (Balikó és Kuszák, 1997)

Kezdetben Kínában termesztették legnagyobb mennyiségben, viszont manapság az Amerikai Egyesült Államok teszi ki a világon megtermelt mennyiség 50%-át, amit követ Brazília, majd Argentína. 1950 és 1985 között egy ugrásszerű növekedés ment végbe, melynek során hétszeresére nőtt a világ szójatermesztése. Európán belül ez hatszoros növekedést jelentett, amihez elsősorban Románia, Jugoszlávia és Bulgária járultak hozzá.

Manapság Olaszország és Franciaország az elsődleges szójatermesztők Európában. (Bódis és Kralovánszky, 1988)

2.1.4. Termesztésének hazai volumene

Magyarország szójatermesztésének fellendülése 1970-ben kezdődött meg. Az ország fehérjeigénye megnőtt, ami az állattenyésztés növekedésének köszönhetően. A fehérjetakarmányok nagy része ekkor még importból származott, így ennek kiváltására, a szójatermesztés növelése céljából létrehozták a fehérjeprogramot, aminek keretén belül a gazdák termeléshez kötött támogatásra tehetnek szert. A fehérjeprogram legfőbb célja, hogy az ország képes legyen saját felhasználásának megfelelő mennyiségű GMO-mentes szóját előállítani, ezzel egy időben kiváltani az import GMO-s szóját. Sajnos ez csak részben teljesül, hiszen a megtermelt GMO-mentes szója nagy része exportra kerül, aminek legfőbb oka, hogy a piacon 20-30%-kal magasabb áron értékesíthető, amivel a hazai felvásárlók nem tudnak versenyezni. Magyarországon a szójatermesztés akadályokba ütközik, amit legfőképpen a termesztési adottságok okozzák, mivel a szója meleg-, és vízigényes növény, így nem minden terület alkalmas a növény jövedelmező termesztésére. (Iványi és mtsai., 1994;

<https://www.agrarszektor.hu/noveny/20170420/keszul-a-program-a-kormany-nak-vegleg-kiuznenek-innen-minden-gmo-t-7247>)

1. táblázat Szója betakarított területe 2010-2020 között Magyarországon

Év	Betakarított terület
2010	38.000
2011	41.000
2012	41.000
2013	42.000
2014	43.000
2015	72.000
2016	61.000
2017	76.000
2018	62.000
2019	58.000
2020	62.000

Hazánk szójatermesztésének 2010 és 2020 közötti adatait a 1. táblázatban kívánom szemléltetni. (https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html)

Az adatok alapján a hazai szójatermesztés növekvő tendenciát mutat. Elmondható, hogy ma Magyarországon 60-70 ezer hektár között alakul a növény termesztése.

2.2. A szója környezeti igényei

2.2.1. Talaj- és éghajlat igénye

A szója egy igényes növénynek tekinthető, ha a hőmérsékletet és a csapadékot vesszük figyelembe, de talajjal szemben is fennáll ez a tulajdonsága. Rövidnappalos és melegigényes növény, de ez nem mondható el a tenyészidőszakának egészre, hiszen a kelés idejében lévő tavaszi fagyokat viszonylag jól tűri. Ezzel szemben virágzáskor és magkötéskor csapadékot és páradús levegőt igényel, nyáron egyenletes meleget. (Radics, 2007)

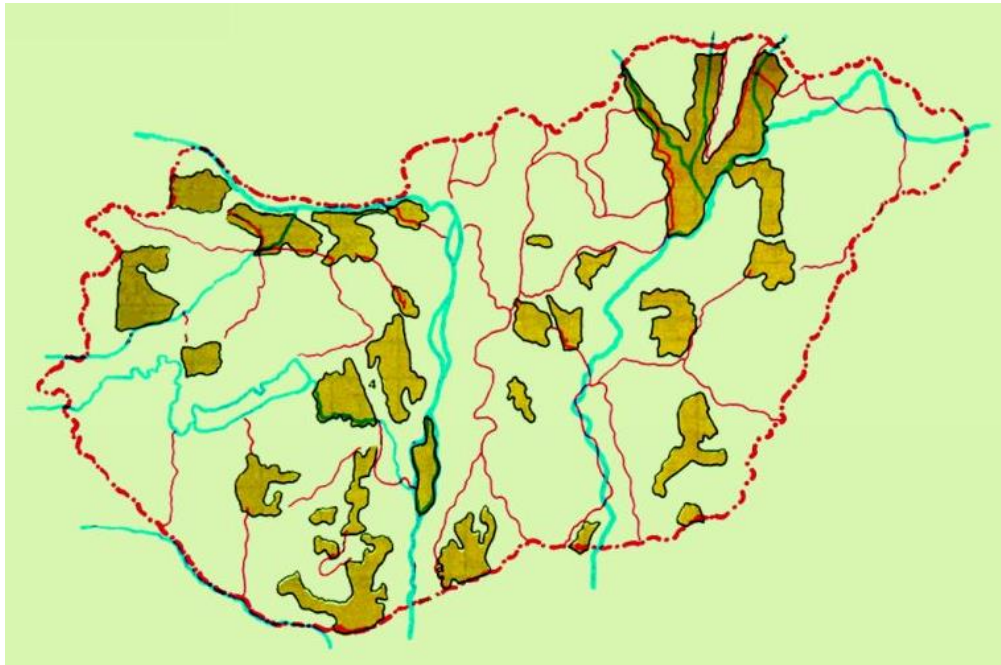
Az éves hőösszeget nézve a fajták között nagy különbségek is mutatkozhatnak. A korai érésű fajták hőigénye 2000-2400 °C, a középérésűeké 2300-2700 °C, a középkésői érésűeké 2600-3000 °C, míg a késői érésűeké 2700-3200 °C. Hazánkban a korai érésűek és a középkésői érésűek termeszthetők sikeresen. Magyarországon a szükséges hőösszeg adott, ezért termőterülettől függetlenül szeptember közepére, végére beérnek a növények. (Iványi és mtsai., 1994; Antal, 2005)

A szója vízigényes növény, de ezt a tulajdonságot nagyban befolyásolják a környezeti tényezők, illetve a növény fejlődési stádiuma. A szójatermesztésben a csapadékeloszlásnak van a legnagyobb fontossága, nem pedig az összcsapadéknak. A szója csapadékigénye 300-350 mm a tenyészidőszak alatt. Vízigénye igen változó az egyes fejlődési stádiumokat illetően. A kritikus fejlődési szakasznak a teljes virágzás, a hüvelykötés és a magkötés időszaka tekinthető. Ez a Magyarországon használt fajtáknál június 3-tól augusztus3-ig tartó időszakot jelenti. Ez idő alatt 160-180 mm csapadék az ideális. Abban az esetben, ha a csapadék nem éri el a kívánt mennyiséget, akkor öntözéssel kell pótolni annak hiányát. (Balikó és mtsai, 2006, Balikó, 2018; Andriska és Ponyi, 1989)

Csapadék szempontjából a májusi és a júniusi időszak a legmeghatározóbb, ha az fehérjetartalomra és az olajtartalomra fókuszálunk. A május-szeptember közötti

csapadékmennyiség, ha kevés, akkor kisebb lesz a szójabab fehérjetartalma, míg ezzel szemben magasabb az olajtartalma és fordítva. Ez a két tulajdonság negatív korrelációban van. Az utóbbira a legnagyobb hatással a június-július esős napjai vannak, ekkor ha sok a csapadék, akkor az az olajtartalomra negatív hatást gyakorol. (Antal, 2005)

A szójáról elmondható, hogy a jó kukoricatermő talajok növénye, tehát megfelelő minőségű talajt igényel. Előnyben részesülnek a csernozjom típusú talajok, de barna erdőtalajokon is jó terméseredmények érhetőek el. Hazánkban a szójatermesztéséhez legalkalmasabb területeket *1. képen* kívánom szemléltetni. Szereti a mélyebb rétegű talajokat, hiszen gyökérzete mélyre hatol, így onnan is képes nedvességet felvenni, továbbá fontos a jó vízháztartás és kiegyenlített hőgazdálkodás. (Bódis, 1983; Ivány és mtsai., 1994)



1. kép Hazánk szójatermesztéséhez alkalmas területek (Kajdi, 2014)

A talajok kémhatása nem befolyásolja a növényt nagymértékben. Jól termeszthető gyengén savanyú és enyhén lúgos talajokon is egyaránt. Az ideális érték: pH 6-6,5. (Babinszky és mtsai, 2019)

2.3. A szója tápanyag-utánpótlása

2.3.1. Műtrágya-felhasználás Magyarországon

Hazánkban a műtrágyahasználat kezdete 1930-as évek elejére nyúlik vissza. Használatának általánossá válása a mezőgazdaságban csupán az 1960-as évekre tehető. Ezt az időszakot követte egy intenzívebb (1980-as évek), majd egy mérsékeltebb (1985-1990) felhasználás. 1990-1995 között egy erőteljes visszaesés volt tapasztalható. A mélypont után a műtrágyahasználat gyakorisága növekedni kezdett, ami a mai napig is kitart kisebb-nagyobb ingadozással. (Sárdi, 2011)

Az elmúlt időszakot tekintve nagyobb ingadozás 2000 és 2015 közé tehető. „Az átlag 435 ezer tonna/év hatóanyag volt” (Gockler, 2016). A műtrágya felhasználás hazánkban elég erőteljesen függ a gazdaságok aktuális helyzetétől. A növények tényleges igényeinek kielégítése jellemzően elmarad. Ez a legfőbb oka annak, hogy a termésátlagok folyamatosan ingadoznak. A hazai NPK arány folyamatosan változik évről évre. (Gockler, 2016)

2.3.2. Tápelemek jelentősége a szója termesztésében

A nitrogén a növények életében létfontosságú elemnek számít, hiszen a növényi sejtek protoplazmájának fő alkotórésze, továbbá a fehérjék felépítésében is jelen van. Emellett az enzimek, az alkaloidák, a klorofill és a nukleinsavak is tartalmaznak nitrogént. Vegetatív fejlődés kezdetén, hajtásnövekedésnél igényel a legtöbbet. Megfelelő N-ellátásnál a következőket tapasztalhatjuk: fokozódó fehérje képződés, gyorsuló növekedés, csökkenő levélöregeedés, növekvő hajtástömeg és termés. (Buzás, 1983; Szakál és mtsai., 2014)

Túlzott N-ellátás esetén a növény maghozó szakasza későbbre tolódik, emellett a növény betegségekkel szemben fogékonyabbá válik, de tárolhatóságára is negatív hatással van. (Buzás, 1983; Szakál és mtsai., 2014)

Nitrogén hiánynál a növények szára vékonyra, rövidde válik, továbbá az alsó levelek sárgulni és száradni kezdenek. Tapasztalhatjuk még ilyen esetben a gyökerek nem megfelelő fejlődését (hosszú, elágazásmentes, fehér színű gyökérzet), növekedését, és fakó színeződést. (Buzás, 1983; Szakál és mtsai., 2014)

A nitrogénnek a növények tápanyagfelvétele szempontjából a következő formái lehetnek: ammónium-, nitrát-N. A két forma között jelentős különbség nem mutatkozik. A kimosódásukat tekintve tapasztalhatunk némi különbséget. (Szakál és mtsai., 2014)

A szója esetében a N-szükséglet fedezése a légköri nitrogén megkötésével történik, amit a gyökéren lévő *Rhizobium japonicum* tesz lehetővé. Ez a baktériumfaj általában megtalálható a talajban, viszont nem olyan mennyiségben, ami a szója számára elegendő, ezért a vetőmagra juttatják, így segítik a növény nitrogén felvételét. A szója N-szükségletének legalább 40%-át (50-60% is lehet) képes ezzel a kölcsönösen előnyös módszerrel fedezni, tehát ennek megfelelően N-trágyából kevesebbet igényel. (Fülek, 1999; Bódis és Kralovánszky, 1988; <https://agraragazat.hu/hir/nehany-gondolat-a-soja-tapanyag-utanpotlasarol/>)

A szója kezdeti fejlődésénél a gyökérrendszer fejletlenségéből adódóan még a N-kötő baktériumok száma minimális, ezért célszerű a magágy-előkészítési munka során kb. 40 kg/ha nitrogént a talajba juttatni, mely segíti a növény fejlődését. Nagyobb N-ellátás felesleges, mert kedvezőtlenül hat a termésátlagokra, hiszen azzal akadályozza a baktériumok tevékenységét. (Bódis és Kralovánszky, 1988)

A foszfor nagyon széleskörű szerepet tölt be az élő szervezetekben. Az összes élettani, biokémiai anyagcsere-folyamatnak része. Részt vesz a fotoszintézisben, a légzésben, az energiaközvetítő és átalakító anyagcsere-folyamatokban, továbbá számos sejtalkotó vegyületnek az építőeleme. (Fülek, 1999)

A foszfor fő feladata a reprodukív szakasz folyamataiban való részvétel, mint például a magképződés. Szerepet játszik továbbá a növények korai érésében, növekedésben, gyökérképződésben, szárszilárdságban, betegség-ellenállóságban, a növények vízgazdálkodásában (fokozza a növények szárazságtűrését), kedvezően befolyásolja ezeket a folyamatokat. Szerves és szervetlen formában is található foszfor a növényekben (Buzás, 1983)

Foszfor hiány esetén a növény gyenge növekedését tapasztalhatjuk. A szár ilyenkor vékony, rövid, a levelek sárgák és szárazok, a gyökérzet pedig hosszú és kevésbé elágazó. Elsősorban anyagcserezavar következik be, mely a lelassuló fehérje-, cukor-, keményítősintézisben és a felgyorsuló cellulózképzésben nyilvánul meg. (Buzás, 1983; Fülek, 1999)

Túladagolásnál nagymértékű tápelem aránytalanság és néhány mikroelem (foszfor-cink antagonizmus) hiánya jelentkezik. (Sárdi, 2011, Szakál, 2014)

A növények a foszfort legnagyobb mértékben egyértékű ortofoszfátként, kisebb mértékben kétértékű ortofoszfátként veszik fel. A gyökérzóna pH-ja befolyásolja ezeknek a felvételét. Alacsonyabb pH esetén az egyértékű, míg magasabb pH esetén a kétértékű forma felvétele jellemző. (Buzás, 1983)

A szója foszforból közel háromszoros dózist igényel a gabonafélékhez képest. Vegetáció alatt már magasabb az igénye, de legnagyobb mértékben a hüvelyeskötéstől a szemek kifejlődéséig növekszik a foszforfelvétel mértéke. (Bódis és Kralovánszky, 1988; Antal, 2005)

A kationokat tekintve legnagyobb mennyiségben K^+ -ionból található legtöbb a növényekben. A kálium nélkülözhetetlen a szénhidrát-anyagcserében, a keményítőképzésben, illetve annak lebontásában is egyaránt, továbbá lehetővé teszi a szénhidrátok vándorlását a levelekből más szervekbe, és a fehérjék szintézisében is szerepet játszik. Javítja a növényekben a vízfelhasználás hatékonyságát (Buzás, 1983; Fülek, 1999)

Megfelelő kálium ellátás esetén a növények fagytűrő képessége és a stresszhelyzetekkel szembeni toleranciája javul. (Fülek, 1999)

A kálium hiány a növényekben nemfehérje-N felhalmozódást okoz a levelekben, továbbá mivel szerepe van különböző enzimek aktiválásában is, ezért hiánya megváltoztatja számos enzim működését. Fotoszintézisben való szerepe miatt a kevés kálium negatív hatást gyakorol a folyamatra, növekszik a sötét szakasz hossza. Nem megfelelő K-ellátás esetén a növények ellenállóképessége a betegségekkel szemben lecsökken. (Buzás, 1983) Szabályozni képes számos ásványi elem felvételét (sok kálium csökkenti a kalcium-, és akadályozza a magnézium felvételt) (Buzás, 1983).

A legintenzívebb fejlődés során van a legnagyobb K-igénye a növényeknek, amit ionos formában vesznek fel. Az erősen savanyú kémhatás negatív hatással van a kálium felvételre. (Buzás, 1983, Fülek, 1999)

A szója kálium igénye hasonlóképpen alakul, mint a foszfor igénye. (Antal, 2005)

A mikroelemek jelentősége a növényekben kiemelkedő, hiszen számos életfolyamat szabályozói, enzimek alkotóelemei. Összességében fontos szerepük van a növények életműködésében. Mikroelem ellátottságra a tenyészidőszak első felében van a legnagyobb szükség. A növényekben mobilizációjuk nem megoldott, ezért ha hiány áll fenn belőlük, akkor annak tünete a növény fiatal korában, nem megfelelően ellátott részein, hajtáscsúcsain jelenik meg. Mikroelemek hiánya komoly gazdasági károkat

képes okozni. (<https://agraragazat.hu/hir/a-mikro-es-mezoelemek-szerepe-a-novenytermesztesben/>)

A cinket a növények ionos, természetes, vagy mesterséges formában veszik fel. A normál tartomány 25-150 ppm között helyezkedik el. 20 ppm alatt már hiánytünetek lépnek fel. A cink enzimek aktivátora, továbbá részt vesz a növények N-anyagcseréjében, az auxin és a triptofán szintézisében, a növekedésben. Hiányának főbb tünete a levelek érkező klorózisa, termésveszteség. (Fülek, 1999, <https://agraragazat.hu/hir/a-mikro-es-mezoelemek-szerepe-a-novenytermesztesben/>)

A réz egy nélkülözhetetlen elem az oxidázenzimek katalizálásában, enzimek alkotórésze, fontos biokémiai funkciókat tölt be, része a fotoszintetikus elektrontranszportnak, emellett szerepet játszik a növények fehérjeszintézisében és a szénhidrát-anyagcserében is. Nem mozgékony anyag. A növények minimális mennyiséget vesznek fel belőle. (Fülek, 1999; Buzás, 1983; <https://agraragazat.hu/hir/a-mikro-es-mezoelemek-szerepe-a-novenytermesztesben/>)

A mangánt a növények számos formában képesek felvenni. Hiánya legfőképpen a fiatal leveleken mutatkozik. Ideális koncentrációja 20 és 500 ppm közé tehető. Számos életfolyamatnak része, mint például a fotoszintézis, szénhidrátforgalom, citromsavciklus, foszforilációs reakciók. (Fülek, 1999; Buzás 1983)

A bór szerepe igen széleskörű. Szerepet játszik a tápanyagfelvételben, a szénhidrát-anyagcserében, megtermékenyítésben, aminosavak- és fehérjék szintézisében. Részt vesz a hüvelyesek esetében a gyökéren lévő gümők képződésében. Leginkább bórsav formájában hasznosítják a növények. Hiánya a fiatal leveleken látható elsődlegesen. További tünet a gyökérszét nem megfelelő fejlődése, bimbók elszáradása, képződésük elmaradása. Szélsőséges talajadottságoknál találkozhatunk bórhiánnyal. (Fülek, 1999; Buzás, 1983; <https://agraragazat.hu/hir/a-mikro-es-mezoelemek-szerepe-a-novenytermesztesben/>)

2.3.3. Tápanyag-visszapótlási technológia

Megfelelő minőségű és mennyiségű szója előállításához figyelembe kell venni, hogy a szója tápanyag-igénye nagy, főleg a tenyészidő folyamán, tehát virágzás és hüvelyképzés idején különösen fontos a megfelelő tápanyagellátottság. Az ideális trágyázási arány és mennyiség betartása nem csak a növény számára meghatározó, hanem a talaj optimális

állapotának, a túltrágyázás okozta környezeti károk mérséklésének, elkerülésének érdekében is. (Bódis, 1983)

Az optimális műtrágya dózis megítéléséhez számos tényezőt figyelembe kell vennünk, mint például a talaj makro- és mikroelem ellátottsága, elővetemény hatása, felvehető tápanyagtartalom mennyisége, minősége. Minden esetben célszerű talajvizsgálatot végezni a dózisok megállapítása előtt. 1 tonna szójabab előállításához szükséges fajlagos tápanyagigény: 62 kg N, 37 kg P, 51 kg K. (Radics, 2007; Bódis és Kralovánszky, 1988) Megfelelő tápanyag-ellátottsághoz nem elegendő a kijuttatott hatóanyag mennyisége és formája, hanem figyelembe kell venni azok felvehetőségét is. A talaj kémhatása befolyásolja a tápanyagok felvehetőségét, gátolhatja azt. A mezoelemek közül a magnézium és a kalcium, illetve szinte az összes mikroelem felvehetősége erősen függ a kémhatástól. Az optimális pH érték 6-7 között van. (Benedek, 2015)

A szója nitrogén szükséglete számos tényezőtől függ. Figyelembe kell venni a szója nitrogén-kötő képességét, hiszen igényének 40%-át képes fedezni ezzel a módszerrel. A túltrágyázás könnyen bekövetkezhet, aminek hatására erős gyomosodás léphet fel, az érés későbbre nyúlhat a növény megdőlhethet, ami megnehezítheti a betakarítást. Befolyásoló tényező lehet a vetőmag oltása, ha a mag oltása elmarad, akkor a N-kötő képesség is csökkenni fog, hiszen abban az esetben csak a talaj baktérium ellátottságával lehet számolni. A kijuttatandó nitrogén mennyiségének 40-60%-t starterként szükséges a talajba juttatni. Abban az esetben, ha az elővetemény szerves anyag maradványa jelentős mennyiségű a talajban, a N-műtrágya célszerű megemelni és egy részét őszi kijuttatni. (Radics, 2007; Ivány és mtsai, 1994)

A szója foszforból és káliumból közel háromszoros dózist igényel a gabonafélékhez képest. Foszforból a vegetáció alatt már magasabb az igénye, de a legnagyobb mértékben a hüvelykötéstől a szemek kifejlődéséig növekszik a foszforfelvétel mértéke. A szója káliumfelvétele a vegetatív fejlődés során a legintenzívebb. (Antal, 2005; Bódis és Kralovánszky 1988)

Foszfor és kálium igényét az alapművelésig ki kell juttatni. A foszfor kijuttatásának legfőbb oka az, hogy a talajban lévő tárolása és mozgása is korlátozott, tehát ahhoz, hogy a növény számára felvehető állapotban legyen, a téli csapadék előtt kell a kijuttatást teljesíteni. (Bódis és Kralovánszky 1988; Hidvégi, 2007)

2.4. A szója trágyázása

2.4.1. Műtrágyázás hatása a szója egyes paramétereire

Eddigi kutatások azt mutatják, hogy a műtrágyázás hatással van a növény egyes paramétereire, mint termésmennyiség, olajtartalom fehérjetartalom. Vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a foszfor magasabb mennyiségű kijuttatása pozitívan hat a fehérje- és olajtartalomra egyaránt. A kálium kiegészítés az olajtartalmat növeli, míg a fehérjetartalmat jelentős mennyiségben csökkenti. A nitrogén műtrágya az eredmények alapján nem volt figyelemre méltó hatással sem az olaj-, sem a fehérjetartalomra. (Gaydou és Arrivets, 1983)

Pozitív hatás érhető el a növény fejlődésére, növekedésére, terméshozamára és fehérjetartalmára, ha levéltrágyázást is alkalmazunk a tápanyag-utánpótlás során. Fontos, hogy ez a pozitív hatás abban az esetben jelentkezik, ha a növény reprodukív szakaszában kerülnek kijuttatásra a hatóanyagok. (Mannan, 2014)

2.4.2. A trágyázás környezetvédelmi szempontjai

A föld népessége folyamatosan növekszik, amivel együtt az élelmiszerfelhasználás is. A talajok minőségi romlása folyamatos veszélyt jelent a világban, ez a túlhasználatból, nem megfelelő agrotechnikából, tápanyag-utánpótlásból adódik. Ma már elengedhetetlen szempont a földek trágyázása ahhoz, hogy a szükségletnek megfelelő mennyiségű és minőségű termék álljon az emberek rendelkezésére. A műtrágyák megjelenése hatalmas növekedést eredményezett a termelés színvonalában, mivel így a növény számára a hatóanyagok könnyen felvehető és koncentráltabb formában kerültek a talajba. A pozitív hatás mellett a túlzott tápanyagkijuttatásnak számos hátránya van. A nem megfelelő tudásból adódóan a túlادagolásra könnyen sor kerülhet, aminek számos környezetkárosító hatása van, mint például a talajok savanyodása, felszín alatti vizek elnitrátosodása. (Tóth, 2014)

A szakmailag megalapozott, hatékony és környezetkímélő trágyázás, tehát a fenntartható gazdálkodás, a mai világban elengedhetetlen szempont. A fenntartható gazdálkodás legfőbb jellemzője a termelési- és környezeti igények együttes használata, a környezet terhelésének mérséklése, illetve a termőhelyi adottságokhoz megfelelő alkalmazkodás.

Ennek értelmében termőhely specifikusan kell a műtrágya használat körülményeit meghatározni. (Füleky, 1999)

A precíziós gazdálkodás egyik legfőbb eleme a tápanyaggazdálkodás tervezése, melynek része a talajvizsgálat, amivel meghatározható a területre kijuttatandó tápanyagok mennyisége, a megfelelő fajta kiválasztása, a nyereséggörbék kiszámítása, ami megmutatja, hogy milyen hatóanyagszintek mellett érhető el a legmagasabb nyereség. Ez jelentős költségmegtakarítással jár a környezetkímélő tápanyag-utánpótlás mellett. (Milics és mtsai., 2014)

2.4.3. ProPlanta

A ProPlanta egy szaktanácsadási rendszer, mely költség- és környezetkímélő szemlélet alapján működik. Lényege, hogy biztonságosan, a környezet értékeinek megőrzésével lehessen nagy termésszinteket elérni, területegységre vonatkoztatott jövedelmet maximalizálni, mindezt a talaj fenntartható hasznosításával és a növénytáplálási gyakorlat optimalizálásával. A ProPlanta olyan trágyázási technológiát állít be, amivel a túlzott nitrogén- és foszfortrágyázás elkerülhetővé válik, tehát visszaszorítható a nitrátlemosódás, a felszíni vizek foszforterhelésének veszélye. Támogatja a precíziós mezőgazdaságot. Jelenleg száznál is több növényfajra adható tanács segítségével. (<http://www.atk.hu/hu/proplanta>)

2.5. A szója termesztéstechnológiája

A szója előveteményt tekintve nem számít igényes növénynek, mivel kalászosok és gabonák után is megfelelően fejlődik, csupán egy fő szempont van, hogy ősszel jó minőségű talaj-előkészítést lehessen végezni. Önmaga után is vethető, de ilyen esetben számolni kell a betegségek fokozottabb fellépésével, ezért ezt csak megfelelő szaktudás mellett ajánlott végezni. Az Amerikai Egyesült Államokban a kukoricával váltva termesztik, ami a hazai viszonyok között is megfelelően működik, továbbá két kalászos közé is gyakran helyezik. Az őszi kalászosok esetében figyelni kell, hogy a betakarítási idő legkésőbb szeptember vége, október eleje körül legyen, emellett fontos az őszi csapadék, hiszen a növény nagyobb mértékben használj fel a talaj víztartalmát, így annak pótlásához elegendő idő és csapadék szükséges. Ennek fontossága a szója mélyre hatoló gyökérzetéből adódik, így a talajból nagyobb mértékű víz felvételére képes. A szója, mint

elővetemény kiváló választás abban az esetben, ha a növény számára minden biztosított volt fejlődésének idején. Előveteményértéke kiváló, hiszen a légköri nitrogént képes megkötni, ezáltal a talaj termőképességét javítani. A tarlón maradt növényi részek növelik a talaj szerves-anyagtartalmát. Mély gyökérzete a talajszerkezetre gyakorol pozitív hatást. A szója a tavaszi növények számára az egyik legjobb elővetemény választás. (Antal, 2005)

A szójatermesztés egyik fontos eleme a vetőmag oltása, ugyanis ezzel segíthető elő a *Rhizobium japonicum* talajba történő jutása. Ez a baktérium a szója gyökerén kifejlődött gümőkben képes a légköri nitrogén megkötésére, így a növény részben önállótóvá válik belőle. (Balikó és Kuszák, 1997)

A szója talajelőkészítése az azonnali sekély hántással kezdődik, majd ezt követi a talaj egyidejű lezárása. Ennek legfőbb célja a talaj nedvességtartalmának megóvása, a tarlón maradt növényi maradványok lebomlásának segítése, a talajbaktériumok számára ideális életkörülmények biztosítása. A tavaszi vetésű szója esetében több idő van a talajelőkészítésre, mint az őszi vetésűnél. A tarló megfelelő ápolása és elművelése egy fontos szempont, hiszen ez alapozza meg a további talajelőkészítési munkákat. (Balikó és Kuszák, 1997)

Korábban már említésre került, hogy a szója egy vízigényes növény, ezért a talaj nedvességtartalmának növelését a talajművelési munkák során mindig kiemelten kell kezelni. Kellően nagy jelentőséggel bír az őszi mélyszántás, mely által a téli csapadék veszteségmentes befogadása, a talajnedvesség megőrzése válik lehetővé. Ezt tárcsás művelőeszközzel érdemes elvégezni. A talajnedvesség megőrzésére nem csak az őszi során kell odafigyelni, hanem tavasszal is. Az optimális időben végzett simítózás, majd kombinátorozás hozzájárul a talaj nedvességtartalmának növeléséhez. (Balikó és Kuszák, 1997)

A szója különösen érzékeny, ha a vetés mélységéről van szó. Jó talajszerkezetű, kellően ülepedett magágyat, megfelelő hőmérsékletet és nedvességviszonyokat igényel az optimális keléshez. A vetéshez tartósan legalább 8 °C talajhő szükséges. (Antal, 2005; Bódis és Kralovánszky, 1988)

A kívánt eredmény eléréséhez a talajművelési munkákon túl fontos szempont a fajta kiválasztása. Az adott termőhely adottságainak megfelelő fajta megválasztása elengedhetetlen. Ez esetben fontos a talajadottság, növényi sorrend, technikai feltételek, termesztési cél, termőképesség, beltartalmi érték, tenyészidő, stb. (Balikó, 2018)

Betakarítás a növény 15-18%-os nedvességtartalmánál végezhető. Aratásra kész állapotban a szója csúcsi hüvelyekben a magvak fejlettek és a fajtának megfelelően színeződtek, a levelek lehullottak. Betakarítási veszteséggel abban az esetben számolhatunk, amikor a növény nedvességtartalma 12% alatt van, ilyenkor a termés túlérett, így a sérülés veszélye a betakarítási munka folyamán nagyobb eséllyel áll fenn. (Bódis és Kralovánszky, 1988)

2.6. Célkitűzés

Dolgozatomban a talajon, valamint a levélen keresztüli tápanyag-visszapótlás hatását kívánom vizsgálni a szója termésére, nedvességtartalmára, hektolitersúlyára, valamint fehérje- és olajtartalmára.

3. Saját vizsgálatok

3.1. Anyag és módszer

A kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytermesztési Intézetének iregszemcsei állomásán, a KE-AC-TKI Iregszemcse V5Y2N-1-15 MEPAR kódú tábláján volt beállítva 2019. december és 2020. október között. A vetésre 2020. május 4-én került sor.

Az iregszemcsei állomás folyamatos kutatásokat és fejlesztéseket végez számos szántóföldi növényen, mely során agrotechnikai, termesztéstechnológiai és teljesítmény összehasonlító vizsgálatokra kerül sor. Fő feladatuk a nemesítés, fajtafenntartás és a hozzá tartozó termesztéstechnológiának a kidolgozása, vetőmag előállítás.

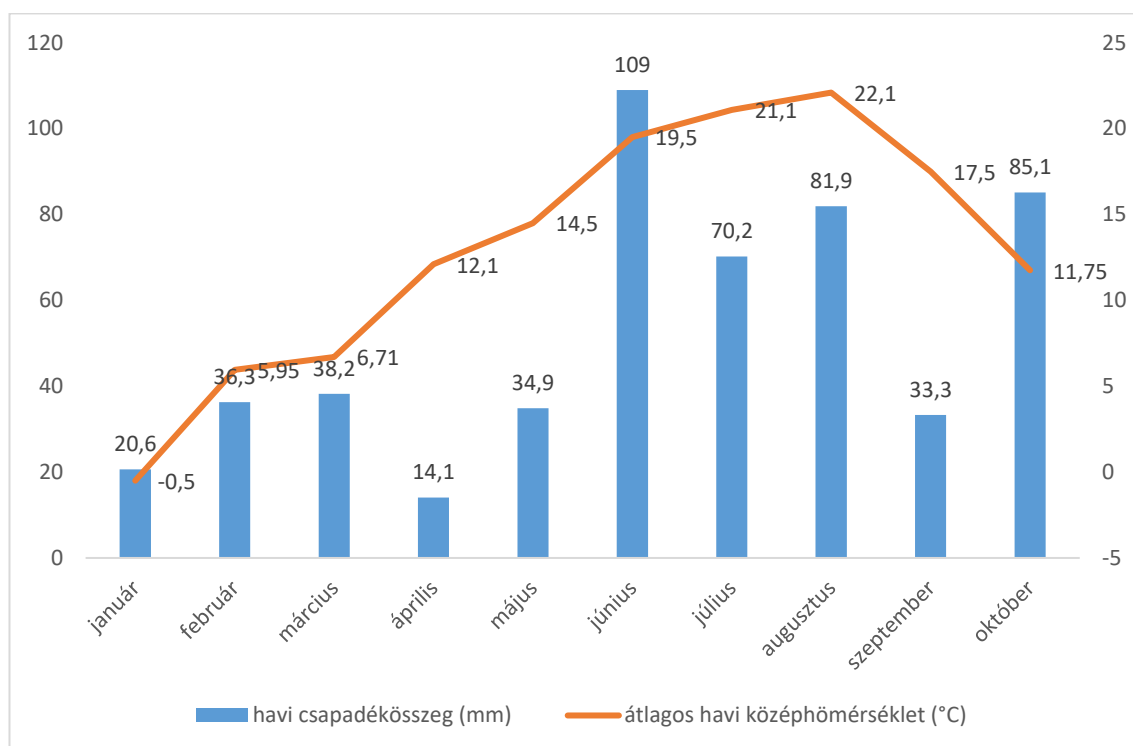
A kísérletben az elővetemény kukorica volt (kontroll 8,16 t/ha). Melléktermék a betakarításnál nem keletkezett, a tarló és gyökérmaradványok aláforgatásra kerültek. A kísérletet egy talajvizsgálat előzött meg, melyre 2015. március 11-én került sor. A talajvizsgálat eredményét az 2. táblázatban kívánom szemléltetni.

2. Táblázat Talajvizsgálati eredmények

Megnevezés		Érték	Növénytől függő ell.	Megjegyzés
KA		45		agyagos vályog
Humusz	%	2,47	közepes	
CaCO ₃	mg/kg	6		közepesen meszes
pH _{KCl}		7,13		semleges
AL_P ₂ O ₅		232	igen jó	
AL-k ₂ O		147	közepes	
Mg _{KCl}		141	jó	
EDTA-Zn		0,80	gyenge	
EDTA-Cu		2,83	kielégítő	
EDTA-Mn		65,9	kielégítő	

Talajvizsgálat alapján megállapítható, hogy a kísérlethez egy agyagos vályog talaj állt rendelkezésre. A talaj humusz ellátottsága és meszessége közepes minősítést kapott. A vizsgálati eredmény alapján a talaj pH-ja a szója számára kissé magas. Az optimális talaj pH a szakirodalmakban igen eltérő is lehet. Az ideális érték a 6,0-6,8 közé esik. A

tápanyagok felvehetőségét tekintve ez a kémhatás megfelelőnek tekinthető. A talaj foszfor ellátottsága igen jó, ami kedvez a növény számára, viszont cink ellátottság gyenge, ami a magasabb P ellátottság miatt problémát is jelenthet a foszfor és a cink antagonizmusa miatt, így ebből adódóan a nagy mennyiségű foszfor akadályozhatja a cink felszívódását.



1. ábra Csapadék és hőmérséklet megoszlása

A meteorológiai adatokat az 1. ábrán kívánom szemléltetni. Az ábrából kivehető, hogy a márciusi, az áprilisi és a májusi időszakban kevés csapadék hullott, így a vetés és a kelés is egyaránt száraz körülmények között történt. A szárazság nehezítette a kelést, ezért a kezdeti fejlődés vontatott volt és egyenetlen. A kelés 12 napra történt, mely lassúnak tudható be. A tavaszi szárazságot egy csapadékban bőséges június követte. Ez júliusra is igaz volt egyaránt, elérte az átlagot. A növény kritikus fejlődési stádiumában ideális mennyiségű csapadék esett, ami kedvezett a virágzásnak és a termékenyülésnek is egyaránt.

A grafikonon az is látható, hogy a 2020-as év nem volt kifejezetten meleg. A kelés viszonylag hűvös időben ment végbe. Voltak igen meleg napok is azonban ez nem befolyásolta negatívan a növények fejlődését. Az állomány egészséges volt, kiritkulás

nem volt megfigyelhető. Az állomány a betakarításig a megfelelő növényvédelmi intézkedéseknek köszönhetően gyakorlatilag gyommentes állapotban volt.

3.1.1. A kísérlet beállításának módja

Jellegét tekintve a vizsgálat szántóföldi kisparcellás kísérlet latin négyzet elrendezésben, ahol a parcellákat felosztottuk lombtrágyázás céljából. Négy kezelés került beállításra négy ismétléssel latin négyzet elrendezésben, melynek alapja, hogy minden sorban és oszlopban az adott kezelés csak egyszer fordul elő. A parcellák nettó mérete 85,5 m² volt. A talajelőkészítés menete a következőképpen zajlott:

1. 2019. december 12.:

- Tarlóhántás tárcsával
- Őszi mélyszántás ekével, melynek mérete 28 cm
- Őszi műtrágyaszórás (a kísérleti körülményekben előírt kombinációban és dózisban)

2. 2020. április 19.:

- Szántás elmunkálása ásóboronával
- Tavaszi műtrágyaszórás (a kísérleti körülményekben előírt kombinációban és dózisban)
- Alapműtrágya bedolgozása ásóboronával
- Magágykészítés kombinátorral

A talajelőkészítést a vetés követte, melynek időpontja 2020. május 4-e. A vetési paraméterek a következőképpen alakultak: sortávolság 50 cm, csíraszám 450.000 db/ha. A kelés 2020. május 16-ára esett.

A kísérletben felhasznált fajta a „Martina”. Ez a szójafajta a korai éréscsoportba tartozik. A fajtára jellemző a gyors kezdeti fejlődés, kiváló termesztési tulajdonságok, mindemellett jó a szárazságtűrő képessége, és a szárszilárdsága is. Betegségekkel szemben toleránsnak tekinthető, érése gyors, egyenletes. Érés idejében lomblevelei lehullanak. A növény virága lila, míg magja sárga színű. Alakját tekintve lapított gömb alakú. A magköldök színe a maghéjjal azonos. Magassága jellemzően 90-120 cm között alakul. Tenyészideje 130-140 napra esik, továbbá 3,2-4,3 t/ha terméseredmény jellemzi. Az állomány első gyomirtása a vetést követő napon történt meg (2020.05.05-én) Spectrum (dózisa: 1,2 l/ha) és Sencor 600 SG (dózisa: 0,5 l/ha) növényvédőszerrel, majd

ezt követte a Select Super (dózisa: 1,2 l/ha) 2020.06.08-án, végül pedig a Benta 480 SL (dózisa: 2,0 l/ha) 2020.06.15-én.

A kísérletben négy kezelés került beállításra, melyek a következők voltak:

1. Műtrágya nélküli kontrollkezelés
2. Környezetkímélő kezelés
3. Mérlegszemléletű kezelés
4. Genezis térségi kezelés

A Proplanta szaktanácsadási rendszer segítségével 2 féle ajánlás készült. Ez a mérlegszemléletű és környezetkímélő kezelés. A genezis térségi kezelés a Nitrogénművek Zrt. szaktanácsadása alapján készült trágyázási technológia, melynek körülményeit a gazdákkal együtt határoztak meg. A tervezett főtermés 4 t/ha volt, ez alapján állították össze a trágyázási szaktanácsadást. A kezeléseknél kijuttatott hatóanyag és műtrágya mennyiségét a 3. táblázatban kívánom szemléltetni.

3. táblázat Kijuttatott hatóanyag és műtrágya mennyisége (kg/ha)

Kezelés	Ősz	Tavaszi	N:P:K
Kontroll	0 kg	0 kg	0/0/0
Környezetkímélő	Genezis 0:10:28 60 kg/ha	Genezis Pétisó 27% 300 kg/ha	81/60/17
Mérlegszemléletű	Genezis 8:20:30 110 kg/ha	Genezis Pétisó 27% 337 kg/ha	100/22/33
Genezis térségi	Genezis 8:21:21 250 kg/ha	Genezis Pétisó 27% 200kg/ha	74/52,5/52,5

A kezelések időpontja a következőképpen alakultak:

- 2019.12.19.: Őszi NPK alaptrágya kijuttatása
- 2020.04.19.: Nitrogén tavaszi kijuttatása, alaptrágyázás
- 2020.06.08. és 2020.06.24.: Levéltrágyázás

A kísérleti parcellák felezésre kerültek lombtrágyázás céljából. A trágyázáshoz felhasznált készítmény a szója intenzív növekedési fázisában a Genezis Hüvelyes lombtrágya volt 4 l/ha dózisban, ennek az időpontja 2020.06.08-a. További levéltrágyázásra 2020.06.24-én került sor, melynek során Genezis Pétibór Extra

kijuttatása történt meg az állományban virágzás kezdetén. Ennek a dózisa szintén 4 l/ha volt.

Genezis hüvelyes lombtrágya elsősorban a hüvelyes növények hiánybetegségeinek megelőzésére szolgál. Magas hatóanyag-tartalmú készítmény, melynek legfőbb elemei a bór (0,5%), a réz (0,5%), a cink (1%) és a magnán (1%). Komplex, gyorsan ható talaj- és levéltrágya, mely a növény számára biztosítja a legfontosabb mikroelemeket, optimális szinten tartja azokat.

Genezis Pétibór Extra egy magas bórtartalmú termésfokozó készítmény, melyet az aktuális kutatások alapján állítottak össze. A bór tápelemet szerves vegyület formájában tartalmazza. Alacsony dózisban kijuttatva is érzékelhető pozitív hatása. Hatékonyságát mezőgazdasági kísérletek igazolják.

3.1.2. Betakarítás adatai

A kísérlet betakarításának napja 2020. október 10-ére esett. A betakarítást parcellakombájn végezte, a termést zsákokba ürítette. A nettó betakarított terület a parcellafelezést követően: 85,5 m², a nettó parcellaméret 50,4 m². Egy kezelés mind a négy ismételéből 1 kg tömegű átlagmintákat képeztünk.

A kapott átlagmintákból a következőket vizsgáltuk:

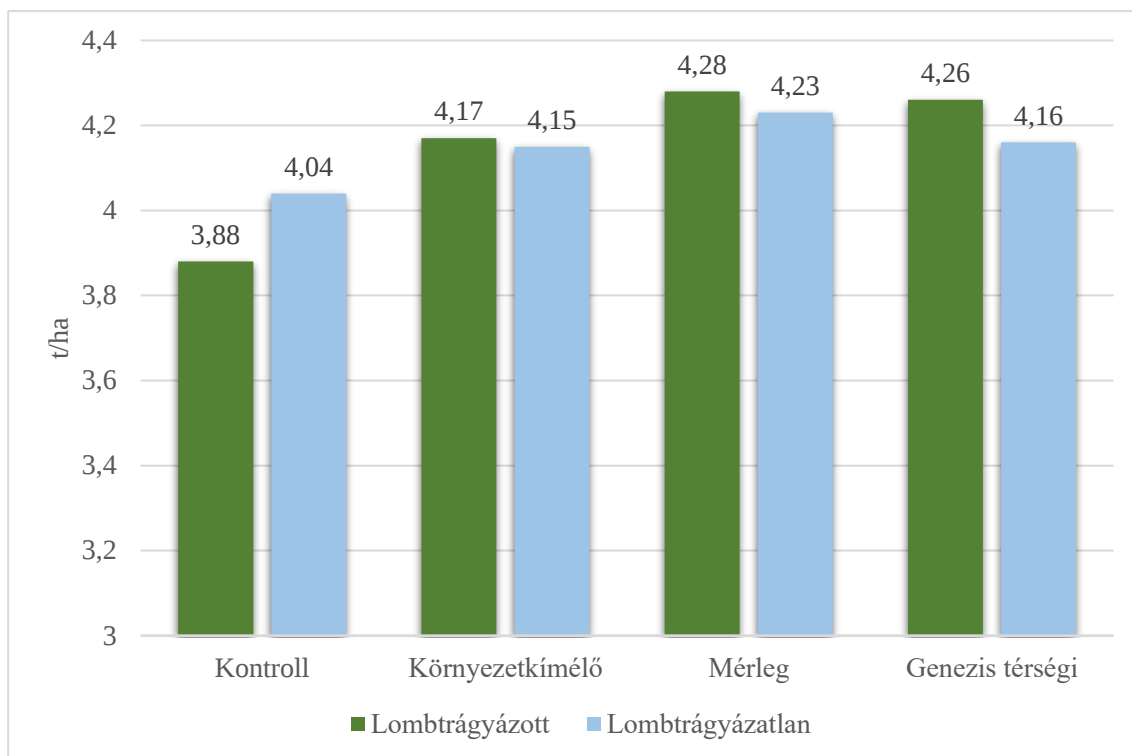
- termésmennyiség
- hektolitersúly
- nedvességtartalom
- nyersfehérje-tartalom
- olajtartalom

A nyersfehérje-tartalom mérése az MSZ ISO 6367/11 1984, míg az olajtartalom mérése MSZ ISO 660:2009 alapján történt. A hektolitersúly és a termésmennyiség meghatározását betakarításkor a parcellakombájn végezte, MSZ 6367/4:1983 szabvány alapján. Nedvességtartalmat az MSZ 6763/3:1983 alapján számítottunk.

A terméseredmények kiértékelése egytényezős varianciaanalízissel történt 5 %-os szignifikancia szint mellett ($p \leq 0,05$).

3.2. Eredmények és értékelésük

3.2.1. Termésmennyiség

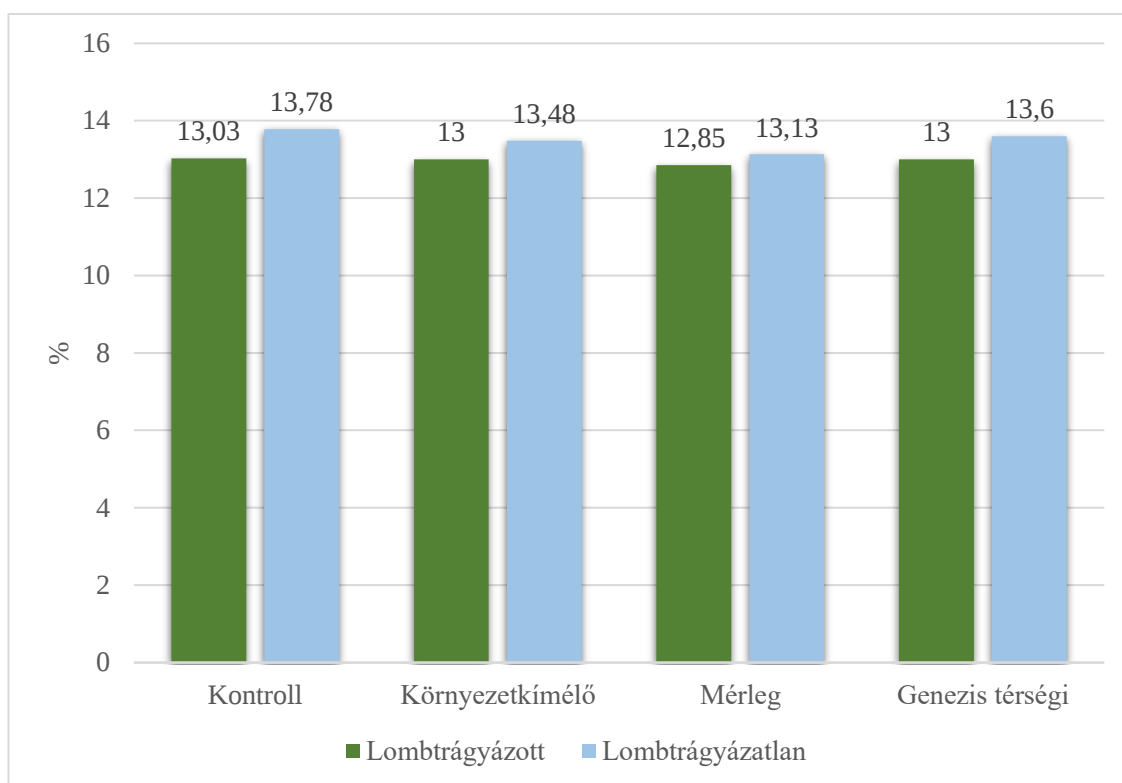


2. ábra Termésmennyiség alakulása az egyes kezeléseket tekintve

A termésmennyiség eredményeit tekintve megállapítható, hogy a legmagasabb termésátlagot a mérlegszemléletű kezeléssel érték el, azon belül, pedig az érintett parcella levéltrágyázott része mutatja a legjobb eredményt, melynek értéke közel 4,3 t/hektár, ami a műtrágyázatlan kontrollcsoporthoz képest 400 kg-mal nagyobb hozamot jelent hektáronként, viszont ez nem mondható szignifikáns különbségnek. A diagrammból megállapítható, hogy a műtrágyázott parcelláknál magasabb termésátlagok láthatók, aminek értékeit tovább növelte a levéltrágyázás jelenléte.

A kezeléseken belül összességében elmondható, hogy nem tapasztalható számottevő különbség. A fajtának megfelelő terméseredmények mindegyik kezelésnél ideálisnak mondhatók.

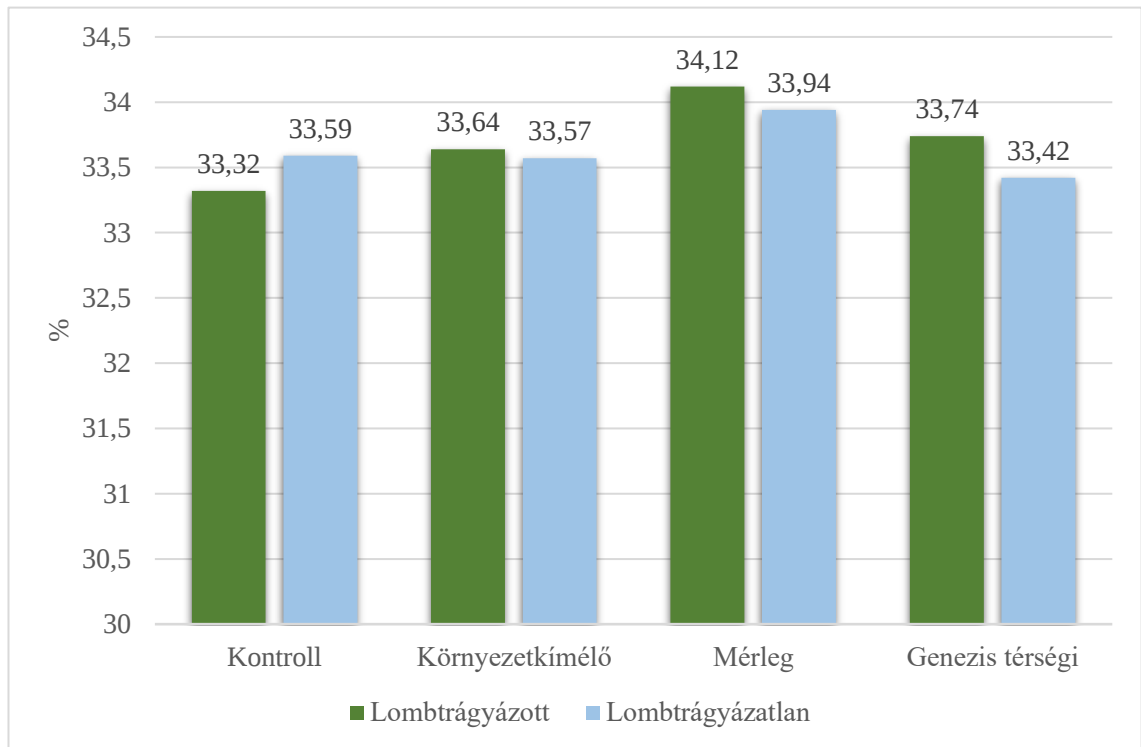
3.2.2. Nedvességtartalom



3. ábra Nedvességtartalom alakulása az egyes kezeléseket tekintve

A nedvességtartalom alakulásánál (lásd: 3. ábra) jelentős különbség nem mutatkozik az egyes kezelések között. A csak talajtrágyázott parcelláknál minimális növekedés látható a betakarításkori nedvességtartalmat illetően a levéltrágyázottal szemben. A legnagyobb növekedést a kontrollcsoportban láthatjuk, ennek értéke 13,78%. A levéltrágyázás láthatóan visszaszorította a növény nedvességtartalmát, bár ez csak minimális mértékben jelent csökkenést. A legalacsonyabb értéket a levéltrágyázott mérlegszemléletű kezelés adta, 12,88%-kal, viszont ez az érték is még optimálisnak tekinthető, tehát a nedvességtartalom mindegyik kezelésben elérte a betakarításkor szükséges értéket.

3.2.3. Nyersfehérje-tartalom

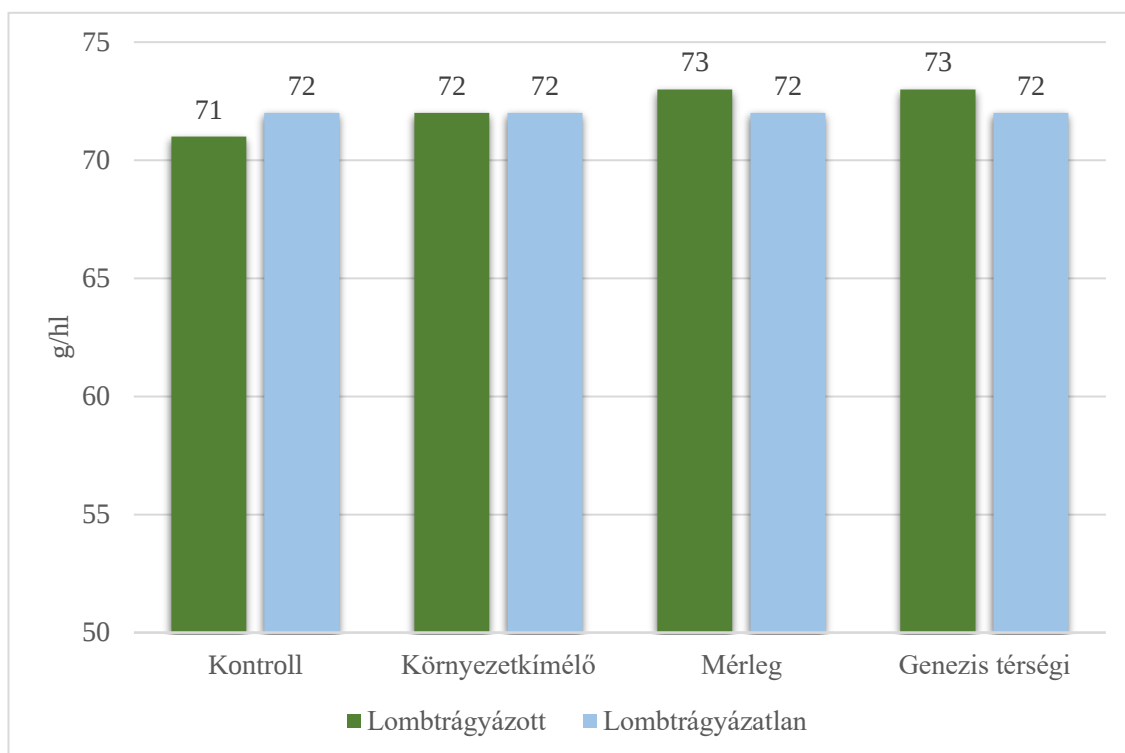


4. ábra Nyersfehérje-tartalom alakulása az egyes kezeléseket tekintve

A nyersfehérje-tartalomnál (lásd: 4. ábra) szignifikánsnak nem mondható, viszont látható különbség tapasztalható az egyes kezelések között. A diagramm jól szemlélteti, hogy a legnagyobb nyersfehérje-tartalmat a levéltrágyázott mérlegszemléletű kezelés adta, melynek értéke 34,12%. Ez az érték a kontrollcsoporthoz képest majdnem 1%-kal jobbat jelent. Ezt követte a Nitrogénművek Zrt. és a gazdák által beállított genezis-térségi kezelés levéltrágyázott része. A legalacsonyabb értéket a levéltrágyázott kontrollcsoportban láthatjuk, melynek értéke 33,32%

A lombtrágyázás pozitív hatása egyedül a trágyázatlan kontrollcsoportban maradt el. Itt a nyersfehérje-tartalom alakulása a lombtrágyázatlan kezelésnél kedvezőbb volt. A többi kezelést tekintve a lombtrágyázás hatására a növény fehérjetartalma növekedett.

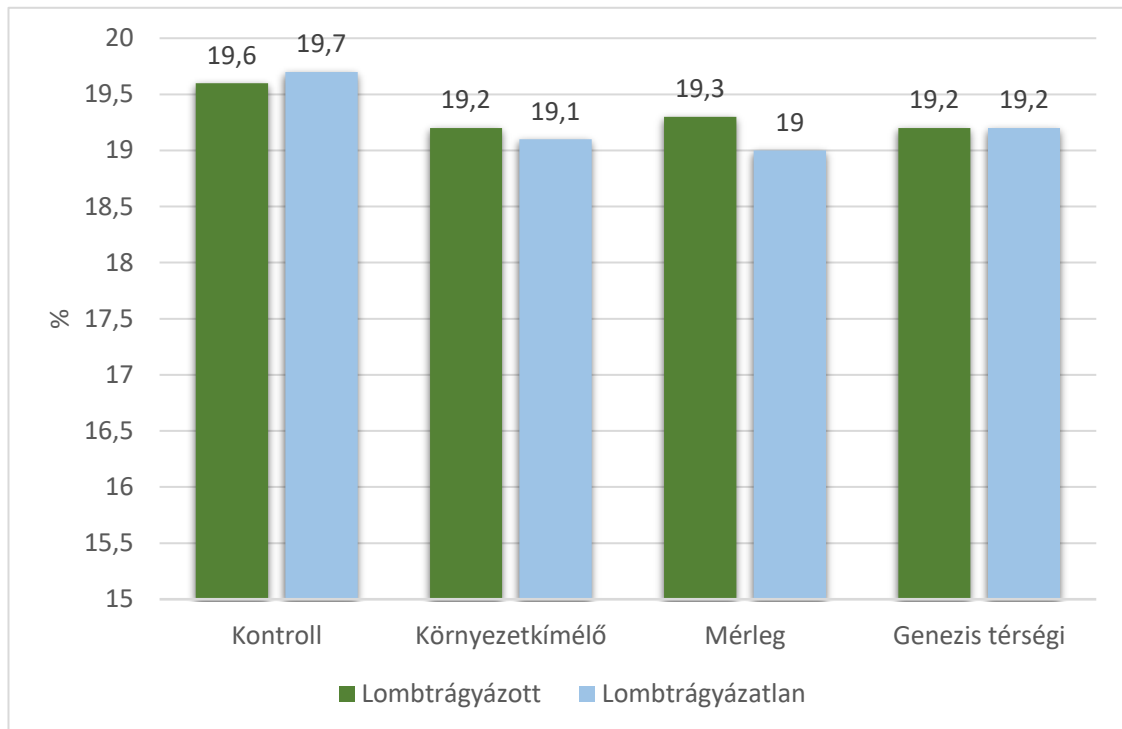
3.2.4. Hektolitersúly



5. ábra Hektolitersúly alakulása az egyes kezeléseket tekintve

A betakarításkori hektolitersúly értékét (lásd: 5. ábra) vizsgálva megállapítható, hogy szignifikáns különbség nincs az egyes kezelések között. Az értékek 71-73 kg/hl között mozogtak. A legmagasabb értéket a levéltrágyázott mérlegszemléletű és a szintén levéltrágyázott genezis térségi kezelés adta.

3.2.5. Olajtartalom



6. ábra Az olajtartalom alakulása az egyes kezeléseket tekintve

Az olajtartalom alakulását (lásd: 6. ábra) vizsgálva megállapítható, hogy a műtrágyázott kezelésekhez képest a trágyázatlan kontrollcsoportban volt a legmagasabb az olajtartalom. Ennek értéke 19,7%. Ez csak minimális, körülbelül 0,5%-os, többletet jelent a legalacsonyabb értékhez képest, amit a lombtrágyázatlan mérlegszemléletű kezelés adta. Szignifikáns különbség ebben az esetben sem jelentkezett a kezelések között. Az egyes kezeléseken belül a levéltrágyás és a talajtrágyázás között sem volt jelentősnek tekinthető eltérés. A trágyázott kezeléseken belül a levéltrágyázás pozitív hatása itt is érzékelhető, hiszen az olajtartalom alakulása ebben az esetben is növekedéssel járt. A kontrollcsoportban a levéltrágyázás értéknövelő hatása minimálisan elmaradt.

3.3. Következtetések és javaslatok

Az eredményeket vizsgálva összességében megállapítható, hogy jelentős különbség az egyes kezelések között nem volt a kísérlet során a vizsgált paramétereken belül. A nagyobb dózisú tápanyag kijuttatást a növény meghálálja, viszont ennek alkalmazása az egyértelmű pozitív hatás elmaradása, illetve a jelenlegi gazdasági helyzet miatt erősen megkérdőjelezhető.

A hozamot tekintve látható, hogy önmagában a trágyázás jelenléte nagyobb befolyással bír, mint a kijuttatott hatóanyagok mennyisége. A trágyázott kezelésekhez képest a trágyázatlan növényeknél a termésátlag minimálisan elmaradt, illetve ebben az esetben jól látható, hogy a levéltrágyázást csupán kiegészítő elemként érdemes beépíteni a tápanyag-utánpótlásba, önmagában történő alkalmazása nem hozza a kívánt hatást.

Az egyes kezelések között jelentős különbség nem jelentkezett, a nagyobb dózisú tápanyagellátottság nem befolyásolta nagymértékben a szója termésmennyiségét.

A nedvességtartalom eredményeit vizsgálva megállapítható, hogy a trágyázás jelenléte minimálisan, a levéltrágyázás láthatóan visszaszorította az értékeket.

Nyersfehérje-tartalom alakulására a harmonikus N trágyázás pozitív hatást gyakorolt. A levéltrágyázás a magasabb dózisú tápanyag-ellátottság mellett emelte az értékeket.

A hektolitersúlyt tekintve az egyes kezelések között nem mutatkozott szignifikáns különbség, csupán 1-2 kilogrammos eltérés látható, amiből megállapítható, hogy sem a trágyázás, sem a trágyázatlan állapot jelentősen nem hatott a hektolitersúlyra. A levéltrágyázás pozitív hatása elenyésző.

Az olajtartalomnál jól látható, hogy a kedvező nitrogén ellátás, illetve önmagában a trágyázás jelenléte negatívan befolyásolta az értékeket. Ennek oka, hogy a fehérjetartalom és az olajtartalom negatív korrelációban állnak. A magasabb tápanyag-ellátottság, legfőképpen a nitrogén, növelte a fehérjetartalmat, míg az olajtartalmat csökkentette.

A kapott eredményeket tekintve elmondható, hogy ideális időjárási körülmények között, megfelelő időpontban kijuttatott és optimális dózisú talajtrágyázás mellett a szója levéltrágyázása kedvezően hat a növény vizsgált paramétereire, így javaslandó annak alkalmazása, mint kiegészítő kezelés, mellyel a növény számára a tápanyagok azonnal felvehető formában állnak rendelkezésre. Önmagában történő alkalmazása nem javasolt, amit jól szemléltet a trágyázatlan kontrollcsoportban elmaradt pozitív hatás.

A tápanyag-utánpótlás tervszerű alkalmazása nem csak a növény igényeinek kielégítése miatt elengedhetetlen, de emellett gazdasági és környezetvédelmi szempontból is

kiemelten fontos. A növény számára az optimális időben és mennyiségben kijuttatott tápanyag elősegíti a növény fejlődését és a nagyobb hozamok elérését.

A kapott eredményeket tekintve úgy gondolom, hogy a szója magas dózisú trágyázása megfontolandó a jelenlegi műtrágya árak és ellátottság mellett. Ennek legfőbb oka, hogy csak minimális pozitív hatás tapasztalható a nagyobb műtrágyadózisok alkalmazása mellett.

Az eredményekből ítélve úgy gondolom, hogy érdemes nagyobb hangsúlyt fektetni a makroelemek mellett a mikroelemekkel kapcsolatos kísérletekre, illetve további vizsgálatokat végezni az évjáráthatást is figyelembe vevő helyes trágyázási gyakorlat kialakítása érdekében.

4. Összefoglalás

A szója termőterülete világviszonylatban 364 millió hektárt tesz ki, mellyel a legnagyobb területen termesztett hüvelyes növénynek számít. Ez az érték folyamatosan növekszik felhasználásának népszerűségéből adódóan. Termésátlaga 2-3 t/hektár között alakul. A növény felhasználása igen sokrétű. Napjainkban a világon megtermelt szójának 33%-a élelmezésre, míg 67%-a takarmányozásra jut. A nemzetközi statisztika az olajos magvak közé sorolja 20%-os olajtartalma miatt, viszont ha hasznosítását vesszük figyelembe, akkor ez az elsődleges fehérjenövény 40%-os fehérjetartalmával. Amellett, hogy kedvező fehérjetartalommal rendelkezik, a legnagyobb jelentőséggel bíró esszenciális aminosavak közül a szója rendkívül értékes. Lizin-, és treonintartalma kiemelkedő. Kedvező tulajdonságait gazdagítja magas linolénsav- és jelentős linolsav-tartalommal rendelkező szójaolaj.

A szója takarmányozásban való szerepe a gazdasági állatfajok tápanyagszükségletének minél pontosabb kielégítése miatt egyre csak növekszik. A nemesítési munkáknak köszönhetően a haszonállatok genetikai kapacitása a maximális teljesítmény elérésének érdekében igen magas szintet ért már el. Ahhoz, hogy az állatok szükségleteit a lehető legpontosabban ki tudjuk elégíteni, elengedhetetlen a minőségi alapanyag. Korábbi kutatások bizonyították, hogy az agrotechnikában a tápanyag-utánpótlás minősége befolyásolja a növények egyes paramétereit, mint termés mennyiség, fehérje- és olajtartalom. Utóbbi kettő a takarmányreceptúrák összeállítása során igen fontos tényező. A növény igényeinek minél pontosabb kielégítése, a tápanyagok megfelelő mennyiségben és időben történő kijuttatása nem csak a nagyobb terméseredmények elérése miatt elengedhetetlen tényező, hanem gazdaságilag és környezetvédelmi szempontból is kiemelkedő jelentőségű.

Dolgozatomban a talajon, valamint a levélen keresztüli tápanyag-visszapótlás hatását vizsgáltam a szója termésére, nedvességtartalmára, hektolitersúlyára, valamint fehérje- és olajtartalmára.

A kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytermesztési Intézetének iregszemcsei állomásának KE-AC-TKI Iregszemcse V5Y2N-1-15 MEPAR kódú tábláján volt beállítva 2019. december és 2020. október között. Jellegét tekintve a vizsgálat szántóföldi kispercellás kísérlet latin négyzet elrendezésben, ahol a parcellák felezésre kerültek lombtrágyázás céljából. A vetésre 2020. május 4-én került sor 50 cm-es

sortávolsággal és 450.000 db/hektáros csíraszámmal. A kísérletben felhasznált fajta a „Martina” volt. A szárazság nehezítette a kelést, ezért a kezdeti fejlődés vontatott volt és egyenetlen, viszont ezt ellensúlyozta a kritikus fejlődési stádiumban kapott ideális mennyiségű csapadék, ami kedvezett a virágzásnak és a termékenyülésnek is egyaránt. Az állomány a betakarításig a megfelelő növényvédelmi intézkedéseknek köszönhetően gyakorlatilag gyommentes állapotban volt. Négy kezelés került beállításra négy ismétléssel. A trágyázatlan kontrollcsoporton felül a Proplanta szaktanácsadási rendszer segítségével 2 féle, míg a Nitrogénművek Zrt. szaktanácsadása alapján 1 ajánlás készült, melynek körülményeit a gazdákkal együtt határoztak meg. A tervezett főtermés 4 t/ha volt, ez alapján kerültek összeállításra a trágyázási szaktanácsadások. Az őszi NPK alaptrágya kijuttatása december közepén lett elvégezve, míg a tavaszi nitrogén április közepén lett kiszórva. A talajtrágyázáson felül levéltrágyázásra is került sor. Egy komplex lombtrágya került kijuttatásra a szója intenzív növekedési fázisában, illetve egy magas bór tartalmú készítmény a virágzás idején. A kísérlet betakarításának napja 2020. október 10-ére esett. A betakarítást parcellakombájn végezte, a termést zsákokba ürítette. Egy kezelés mind a négy ismétlésből 1 kg tömegű átlagmintákat képeztünk. A kapott átlagmintákból a következő paramétereket vizsgáltuk: termésmennyiség, hektolitersúly, nedvesség-, nyersfehérje- és olajtartalom. A terméseredmények kiértékelése egytényezős varianciaanalízissel történt 5%-os szignifikancia szint mellett.

A kapott eredményekből ítélve a szója ideális időjárási körülmények között történtő műtrágyázása a termésmennyiséget minimálisan növelte, ami igaz a nyersfehérjetartalomra is. A hektolitersúlyra a trágyázás jelenléte nem hatott pozitívan. Az olajtartalom növekedése elmaradt a trágyázás hatására, melynek oka a nyersfehérjetartalom növekedésében keresendő, hiszen ez a két tulajdonság erős negatív korrelációban áll egymással.

A kísérletből kiindulva optimális körülmények között a levéltrágyázás kedvezően hat a növény vizsgált paramétereire, így javaslandó annak alkalmazása, mint kiegészítő kezelés.

Mérvadó következtetéseket levonni csupán több éve tapasztalata után célszerű, tehát javaslom a kísérletek folytatását az évjárathatást is figyelembe vevő helyes trágyázási gyakorlat kialakítása érdekében.

5. Irodalomjegyzék

1. Andriska V. - Ponyi I-né (1989): Hatékonyság, versenyképesség, jövedelmezőség optimalizációja a szántóföldi növénytermesztésben, II. kötet Napraforgó és szója, OMIKK Budapest
2. Antal J. (2005): Növénytermesztéstan 2., Mezőgazda Kiadó, Budapest
3. Babinszky L. – Halas V. (2019): Innovatív takarmányozás, Akadémia Kiadó
4. Balikó S. – Bódis L. – Kralovánszky U. P. (2006): A szója termesztése, Mezőgazda Kiadó, Budapest,
5. Balikó S. – Bódis L. – Kralovánszky U.P. (2007): A szója feldolgozása és felhasználása
6. Balikó S. – F- né Kuszák K. (1997): Amit a szójáról tudni kell, Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest
7. Balikó S. (2018): A szójatermesztés kritikus technológiai elemei, Agroforum
8. Benedek Sz. (2015): Levéltrágyázás – elméleti alapok és gyakorlati tanulságok, Agronapló 2015/04 99-100.old.
9. Bódis L. – Kralovánszky U. P. (1988): A szója élelmiszer és takarmány, Mezőgazda Kiadó, Budapest
10. Bódis L. (1983): Az abrakhüvelyesek termesztése, Mezőgazda Kiadó, Budapest
11. Buzás I. (1983): A növénytáplálás zsebkönyve, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
12. E. M. Gaydou – J. Arrivets (1983): Effects of Phosphorus, Potassium, Dolomite, and Nitrogen Fertilization on the Quality of Soybean. Yields, Proteins, and Lipids, J. Agric. Food Chem., Vol. 31, No. 4
13. Fülek Gy. (1999): Tápanyaggazdálkodás, Mezőgazda Kiadó, Budapest
14. Gockler L. (2016): Műtrágya- és szerves-trágya-felhasználás hazánkban, Mezőgazdasági Technika, 2016. október, 40-43. old.
15. Hidvégi Sz. (2007): Növénytermesztés, Egyetemi jegyzet, Debrecen
16. Isanga J. – Zhang G.-N. (2008): Soybean Bioactive Components and their Implications to Health, Food Reviews International, 24:252–276
17. Ivány K. – Kismányoky T. – Ragasits I. (1994): Növénytermesztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest
18. Kajdi F. (2014): Szójafajták termeszthetőségének vizsgálata, Agronapló 2005/4 25.old.
19. Kurnik E. (1976): Nagyüzemi szójatermesztés, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

20. M. A. Mannan (2014): Foliar and soil fertilization effect on seed yield and protein content of soybean, Bangladesh Agron. J. 2014, 17(1): 67-72
21. Milics G. – Smuk N. – Salamon L. (2014): A tápanyagellátás hatékonysága, Agronapló 2011/08 52. old.
22. Radics L. (2007): Szántóföldi növénytermesztés, Szaktudás Kiadó Ház Zrt.
23. Sárdi K. (2011): Tápanyag-gazdálkodás, Egyetemi jegyzet, Debrecen
24. Szakál P. – Schmidt R. – Kalocsai R. (2014): Lehetőségek a trágyázás hatékonyságának növelésére környezetbarát módon a főbb szántóföldi kultúráknál, Agronapló 2004/6
25. Tóth Z. (2014): A műtrágyázás környezeti hatásai, Agronapló 2003/4 26. old.

Internetes források

1. <http://www.atk.hu/hu/proplanta>
2. <https://agraragazat.hu/hir/a-mikro-es-mezoelemek-szerepe-a-novenytermesztesben/>
3. <https://agraragazat.hu/hir/nehany-gondolat-a-szoja-tapanyag-utanpotlasarol/>
4. <https://www.agrarszektor.hu/noveny/20170420/keszul-a-program-a-kormany-nak-vegleg-kiuznenek-innen-minden-gmo-t-7247>
5. <https://www.ksh.hu/?lang=hu>

6. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani elsősorban konzulensemnek, Dr. Hoffmann Richárdnak aki észrevételeivel és tanácsaival segítette munkámat, valamint rendelkezésemre bocsátotta a dolgozat elkészüléséhez szükséges szakirodalmat, tudást. Köszönettel tartozom a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus Növénytermesztési-tudományok Intézetének, valamint Növénytermesztési Kutató Központ Iregszemcsei állomás munkatársainak, hogy ez a kísérlet megvalósulhatott.

NYILATKOZAT

Alulírott HORVÁTH SZONJA, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, TAKARNANTOZÁSI ÉS TAKARNANTOZÁSI HÉLY szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2022 év 11 hó 02 nap

Horváth Szonja
Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2022 év 11 hó 09 nap

H. H. H. H.
Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni