

# **SZAKDOLGOZAT**

**Barát Valentina**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Kaposvári Campus**

**NÖVÉNYTERMESZTÉSI- TUDOMÁNYOK INTÉZET**

**Lótenyésztő, lovassport szervező agrármérnöki szak**

**Szója hozamának összehasonlító elemzése csernozjom talajon**

**Belső konzulens:** Dr. Hoffmann Richárd  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/ tanszéke:** Növénytermesztési-  
Tudományok Intézet/  
Agronómia tanszék

**Készítette:** **Barát Valentina**  
**DO20K9**  
**nappali tagozat**

**Kaposvár**

**2025**

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS</b> .....	<b>4</b>
1.1 CÉLKITŰZÉS .....	5
<b>2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS</b> .....	<b>6</b>
2.1. A SZÓJA ( <i>GLYCINE MAX</i> ) JELENTŐSÉGE .....	6
2.1.1 A szója származása, termesztésének története .....	6
2.1.2. A szójatermesztés Magyarországon .....	6
2.2 A SZÓJA FELHASZNÁLÁSA .....	7
2.3 SZÓJA TERMŐTERÜLETE ÉS TERMÉSÁTLAGA MAGYARORSZÁGON ÉS A VILÁGON .....	8
2.4 GMO VERSUS GMO-MENTES SZÓJA .....	9
2.5 A SZÓJA MORFOLÓGIÁJA .....	10
2.6 NITROGÉNKÖTÉS ÉS GYÖKÉRGÜMÖK .....	11
2.7 A SZÓJATERMESZTÉS ÖKOLÓGIAI IGÉNYEI .....	13
2.8 A SZÓJA TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJA .....	14
2.9 A SZÓJA NÖVÉNYVÉDELME .....	14
2.11 A NITROGÉN SZEREPE A SZÓJA FEJLŐDÉSÉBEN .....	15
2.12 A FOSZFOR SZEREPE A SZÓJA FEJLŐDÉSÉBEN .....	16
2.13 A KÁLIUM SZEREPE A SZÓJATERMESZTÉS BEN .....	17
2.14 MIKROELEMEK SZEREPE A SZÓJA NÖVEKEDÉSÉBEN .....	17
2.15 A TRÁGYÁZÁS KÖRNYEZETVÉDELMI SZEMPONTJAI .....	19
2.16 A PROPLANTA TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁSI SZAKTANÁCSADÁSI RENDSZER .....	19
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</b> .....	<b>21</b>
3.1. A KÍSÉRLET BEÁLLÍTÁSÁNAK MÓDJA ÉS A KEZELÉSEK IDŐPONTJAI .....	21
3.2. KEZELÉSEK .....	22
3.3 BETAKARÍTÁS .....	23
3.4. AZ EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSÉNEK MÓDJA .....	23
<b>5. 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK</b> .....	<b>24</b>
4.1. A SZÓJA TERMÉSMENNYISÉGÉNEK ALAKULÁSA .....	24
4.2. A TALAJÁLLAPOT ÉS KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK HATÁSA A SZEMTERMÉSRE .....	25
4.3 NITROGÉN ÉS FOSZFOR KÖZÖTTI KÖLCSÖNHATÁS SZEMTERMÉSRE GYAKOROLT HATÁSA .....	27
4.4. NITROGÉN ÉS KÁLIUM KÖZÖTTI KÖLCSÖNHATÁS SZEMTERMÉSRE GYAKOROLT HATÁSA .....	28
4.5. KÁLIUM ÉS FOSZFOR KÖZÖTTI KÖLCSÖNHATÁS SZEMTERMÉSRE GYAKOROLT HATÁSA .....	28
4.6. A KEZELÉSEKNÉL MÉRT TERMÉSÁTLAGOK ALAKULÁSA 2015 ÉS 2024 KÖZÖTT (T/HA) .....	29
<b>6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK</b> .....	<b>30</b>

<b>7.</b>	<b>ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>31</b>
<b>8.</b>	<b>7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....</b>	<b>33</b>
<b>9.</b>	<b>8. IRODALOMJEGYZÉK.....</b>	<b>34</b>
<b>10.</b>	<b>9. ÁBRAJEGYZÉK/TÁBLÁZATJEGYZÉK .....</b>	<b>40</b>
<b>11.</b>	<b>10. MELLÉKLETEK .....</b>	<b>41</b>

# 1. BEVEZETÉS

**„A talaj a mezőgazdaság lelke: amilyen a talaj, olyan a termés.” Justus von Liebig**

Napjaink egyik legnagyobb kihívása a világ népességének folyamatos növekedése és az élelmiszerbiztonság kérdése. Attól, hogy növekszik a mennyiségi szükséglet, a minőségre is nagy hangsúlyt kell fektetni. A szója (*Glycine max*) kiemelt szerepet kap ebben, hiszen kiváló fehérje- és olajforrás. Ennek köszönhetően kiváló alapanyagot biztosít az állattartásban és az élelmiszeriparban is egyaránt. Globálisan elérhető, bár a hazai termesztése még mindig bővülőben van, és elengedhetetlen, hogy termesztésénél a megfelelő technológiát alkalmazzuk. A csernozjom talaj a világ egyik legtermékenyebb talajtípusa. Ebből adódóan nagyban meghatározza Magyarország mezőgazdasági potenciálját. A mezőségi talajok az ország 22%-át alkotják (<https://portal.nebih.gov.hu/-/magyarország-talajtipusai>). A magyarországi szója versenyképessége részben ennek is köszönhető, hiszen nem csak mennyiségben, de minőségben is nagy potenciál van benne. A globális trendektől ugyan elmarad, de hazánk szójatermesztése évről évre növekedett az utóbbi időszakban. Mivel az ország szójatermesztésének volumene viszonylag kicsi, a hazai fehérjeszükségletek egy részét kénytelenek vagyunk importból fedezni. Ennek ellenére mégiscsak hozzájárul az ország fehérjetakarmány önellátásához, így stratégiaileg kiemelkedő szerepet tölt be. Termelésünk legnagyobb versenyelőnye az, hogy Magyarország elkötelezett a génmódosítás-mentes (GMO-mentes) szójatermesztés mellett.

A RE fehérjeprogramnak köszönhetően a szója szerepe méginkább erősödött az Európai Unióban és Magyarországon az utóbbi években. Ez a program a növényi erőforrások termesztését és az importfüggőség csökkenését célozza meg. Emellett szolgálja az élelmiszerbiztonságot, környezetvédelmi célokat, és a fenntartható mezőgazdaság fejlődését. Elmondhatjuk tehát, hogy nem csak agrárgazdasági, de környezeti és társadalmi szempontból is hozzájárul az ország stratégiájának sikerességéhez (Vidékfejlesztési Minisztérium Sajtóirodája, 2013).

Dolgozatomban az elmúlt tíz év (2015-2024) iregszemcsei (Somogy megye) szójatermesztését vizsgálom. Olyan tényezőket hasonlítok össze, mint az adott évek időjárás viszonyai, a kijuttatott műtrágya- és lombtrágya-mennyiség, valamint a hozam alakulása. Az elemzésem célja feltárni, hogy a különböző évek környezeti tényezői, valamint különböző műtrágyázási szemléletek alkalmazása milyen hatással voltak a termésmennyiségre. Az összehasonlító elemzésemmel szeretném feltárni a hosszabb távú tendenciákat és összefüggéseket, amelyek

hozzájárulhatnak a csernozjom talajon történő szójatermesztés optimalizálásához, és a hazai termesztési stratégiák megalapozásához.

## **1.1 Célkitűzés**

A szója hazai termesztésének egyre nagyobb jelentősége van. A folyamatosan változó klíma, az enyhe telek, aszályos, egyre melegebb nyarak és a csapadék egyenlőtlen eloszlása nem kedveznek a mezőgazdaságnak. Minden termelő célja, hogy nagyobb terméshozam mellett tudjon termelni, ami mögött nem csak a fajtaválasztás, a hatékony növényvédelem van, de a megalapozott tápanyagutánpótlás is szerepet kap.

Kutatásom célja a szója termésmennyiségének vizsgálata csernozjom talajon. A vizsgált időszak alatt különböző műtrágyázási szemléletek eredményei kerültek összehasonlításra. Szeretném feltárni, hogy mely trágyázási szemlélet jelenti a gazdálkodó számára a legnagyobb termesztési biztonságot.

## **2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS**

### **2.1. A szója (*Glycine Max*) jelentősége**

#### **2.1.1 A szója származása, termesztésének története**

A legelső bizonyítéka a szója jelenlétének Délkelet-Ázsiából lelhető fel. Az első írásos említések Csen Nung (Shennong) kínai császár nevéhez fűződnek. A „Materia Medica” című művében az öt szent növény egyikeként említette i. e. 2838-ban. A szójatermesztés története ekkor kezdődött, mely főként Kelet-Ázsiában történt 1907-ig (Balikó, 2014). 1908-ban kezdődött meg a szója exportja, amikor japán cégek Angliába indítottak el szállítmányokat (William-Akiko, 2007). A szóját egy dalmát tengerészkapitány hozta be Európába 1712-ben. Botanikus kertekben termesztették, magjaiból pótkávét készítettek. Az 1840-es években kezdtek el kísérletezni a termesztésével Franciaországban és Észak-Olaszországban. Haberlandt Frigyes játszott fontos szerepet a növény hazai elterjedésében, aki kísérleteivel nemcsak a kontinensen, hanem az Egyesült Államokban is felkeltette a szakemberek figyelmét. Ezután egy újabb történelmi pillanat vette kezdetét, ugyanis az 1930-as években az amerikai szójatermesztés olyan ütemben fejlődött, hogy fokozatosan kiszorította az ázsiai szóját az európai piacról. A háborús évek beköszöntésével a megnövekedett kereslet hatására megduplázódott a termelés Amerikában, mintegy 50 százalékos részt uralva a világkereskedelemből. Fölénye 1956-ban teljesedett ki, majd az 1970-es évektől jelentős piaci változások és átrendeződések voltak megfigyelhetők. Az nagy fejlődéseknek köszönhetően 1975-ben Brazília és Argentína együttes termelése meghaladta Ázsiáét (Balikó, 2014).

#### **2.1.2. A szójatermesztés Magyarországon**

Magyarországon Haberlandt Frigyes kezdte el a kísérleteket húsz különböző változat vizsgálatával az 1870-es években. Jelentősebb hazai termelése Fáber Sándor munkássága által kezdett kibontakozni az 1930-as évektől (Hoffmann, 2011). Statisztikai adatok szerint hazánkban 1935-ben 254 kataszteri holddal kezdődött a termelése, amely folyamatosan nőtt, és kevesebb, mint 10 év alatt elérte a 60 ezer kataszteri holdat. Ennek oka a hadigazdálkodás volt a második világháború éveiben. A háború után jelentősen visszaesett a szója termesztése. Ahhoz, hogy növelni tudják a termőterületet, Iregszemcsén, a Mauthner Rt. telepén kezdődött meg a fajtanemesítés, mely Kurnik Ernő által folytatódott a háború után. A szója hazai

termőterülete 1991-ig jelentősen emelkedett. Ennek oka az amerikai szójakiviteli tilalom hatására biztosított támogatások voltak. A támogatások megszűnésével arányosan a termesztés is csökkent (Balikó, 2014).

A Nemzeti Fehérjeprogram előkészítése 2013-ban kezdődött. Célja a GMO-mentes hazai fehérjenövény termesztés, az import szója kiváltása, valamint az állattenyésztés takarmányellátása érdekében a vetésterületek növelése (Vidékfejlesztési Minisztérium Sajtóirodája, 2013).

## **2.2 A szója felhasználása**

A szójatermesztés 76%-át állati takarmányozáshoz, 20%-át az élelmiszeriparban, és 4%-át ipari célokra használták fel 2017 és 2019 között (Ritchie, 2021). A globális kereslet folyamatosan növekvő tendenciát mutat a magas fehérjetartalma miatt (Fraanje & Garnett, 2020).

A szója rendkívül sokoldalú növény. Mezőgazdaságban takarmánynövényként használják fel. Szójadarát, lisztet készítenek belőle, és a kinyert olajat hasznosítják. Ezek esszenciális fehérje- és energiaforrást biztosítanak az állattenyésztés számára (Gaffield et al., 2024). Az ipari szektorban biodízel előállításához használják alternatívaként a fosszilis termékekkel szemben, habár a szójaolajnak van a legkisebb energiamérlege (Jobbágy, 2013). A boltokban találkozhatunk már bioműanyag formában vele, mint például festékek és lakkok, valamint szójaviasz gyertyákkal, amik egészségesebb és környezetbarátabb a paraffin alapú gyertyákkal szemben.

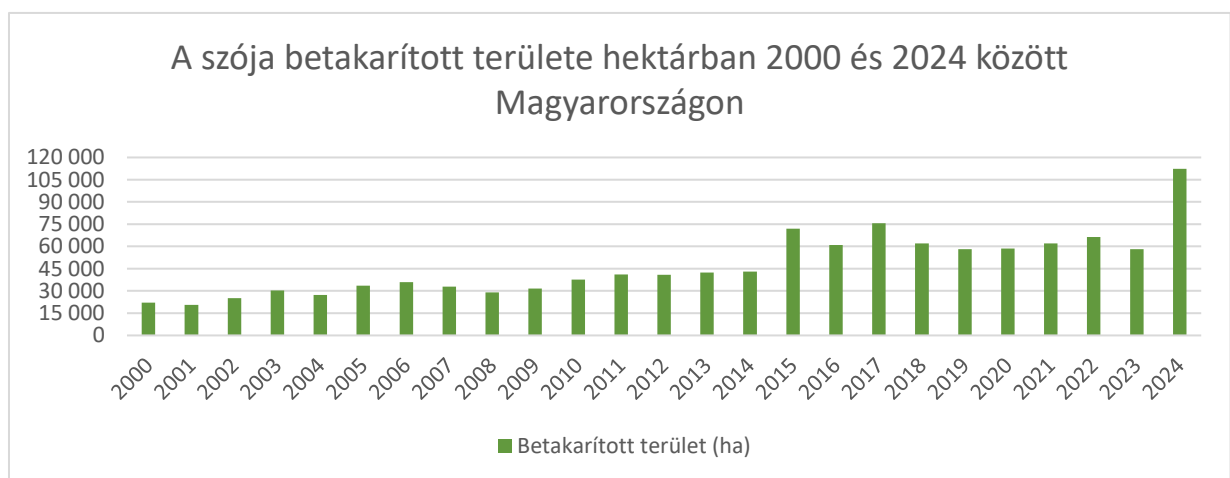
Az élelmiszeriparban is sokrétűen megállja a helyét, hiszen számos feldolgozott formában megjelenik, mely nemcsak a mindennapi táplálkozásban, de különböző kulturális és táplálkozási szerepet is betölt. Néhányat megemlítve: a tofu szójababból készült túró, mely az ázsiai konyhák alapvető fehérjeforrása. Tejfehérje-allergiában vagy laktózintoleranciában szenvedők számára a szójatej egy kiváló alternatíva. A szójaszós a fermentáció során létrejövő aromáinak köszönhetően világszerte elterjedt fűszer és ízesítő (Güzeler, 2016).

## 2.3 Szója termőterülete és termésátlaga Magyarországon és a világon

A szója az utóbbi években egyre nagyobb teret hódít Magyarországon, részben az Európai Unió fehérjeprogramjának, másrészt az agrárgazdasági támogatásoknak köszönhetően. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint 2024-ben a hazai szója vetésterülete majdnem a duplájára növekedett az előző évhez képest, így elérte a 112 284 hektárt. Az első ábrán láthatjuk, hogy 2000-es évektől napjainkig milyen mértékben növekedett a szója termesztése az országban.

**1. ábra:** A szójabab betakarított területe Magyarországon, hektárban kifejezve

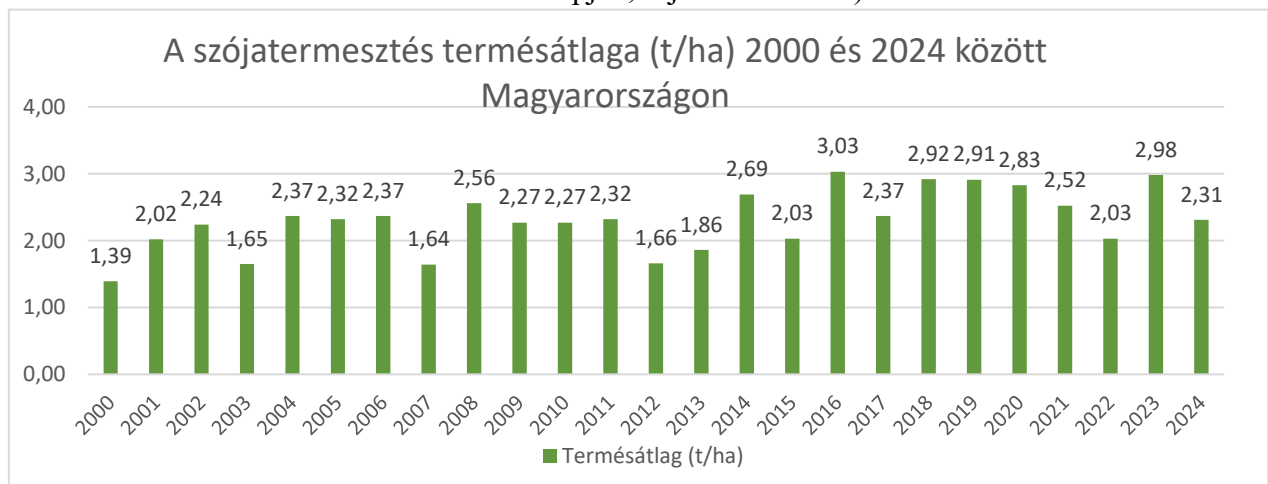
(Forrás: KSH adatai alapján, saját szerkesztés)



A második ábra szemlélteti a termésátlag csökkenését 2024-ben: hektáronként 2310 kg-ot takarítottak be, ami 670 kg-al kevesebb az előző évi átlaghoz képest. Az elmúlt évek átlaga alapján az ország átlagtermése 2,3 t/ha körül alakul. Bár a szója területileg növekszik, a hozamok alakulása erősen függ az adott év klimatikus viszonyaitól.

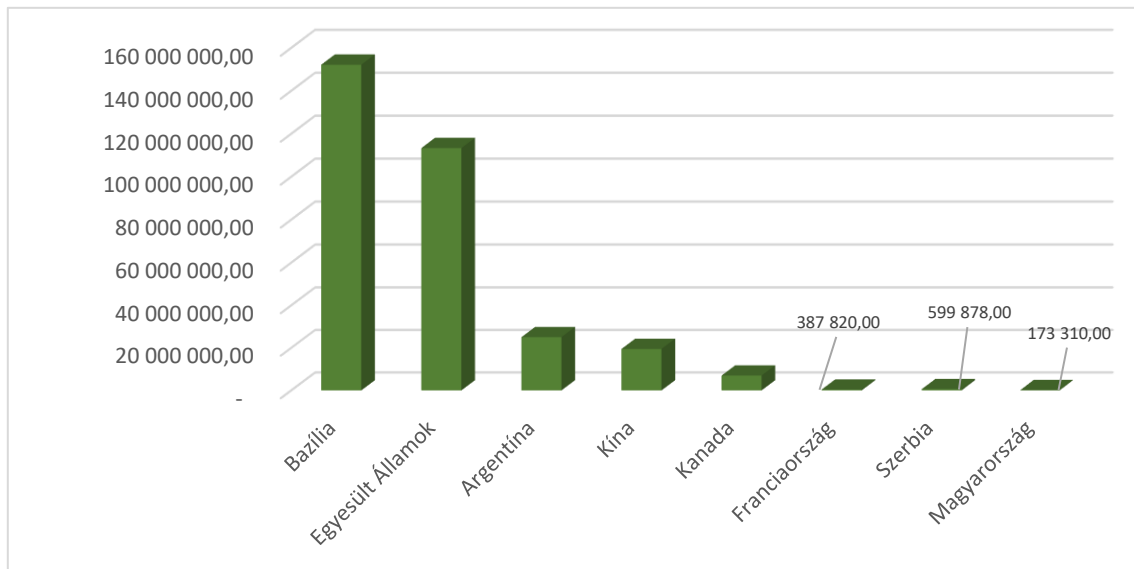
**2. ábra:** A szójabab termésátlaga Magyarországon, tonnában kifejezve hektáronként (Forrás:

KSH adatai alapján, saját szerkesztés)



A harmadik ábrán szemléltetem, hogy a szója termelésének élén 2023-ban Brazília állt 152,14 millió tonnával, tőle az Egyesült Államok maradt el mintegy 40 millió tonnával. Nagyobb termelők közé tartozik Argentína, Kína, Kanada és Franciaország.

**3. ábra:** Szója termelése világszerte 2023-ban tonnában kifejezve (Forrás: Our World in Data, saját szerkesztés)



## 2.4 GMO versus GMO-mentes szója

Az Európai Parlament és a Tanács 2001/18/EK irányelve 2. cikk (2) bekezdése alapján az szervezet számít GMO-nak, “amelyben a genetikai anyagot olyan módon változtatták meg, amely nem fordulna elő a természetben párosodás, illetve természetes rekombináció útján”. A génmódosítással az a probléma, hogy ellenállóbb lesz a szója glifozáttal, a glufozináttal és a dikambával szemben, amely bár csökkenti a termelési költségeket, de ezek a növényekben megmaradnak. Ezeket a szereket a WHO Nemzetközi Rákkutatási Ügynöksége a potenciálisan rákkeltő anyagok kategóriájába sorolta. Magyarország Alaptörvénye tiltja a GMO növények termesztését (Sike Betti, 2025). Az EFSA (Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság) 2025. május 13-án engedélyezte a génmódosított szója behozatalát és felhasználását élelmiszerekben, amely komoly kérdéseket vet fel a szója termesztésének jövőjével kapcsolatban (Gönczi, 2025).

## 2.5 A szója morfológiája

A szója (*Glycine max*) egynyári, felálló szárú, sűrűn szőrözött pillangósvirágú növény. Gyökérzete 1,3–2,0 méter mélyre hatol a talajba, a felső 20–30 centiméterben oldalgyökerek fejlődnek, és azok 30–40 centiméterig terjednek ki oldalra. A gyökereken nitrogénkötő gümők alakulnak ki. A szója szára a fajtától és a környezeti tényezőktől függően 50 és 150 centiméter közötti magasságot érhet el, és az alsó harmadában elágazik. A kifejlett levelei három levélkéből állnak, amelyek általában tojásdad vagy megnyúlt alakúak, szélük ép, a levelei valamint a szár felülete erősen szőrözöttek. Az érés előrehaladtával a levelek részben lehullanak, vagy a száron maradnak, fajtától függően. Virágzata levélhónalji fürt, amely 3–10 apró, pillangós szerkezetű virágot tartalmaz. A virágok színe lehet fehér, rózsaszín vagy lila (Radics, 1994). A szója öntermékenyülő növény. A termés hüvely, rendszerint 2-4 magot tartalmaz, alakja kard- vagy sarlószerű, és külső felszíne szőrözött. Az érés során a hüvely színe zöldről barnára változik (Ivány et al., 1994). A köztermesztésben lévő fajták ezermagtömege átlagosan 140–200 gramm közé esik, a magok lapítottan gömbölydedek (Radics, 1994).



**1.kép:** Szója levele

(Saját kép, 2024.08.10.)



**2. kép:** Szója gyökérzete

(Saját kép, 2024.08.10.)



**3. kép:** Szója virágzata

(Saját kép, 2024.08.10.)



**4. kép:** A szója hüvelye

(Saját kép, 2024.08.10.)

## 2.6 Nitrogénkötés és gyökérgümők

A szója különleges képessége, hogy a gyökérgümőkben élő baktériumok segítségével képes a légköri nitrogént megkötni, ezzel biztosítja a saját nitrogénellátását. Ez a folyamat a *Bradyrhizobium japonicum* baktérium és a szója közötti szimbiózis eredménye. A baktériumok a gyökérszőrökön keresztül jutnak be, majd gümőket hoznak létre. Ezekben a gümőkben zajlik a nitrogénkötés, amiért a nitrogénáz enzim a felelős. Ez alakítja át a légköri nitrogént ammóniává. A növény számára ez jól felhasználható nitrogénforrás, amelyből fehérjék és más szerves vegyületek épülnek be. A folyamat energiaigényét a növény biztosítja a baktériumok számára, elsősorban szénhidrát formájában (Radics, 1994).

Az utóbbi években több kutatás is foglalkozott a témával, vizsgálták a gümőképződés genetikai szabályozását és a környezeti stresszhatásokra adott válaszokat. Wand és munkatársai (2022) kimutatták, hogy a gümők kialakulása több gén összehangolt működésétől függ. A GmNAC181

nevű gén közvetlenül szabályozza a GmNINa gén aktivitását, ami a gümőképződés egyik kulcsfontosságú eleme.

A nitrogénkötés hatékonyságát viszont nemcsak a genetikai háttér, hanem környezeti tényezők is befolyásolják. Alapfeltétele a megfelelő talaj-pH (6,0–7,0), a kellő talajnedvesség és hőmérséklet. Az aszály vagy az alacsony hőmérséklet csökkenthetik a gümők számát és működését. A szója nitrogénigényének jelentős részét a gyökérgümők által megkötött nitrogén fedezi, ennek következtében kevesebb műtrágyát kell kijuttatni (Radics, 1994). A foszforhiány például csökkenti a gümők számát és működését, de kutatások kimutatták, hogy a GmSPX8 fehérje segít fenntartani a nitrogénkötést olyan talajban is, ahol kevés a foszfor (Xing et al., 2022). A gümők számát más szabályozó gének is befolyásolják: például a GmbZIP4a/b gének hatással vannak a gümőképződés mértékére, és segítenek abban, hogy a növény hatékonyabban hasznosítsa a baktériumokkal való együttműködést (Yongjie et al., 2024).

Magyarországon a szója sikeres nitrogénkötéséhez szükséges a vetőmag oltása, mivel a megfelelő baktériumfaj (*Bradyrhizobium japonicum*) nem található meg a talajainkban. Az oltás során a szójamagot olyan baktériumkultúrával kell kezelni, amely elősegíti a gümők kialakulását, ezáltal a növény képes lesz megkötni a légköri nitrogént. Ha az oltás elmarad, sok esetben a gümők nem, vagy csak kis számban alakulnak ki, ami jelentős terméseszköket okozhat. A megfelelő oltóanyag használatával több és nagyobb gümő jön létre, ami nemcsak a hozamot, hanem a magok fehérjetartalmát is növeli (Aranyi, 2019).



**5. kép:** *Bradyrhizobium japonicum* baktérium

(Saját kép, 2024.08.10.)

## 2.7 A szójatermesztés ökológiai igényei

A szója őshazája is arról tanúskodik, hogy egy melegigényes növény. A Magyarországon termesztett fajták 2100-2500 °C hőösszeget igényelnek a tenyészidejük alatt (Balikó, 2018). A csírázása 10 °C alatt lelassul, optimális talajhőmérséklete pedig 15–25 °C között van. A gyökérszónában 15–17 °C szükséges a megfelelő nitrogénkötéshez, a 25 °C ideálisnak számít. Hideg talajokban a kelés később kezdődhet el, és a gümőképződés csökkenhet, ami negatívan befolyásolja a növény fejlődését (Gai et al., 2025). Érzékeny a júliusi és augusztusi időjárásra, hiszen ha tartósan 27-29°C felett van a hőmérséklet, és nem kap csapadékot, az virág- és hüvelyelrűgást eredményezhet (Novák, 2022; Ábrahám, 2019; Vári, 2018). Tenyészideje során 300-350 mm csapadékra van szüksége (Balikó, 2018). A májusi meleg rossz hatással van a növényre, nagy mennyiségű csapadék esetén hajlamos lehet a dőlésre. A magas páratartalmat kimondottan kedveli. Rendkívül érzékeny a csapadék eloszlására, ami virágzás és hüvelytelítődés idején fokozódik. Amennyiben nem kap 160-180 mm csapadékot ebben az időszakban, termésnövekedésre kell számítani (Hoffmann, 2022, Preisler & Zhang, 2024). A megfelelő öntözés és talajnedvesség fenntartása ezért elengedhetetlen a stabil terméshez (Preisler & Zhang, 2024).

A növény számára az optimális talaj-pH 6–6,5 között van. A túl savas vagy lúgos talajokban a tápanyagfelvétel és a gümőképződés hatékonysága is csökkenhet. A fajtaválasztás és a vetés időpontja szoros kapcsolatban áll az adott régió klimatikus viszonyaival. Hidegebb területeken későbbi vetés és hidegtűrő fajták alkalmazása javasolt, míg melegebb éghajlaton a korai érésű fajták előnyösebbek. Magyarországon azok a fajták ajánlottak, melyek tenyészideje 150-160 napos (Hoffmann, 2022; Dóka, 2022). Északi területeken a rövidebb, délen pedig a hosszabb tenyészidejűeket ajánlják (Novák, 2022). Az oltás és a megfelelő baktériumtörzsek alkalmazása kulcsfontosságú a hatékony nitrogénkötéshez (Preisler & Zhang, 2024).

A talajművelés, például mulcsozás és optimalizált öntözés javítja a talaj vízgazdálkodását és mikroklímáját, ezáltal növeli a hozamot és a stabilitást. A talaj takarása csökkenti a felszín hőmérsékletét, megőrzi a nedvességet, és javítja a talaj szerkezetét (Song et al., 2024).

A klímaváltozás hatásai, mint a hőmérséklet-emelkedés és a csapadékeloszlás változása, kihívást jelentenek a szója termesztésében. A fajtaválasztás és a megfelelő agrotechnika alkalmazása segíthetnek az alkalmazkodásban és a termésbiztonság fenntartásában (Hamed & Zhang, 2025, Gai et al., 2025).

## 2.8 A szója termesztéstechnológiája

Fontos számára a megfelelő talaj választása, hiszen gyökérzete 1,5-2 méterre is hatolhat. Mélyrétegűvályog és lazább szerkezetű talajok számára a megfelelőek, melyek jó víz- és tápanyaggazdálkodással rendelkeznek (Dóka, 2022).

Elővetemény megválasztásánál fontos figyelembe venni a lekerülési idejét, hogy ősszel az alapművelést és elmunkálását el lehessen végezni. Legjobb, ha két kalászos közé tervezzük be, vagy esetleg még a kukorica jöhet szóba, mely közepes előveteménynek minősíthető. A cukorrépa és a cirok kimerítik a talajt, így ha száraz év következik, a szója számára nem fog kedvezni. Nem ajánlott önmaga, más hüvelyes és pillangós növények után vetni 4 évig. A fehérpenészes szárrothadás miatt napraforgó és repce után sem ajánlott tenni (Dóka, 2022; Balikó, 2018).

Vetése április közepére időzíthető, amikor a talajhőmérséklet 8 °C felett van. Szűkített kapás sortávolság a megfelelő számára, mely 45-50 centimétert jelent. A tőtávolság 4 és 5 centiméter között legyen, csíraszám pedig hektáronként 450-650 000 vetőmag. A vetés mélysége 3 és 5 centiméter között az ideális. Amennyiben sekélyre vagy mélyre sikerül vetni, egyenlőtlen kelést eredményezhet. A vetőmagot *Rhizobium japonicum* baktériummal, és gombás betegségek ellen csávázni kell (Dóka, 2022; Novák, 2022).

A szója akkor aratható, amikor a levelei lehullanak, a csúcsi fürt hüvelyeiben a magvak elérik teljes fejlettségi állapotukat, és a fajtára jellemző színűekké válnak. Betakarítási veszteségeket a flexibilis vágószerkezetű vágóasztalokkal lehet csökkenteni, a kombájnt helyesen kell beállítani, tartva a megfelelő haladási sebességet (Balikó, 2018).

## 2.9 A szója növényvédelme

A szója kórokozói közé gombákat, vírusokat és baktériumokat sorolhatunk. Leggyakoribb eset, amikor a szója-mozaikvírus támadja meg. A vetőmag kiválasztása meghatározó, hiszen vannak rezisztens fajták. Fontos a levéltetvek elleni hatékony védekezés. Baktériumok közül a baktériumos barna levélfoltosság és a baktériumos hólyagos levélfoltosság a leggyakoribb. Ellenük vetésváltási szabályok betartásával, ellenálló fajtaválasztással, és 2-4 leveles kortól réz hatóanyagú növényvédő szerekkel védekezhetünk. Gomba kórokozók közé sorolhatjuk a fehérpenészes szárrothadást, a diaportés hüvely- és szárfoltosságát, szójaperonoszpórát, fuzáriumos hervadást, hamuszürke szárrothadást (Szabó, 2022).

A kártevők már vetést követően megjelenhetnek, ilyenek például a drótférgék. Ellenük talajfertőtlenítéssel védekezhetünk. Egyre több új kórokozó jelent meg az utóbbi években. A kártevők listája igen hosszú, legfontosabb a bogáncslepke, mely tarrágást is okozhat. A szívogató kártevők, mint például a levéltetvek a vírusok terjedéséhez is hozzájárulnak. A száraz időszakok következtében pedig egyre elterjedtebbek a takácsatkáknak és a vándorpoloskák (Szabó, 2022; Novák, 2022).

A gyomirtás a legkritikusabb és legkölségesebb eleme a szójatermesztésnek. Konkurenciát jelenthet a növény számára a parlagfű, disznóparéj, libatop, szerbtövis. A presowing és preemergens kezelések hatékonyak lehetnek csírázó gyomok ellen, viszont ezek sikeressége kockázatot rejt magában, hiszen a csapadék mennyisége befolyásolja hatékonyságát. Környezetkímélő alternatíva lehet a mechanikai gyomirtás, de sikerességét az időzítés nagyban meghatározza (Novák, 2022).

## **2.11 A nitrogén szerepe a szója fejlődésében**

A nitrogén (N) egy makroelem, melyet legnagyobb mennyiségben igényelnek a növények, hiszen szükséges az aminosavak előállításához, a szénhidrát-anyagcseréhez, enzimek előállításához, más tápanyagok felvételének elősegítéséhez, de még a gyökérnövekedés serkentéséhez is. A légkör közel 80%-a molekuláris dinitrogén ( $N_2$ ), és ezt a növények közvetlenül nem tudják felvenni. A talajból nitrát ( $NO_3^-$ ) és ammónium ( $NH_4^+$ ) formájában tudják ezt megtenni különböző enzimek segítségével (Tatiana et al., 2011).

Mivel a szója hüvelyes növény, a gyökerén élő rhizobiumoknak köszönhetően biológiai nitrogénkötéssel fedezni tudja igényének nagy részét. Azonban vannak olyan fázisok, amikor még jobban igényli a növény, ilyen például a vegetatív növekedés, majd ezt követően a virágzás és a hüvelyképződés-magfeltöltés (Satyawali et al., 2023, Vonk, 2024). Az utolsó szakasz kritikus, hiszen meghatározza a termés fehérje tartalmát (Vonk, 2024). Kísérletekben azt mutatták ki, hogy a karbamid, a nano-nitrogén műtrágya, illetve a Nitroplus (Rhizobium alapú inokuláns) egyaránt javították a növény morfológiai és termésparamétereit a kontrollhoz képest (Satyawali et al., 2023).

Nitrogénhiány esetén az idősebb levelek elkezdenek sárgulni a csökkent klorofill tartalom miatt. Ebből következik, hogy hatással van a fotoszintézisre és az anyagcserére is. Vegetatív növekedésnél amennyiben hiányt szenved a növény, kevesebb levele és kisebb lombozata lesz.

Gyengébb szárképződés a jellemző, és csökken a magassága. A gümőképződés is lecsökkenhet, ami következménye, hogy a biológiai nitrogénkötése is limitálódik. Termésnél pedig az figyelhető meg, hogy csökken a hüvelyek száma, a magok mérete, töltődése, és alacsonyabb hozamra lehet számítani (Yazaki et al., 2021).

Ha nitrogén többlet van a talajban, aránytalanul túlnőhetnek a vegetatív részek, a gyökérzet aránya csökkenhet, ami rontja a víz- és tápanyagfelvételt. Ez szárazság és stressz esetén rossz hatással lehet a növényre. Ha a növény a későbbiekben nem tudja fenntartani a vegetatív részeit, virág- vagy hüvelyleesés történhet. A tanulmányok azt írják, hogy túl sok N esetén nem számolhatunk lineárisan növekvő terméshozammal. Tehát ha a felvétel növekedése nem arányos a kijuttatott mennyiséggel, akkor a N-hasznosulás romlik, és a hozam is csökkenhet (Qiang et al., 2025, Menglong et al., 2023).

Egy európai kísérlet szerint a nitrogéntrágyázás pozitívan befolyásolta a szója hozamát, különösen szárazabb évjáratokban. A 60 kg N/ha adagig növekvő dózisok a termés mennyiségét jelentősen emelték. Nagyobb adagok esetén a hatás mérséklődött. A nitrogén felvételi hatékonyság csökkent, miközben a nitrogén betakarítási index stabilan magas maradt (Kolláth et al., 2024).

## **2.12 A foszfor szerepe a szója fejlődésében**

A foszfor (P) egy makroelem, ami szintén nagyon meghatározó termelés során. Számos folyamatban szerepet játszik, mint például a fotoszintézis során előállított energia tárolása és szállítása, az energiahordozó molekulák alapvető alkotóeleme, növeli az egyéb kijuttatott tápanyagok hatékonyságát. Foszfor kijuttatása hatással van a gyökérfejlődéstől kezdve a nitrogénmegkötésen át a szója fehérje- és olajtartalmára is. A foszforigény legmagasabb gyökérfejlődés, hüvelyképződés és a magképződés idején. Amennyiben a foszfor mélyen helyezkedik el a talajban, és a gyökerek nem érik el, hiánytüneteket mutathat a növény. Egy tonna maghozamhoz 25 kg  $P_2O_5$ -ra van szükség (Bagale, 2021). Salim és munkatársai megállapították, hogy a foszforellátás közvetlen hatással van a mag minőségére. Virágzás és magképződési fázisokban a P felhasználási hatékonyság magas. A magas foszforellátás képes enyhíteni a vízhiány negatív hatását növekedési fázisban, fiziológiai folyamataiban, és a hozamban is. Foszforhiány esetén csökkenhet a vegetatív növekedés, gyengébb gyökérzet alakul ki. Csökkenhet a nettó fotoszintetikus ráta, a levél klorofilltartalma, és a vízhasznosítási hatékonyság. Ez csökkenő termést, és alacsony magfehérje- tartalmat eredményezhet.

Amennyiben a növény hiányt szenved, levelei kisebbek, hegyes állású alakot vesznek fel. Kékes, lilásvöröses elszíneződés, valamint nekrozis a jellemző (Salim, 2024, Birkás 2017).

### **2.13 A kálium szerepe a szójatermesztésben**

A kálium szintén alapvető fontosságú tápelem. Sok élettani folyamatban játszik szerepet, mint például a sejtek vízháztartásának szabályozásában, a tápanyagok és szerves anyagok szállításában, valamint a fehérje- és keményítősintézis során. Kiemelt szerepe van az enzimek működtetésében, főként a gyökérgümők kialakulása során, ami kulcsfontosságú a nitrogénkötés szempontjából. A szója kilogrammonként körülbelül 53 kg  $K_2O$  formájú káliumot igényel tonnánkénti terméshozam eléréséhez. A tápanyagfelvétel üteme nem egyenletes, hiszen a kezdeti fejlődési szakaszban mérsékelt a káliumigény. A vegetatív növekedés idején pedig igénye jelentősen megemelkedik. Amennyiben az ellátottsága megfelelő, ellenállóbb lesz faggyal szemben. A hüvelyek kitöltési fázisában a növény a vegetatív részekből átcsoportosítja a káliumot a magokba. Egyes vizsgálatok szerint az érett szójamag a növény összes káliumtartalmának mintegy 60%-át tartalmazza. A túlzott adagolás esetén a növény szükségtelenül nagy mennyiséget vesz fel, ami nem jár együtt arányos termésnövekedéssel (Salim, 2024).

Hiánya esetén a szója levelein nekrozisok alakulnak ki, érzékeny lesz környezeti hatásokra, növekedése gyengül, a termésmennyisége pedig romlik (Birkás 2017).

### **2.14 Mikroelemek szerepe a szója növekedésében**

A szója számára kilenc mikroelem szükséges egy 2021-es tanulmány szerint. A réz (Cu) több enzim komponense. Szerepet játszik a légzésben és a szénhidrát-anyagcserében. A talajban kötött formában nehezebben hozzáférhető, viszont túlzott alkalmazása toxikus lehet. Hiányában a levélcúcsok és a szár elhal, a levelek sárgulnak, és a növekedés leáll. Elszíneződés jelenik meg a felső és középső leveleken, amely az erekből indul ki. A mangán (Mn) fontos az elektrontranszport láncban (főként fotoszintézis PS II részénél), és több olyan enzim aktivátoraként jelentkezik, amelyek redoxreakciókban vesznek részt. Hiánya klorózissal, foltosodással jelentkezik, és a növekedés lelassul (Suman, 2021). A mangán túlzott jelenléte a gyökerek vas-felvételére negatívan hat (Moosavi és Ronaghi, 2011). A szója kimondottan érzékeny a mangán-hiányra (Marschner 1995).

A bór (B) a sejtfalak integritását, a szénhidrát-transzportot, valamint a virág- és hüvelyképződést befolyásolja. Bórhiány esetén a szója virágai nem alakulnak ki megfelelően, és a magképzés is csökken. Onnan láthatjuk, hogy hiányban szenved, ha a levélcúcsok elkezdnek sárgulni, pödrődnek, az erek között klorózis alakul ki. A hajtáscúcs növekedésében leáll. A levelek elhalt foltosak, a levélszélek meghajlanak, és a szártagok (internódiumok) megrövidülnek. A cink (Zn) szerepe többek között a fehérjészintézis, a DNS/RNS-anyagcsere és hormonális szabályozás támogatása. Hiánya csökkentheti a mag olaj- és fehérjetartalmát is. A vas (Fe) a cikk szerint alapvető elem a hem- és citokrómfehérjékben, valamint fontos a nitrogénkötő enzimek működésében (pl. nitrogénáz). Vas hiányakor és erős UV sugárzáskor klorózis jelentkezik a fiatal leveleken. Ez az új és a felső leveleken mutatkozik meg, ha súlyosodik, akkor a sárga levelek kifehérednek az erek mentén. A levelek szélén barna-fehér nekrotikus foltok jelennek meg (Suman,2021). Egy kísérletben, amit Törökországban végeztek, a vas trágyázás pozitív hatással volt a szója növekedésére és a hozamra (Caliskan et al., 2008). A molibdén (Mo) kiemelt szerepet játszik a nitrogén-fixációban, mivel a nitrogénáz enzim egyik kofaktora. Amennyiben hiány van belőle, a nitrogénhiányhoz hasonló tünetek jelentkeznek. A levelek halvány zöldessárgákká és csavarodottá válnak. A hiány súlyosbodásával a levélszélek, a főerek és az erek közötti területek elhalnak (De Jesús Lacerda et al., 2017, Suman, 2021). A kobalt (Co), nikkell (Ni), klór (Cl) kisebb szerepet kapnak, de fontosak bizonyos enzimatikus folyamatokban. A klór például ionegyensúlyt biztosít, kobalt és nikkell pedig részben a nitrogénkötéssel összefüggő mikrobiális folyamatokhoz szükségesek (Suman, 2021).

Abban az esetben van szükség mikroelemek pótlására, ha antagonizmus lép fel. Magas kalcium tartalmú talajoknál lehet gátolt a bór, réz, vas, kálium, magnézium, mangán és a cink felvétele (Hoffmann,2022). Sushil és munkatársai (2021) szerint a talaj pH-ja, szerkezete, szervesanyag-tartalma mind befolyásolja a mikrotápanyagok hozzáférhetőségét. A lúgos talajokban a vas és a cink oldhatósága csökken, ami klorózist eredményezhet. A túlzott foszfortrágyázás antagonista hatást válthat ki, ezzel gátolja a cink felvételét. Az előző fejezetben taglalt Preisler és munkatársai eredményeivel összhangban Sushil és munkatársai (2021) is kiemelik, hogy a szója fejlődése szempontjából az ideális talaj-pH 6,0 és 6,8 közé esik. Továbbá azt is megállapították, hogy a Rhizobium baktériumok aktivitása szoros összefüggésben áll a mikroelemekkel. A molibdén és a vas különösen fontosak a nitrogénáz enzim működéséhez, míg a kobalt közvetett módon serkenti a gümők kialakulását. Ez azt jelenti, hogy ha megfelelő

mennyiségben elérhető a növénynek a megfelelő tápanyag, a gümőképződés fokozódik, ezáltal megnöveli a biológiai nitrogénkötést és a növény fehérjetartalmát.

## **2.15 A trágyázás környezetvédelmi szempontjai**

A mesterséges nitrogén- és foszfortrágyákkal az a gond, hogy ha vízfolyásokba jut, akkor környezetterhelést okozhat. Az életciklus elemzés, amit Madhja Pradeshban végeztek, arra mutatott rá, hogy a globális felmelegedés, a fosszilis erőforrások kimerülése, a talaj használatának változása és a vízi eutrofizáció mind környezeti problémáknak számítanak a szója termesztése során. Ebben az elemzésben megállapították, hogy frissvízi rendszerekben 0,16–0,21 kg P-ekvivalens/hektár, tengeri rendszerekben 0,38–0,80 kg N-ekvivalens/hektár értékben jelentkezik, ami már ökotoxikusnak számít. (Nihal et al., 2025). Kínai tanulmány alapján egy tonnányi szója előállításához szükséges kémiai műtrágyák használata és a velük járó energiahasználat szennyezi a vízminőséget (savasodás, édesvízi ökotoxicitás, rákkeltő és nem-rákkeltő szennyezőanyagok) (Zhang et al., 2023).

A rendszeresen végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a szója előállításának környezeti terhe, főleg a talaj savanyodása és a vízi eutrofizáció kockázata, valamint az üvegházhatású gázok kibocsátása egyértelműen csökkenthető a precíz trágyázási stratégiákkal (Srivastava et al., 2025). Azt mondhatjuk tehát, hogy a trágyázásnál fontos, hogy tudatosan, megfelelő agrotechnikai szemléletet alkalmazzunk, figyelembe véve a termelési célokat, és a talaj-, víz-, és levegőminőség hosszú távú fenntartását.

## **2.16 A ProPlanta tápanyag-utánpótlási szaktanácsadási rendszer**

A ProPlanta egy szaktanácsadási rendszer, mellyel optimalizálható a tápanyagfelhasználás, és ezzel jelentős környezetkímélés érhető el. A ProPlanta - Költség és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszer nemzetközi elismerésben részesült 2025-ben. A rendszer 60 év szántóföldi kutatást összegez, és 150 növénykultúrára ad javaslatot a trágyázásra. Becslések alapján az elmúlt évtizedekben legalább 2500 tonna nitráttal és 15 000 tonna foszfáttal kevesebb lett kijuttatva a talajba (<https://www.agroinform.hu/szantofold/magyar-szoftver-a-vilag-elvonalaban-fao-dij-a-proplantanak-86320-001>). A gyakorlat-orientált szaktanácsadás meghatározza a kijuttatandó makro- (N, P, K) és mikrotápanyagok (Mg, Zn, Cu, Mn, B) pontos mennyiségét és az optimális kijuttatási időzítését. Rendelkezik egy szabadalmazott,

mesterséges intelligencián alapuló rendszerrel. A több évtizedes kísérleti adatbázis eredményeivel összevetve elemzi a terület paramétereit. Ez alapján meghatározza az adott körülményekhez illeszkedő optimális tápanyagmennyiségeket, figyelembe veszi a tápanyagok kölcsönhatásait és az antagonizmus elkerülését (<https://proplanta.hu>).

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A szója tápanyag-gazdálkodásáról szóló kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem NTTI Iregszemcsei Állomásán, a V5Y2N-1-15 MePar kódú táblán zajlott. A kísérlet időtartama 2015-től 2024-ig tartott. Az állomás legfőbb feladata a nemesítés, a fajtafenntartás, valamint a vetőmagtermesztés.



**6. kép:** A kísérlet helyszíne (Forrás: Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer, 2025.09.18.)

#### 3.1. A kísérlet beállításának módja és a kezelések időpontjai

Az elővetemény az első évben őszi búza, ezt követően pedig minden évben kukorica volt. Melléktermék nem keletkezett. A tarló és gyökérmaradványok aláforgatásra kerültek.

Minden évben november környékén történt egy szárzúzás tárcsával. Ezután jellemzően egy őszi mélyszántásra (28 cm) került sor, majd az őszi műtrágya bedolgozása következett. A kísérletben előírt kombinációban és dózisban április környékén tavaszi műtrágyaszórás történt, ami után bedolgozták az alpműtrágyát. Az időjárási körülményeknek megfelelően április végén vagy május környékén magágykészítésre került sor kombinátorral vagy ásóboronával. Ezt követően pedig a vetés következett. Minden évben Martina fajtát használtak 50 cm-es sortávolságra vetve.

A kijuttatott növényvédőszer, dózisa, és a kijuttatás ideje az 1.számú mellékletben látható.

A következő táblázatban szemléltetem az első vizsgálatot, melyre 2015.03.11-én került sor. A másik vizsgálat eredménye az 2. számú mellékletekben található.

**1. számú táblázat:** Talajvizsgálati eredmények (Forrás: Magyar Agrár és Élettudományi egyetem kaposvári laboratóriumi hálózat Talajtani laboratórium adatai alapján saját munka)

Megnevezés	K <sub>A</sub>	Humusz	CaCO <sub>3</sub>	pH <sub>KCl</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-k <sub>2</sub> O	Mg <sub>KCl</sub>	EDTA-Zn	EDTA-Cu	EDTA-Mn
		%	%		mg/kg					
Érték	46	2,60	8,0	7,20	192	142	147	0,59	2,34	48,4
Növénytől függő ell.		gyenge			jó	gyenge	jó	gyenge	kielégítő	kielégítő
Megj.	agyagos vályog		közepesen meszes	semleges						

Csernozjom talajon történt a kísérlet beállítása. A táblázatból látható, hogy a talaj típusa szerint agyagos vályog, melyet az arany-féle kötöttségi számmal határolták be, melynek értéke 46. Humuszellátottsága gyenge, mészellátottsága pedig közepes. Mivel a szója optimális fejlődéséhez 6–6,5 pH közötti talaj szükséges, a vizsgált terület semleges pH-ja megfelelő ennek a kultúrának. Réz és magnézium ellátottsága kielégítő.

Az időjárás alakulása a vizsgált időszak alatt a 3. számú mellékletben található havi bontásban.

### 3.2. Kezelések

A kísérlet szántóföldi kisparcellás formában, latin négyzetes elrendezéssel lett beállítva. Minden oszlopban és minden sorban egy kezelés csak egyszer fordulhatott elő. A tervezett főtermés 4t/ha, így tehát minden kezelésnél ez a cél volt kitűzve. A parcellák felezésre kerültek lombtrágya kezelés céljából. a kísérlet során az alábbi kezelések kerültek beállításra:

1. Kontroll: Viszonyítási alapként szolgált, ami megmutatta, hogy mekkora lett volna a termésmennyiség trágyázási beavatkozás nélkül.
2. Környezetkímélő: Célja a nitrát-kimosódás és a felesleges műtrágya kijuttatás elkerülése volt, miközben a termés hozamot gazdaságos szinten próbálta tartani.

3. Mérleg: Lényege, hogy támaszkodunk a talajra annak talaj tápanyagszolgáltató képességére. Figyelembe volt véve, hogy mennyit tápanyag lett kijuttatva a talajba, és hogy a kultúra mennyit használt fel. Célja az egyensúly megtartása, kiegészíteni a talaj tápanyagszolgáltató képességét.
4. Genézis-Térségi: A talajvizsgálat és a szója tápanyag igénye alapján szaktanácsadók által került meghatározásra.

A 2024-ben kijuttatott hatóanyag és műtrágya mennyisége (kg/ha) a 4. számú mellékletben megtekinthető.

### **3.3 Betakarítás**

A betakarítás módja parcella kombájnnal mintavétellel történt október környékén minden évben.

Egy kezelés mind a négy ismétléséből 1 kg tömegű átlagminták lettek képezve. A termésmennyiség nedvességtartalma 13%-ra lettek equalizálva.

### **3.4. Az eredmények kiértékelésének módja**

A tíz év folyamán minden évben készült jelentés az aktuális évről. A jelentés adatait egy Excel táblázatba gyűjtöttem, mely alapján többtényezős variancia analízis, főkomponens (PCA) analízis, és regresszió analízis került lefuttatásra.

## 5. 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. A szója termésmennyiségének alakulása

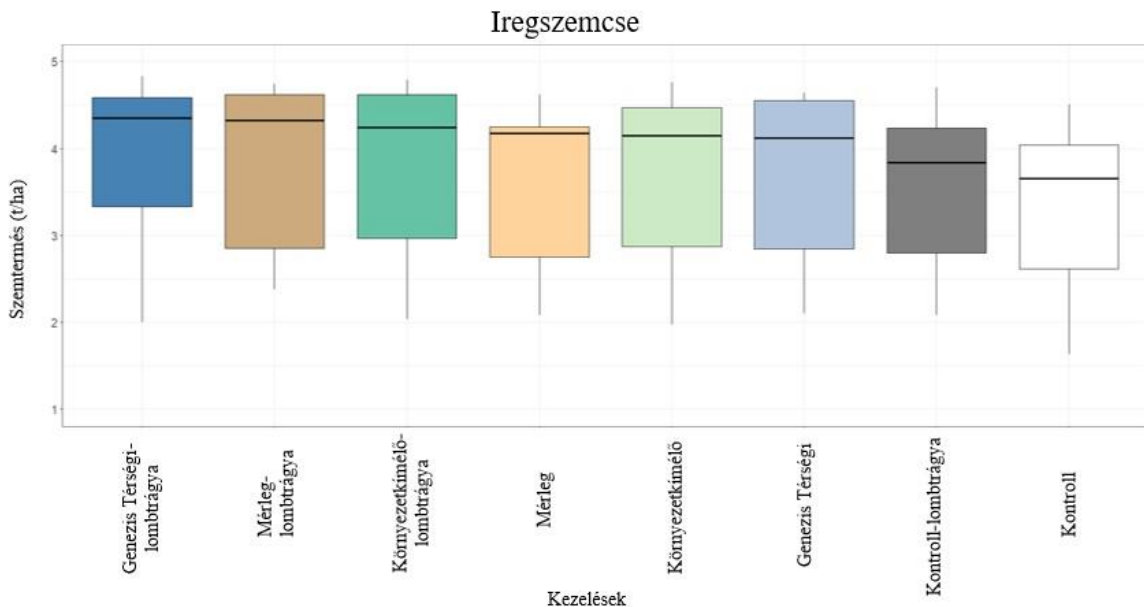
A Box plot ábrán a mediánok között nem sok különbséget láthatunk. A legmagasabb medián értékkel, és legkisebb szóródással a *Genesis Térségi Lombtrágya* rendelkezik, melyek esetében szinte eléri átlagosan a 4,5 tonnát hektáronként. A legalacsonyabb a 3,7 tonna körüli érték, melyet a *Kontroll* kezelés eredményezett.

Minden kezelés jobb hozamot ad, mint a *Kontroll*. Egyedül a *Kontroll lombtrágya* áll hozzá közel, ami azt jelenti, hogy a különböző kezelések alkalmazása valóban eredményezett termésmenővekedést.

A *Környezetkímélő* és a *Környezetkímélő lombtrágya* kezelés 4,2-4,3 t/ha körüli értéket mutatnak, amely egy közepes eredmény, tehát kompromisszum lehet a fenntarthatóság és a gazdaságos termesztés szempontjából.

A kísérlet 10 éven át tartó adagyűjtése alapján azokat a technológiákat érdemes választani, melyeknél az adatok 50%-ának szóródása a legszűkebb.

4. ábra: A szója termésmennyiségének alakulása Iregszemcsén 2015-2024 között (t/ha)



## 4.2. A talajállapot és környezeti tényezők hatása a szemtermésre

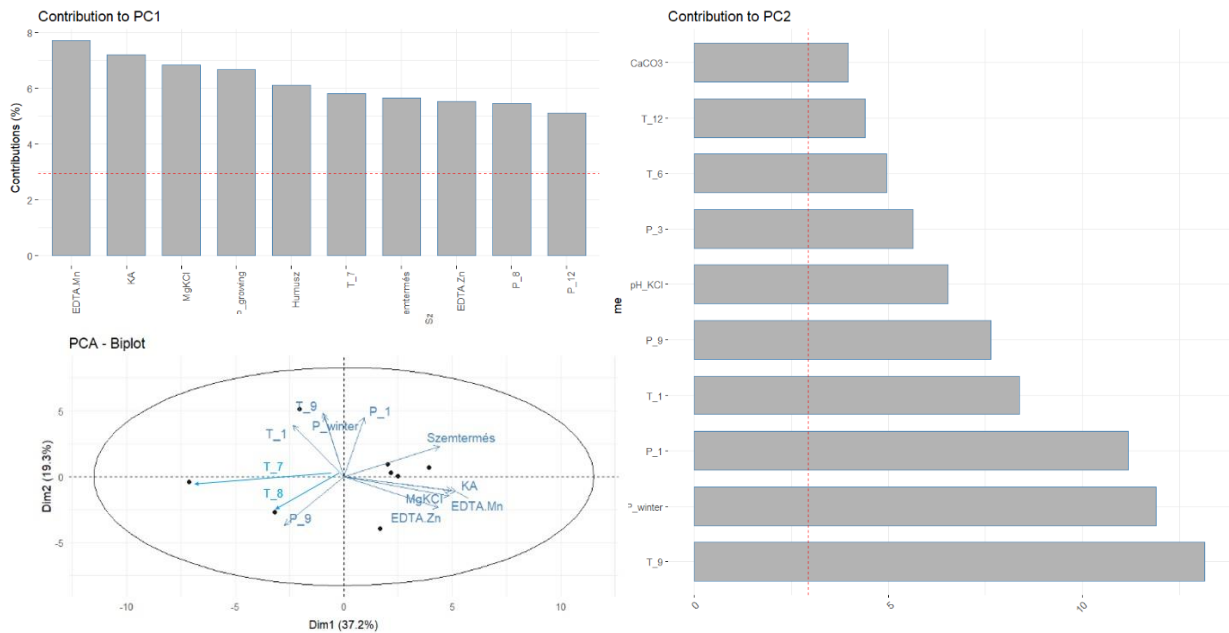
A talajállapot és környezeti tényezők hatását a főkomponens-analízis (PCA- Principal Content Analysis) lefuttatása általi elemzés mutatja. Az ábrán a lefontosabb tíz-tíz tényező van ábrázolva.

Az első főkomponenst (PC1) legerőteljesebben a talaj mangán-tartalma (EDTA Mn) befolyásolja. A talaj kötöttsége (KA) és az MgKCl (a talaj magnéziumtartalma, mely a növények számára elérhető) is jelentős hatással vannak a termésmennyiségre. Az elemzett komponenst jelentősen befolyásolja még a csapadék a vegetációs időszakban (P\_growing), hiszen ahogyan a szakirodalomban is említettem (Novák, 2022; Ábrahám, 2019; Vári, 2018, Balikó, 2018, Hoffmann, 2022, Preisler & Zhang, 2024), a szója őshonosságából fakadóan egy vízigényes növény. A humusz, a kicserélhető kationok, valamint a magnézium és mikroelemek megfelelő mennyisége kulcsszerepet játszanak a magas hozam elérésében. Ez azt jelenti, hogy a talaj termőképességének fenntartása és javítása, mint például szervesanyag-visszapótlás, mikroelem-pótlás, kiegyensúlyozott tápanyag-gazdálkodás, a szója termesztésének egyik legfontosabb tényezője. Tehát a PC1 dimenzió alapján a szója terméshozamát elsősorban a talaj tápanyag-ellátottsága és minősége határozza meg.

A második főkomponenst (PC2) legnagyobb mértékben a szeptemberi hőmérséklet (T\_9) határozza meg. Ekkor történik az érés és az olajteltődés, így jobban kedveli a meleg, száraz időjárást. Azonban, mint ahogyan az eredmény is mutatja, ha túl meleg van szeptemberben, ronthat a minőségen. Ez alapján megállapítható, hogy a szója termesztésére a klimatikus hatások nagyban befolyásolják a végeredményt. A P\_winter és a P\_1 azt mutatják meg, hogy mivel a szója vízigényes, jobb termésekre lehet számítani azokban az években, amikor csapadékosabb a téli időszak, hiszen a talaj feltöltődik vízzel.

A PC1 és PC2 együttesen a variancia 46,5%-át magyarázza. A Dim1 (37,2%) azt ábrázolja, hogy a hozam a talaj tápanyag-ellátottságával van egy csoportban, míg a Dim2 (9,3%) az időjárási tényezőket mutatja meg. A gömb ábrán láthatjuk, hogy a T\_7 és a T\_8, tehát a júliusi és az augusztusi hőmérséklet emelkedése negatívan hat a szója termésmennyiségére, melyet a szakirodalomban tett emlitésem is alátámaszt (Novák, 2022; Ábrahám, 2019; Vári, 2018; Hoffmann, 2022).

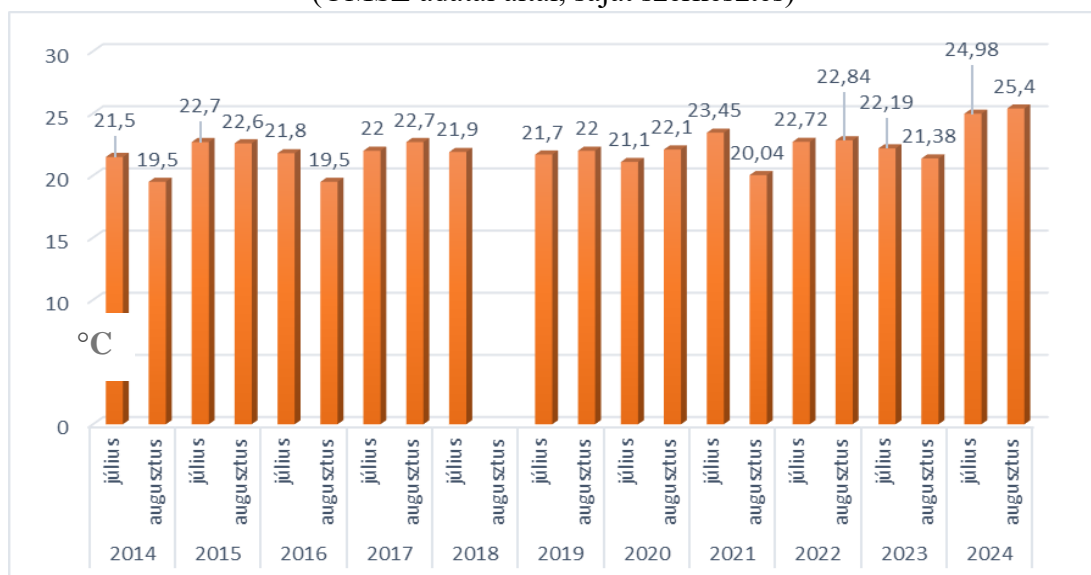
**5. ábra:** A talajállapot és a környezeti tényezők hatása a szemterméren Iregszemcsén 2015 és 2024 között a főkomponens-analízis (PCA) által



A 6. ábrán láthatjuk, hogy a vizsgált idő alatt Iregszemcsén mennyi volt az átlagos hőmérséklet a kritikus hónapokban.

Megállapíthatjuk, hogy komoly termelési kockázatot hordoz magában a szója termesztése Magyarországon és Iregszemcsén a változó klimatikus viszonyok, és az egyre melegebb nyarak miatt.

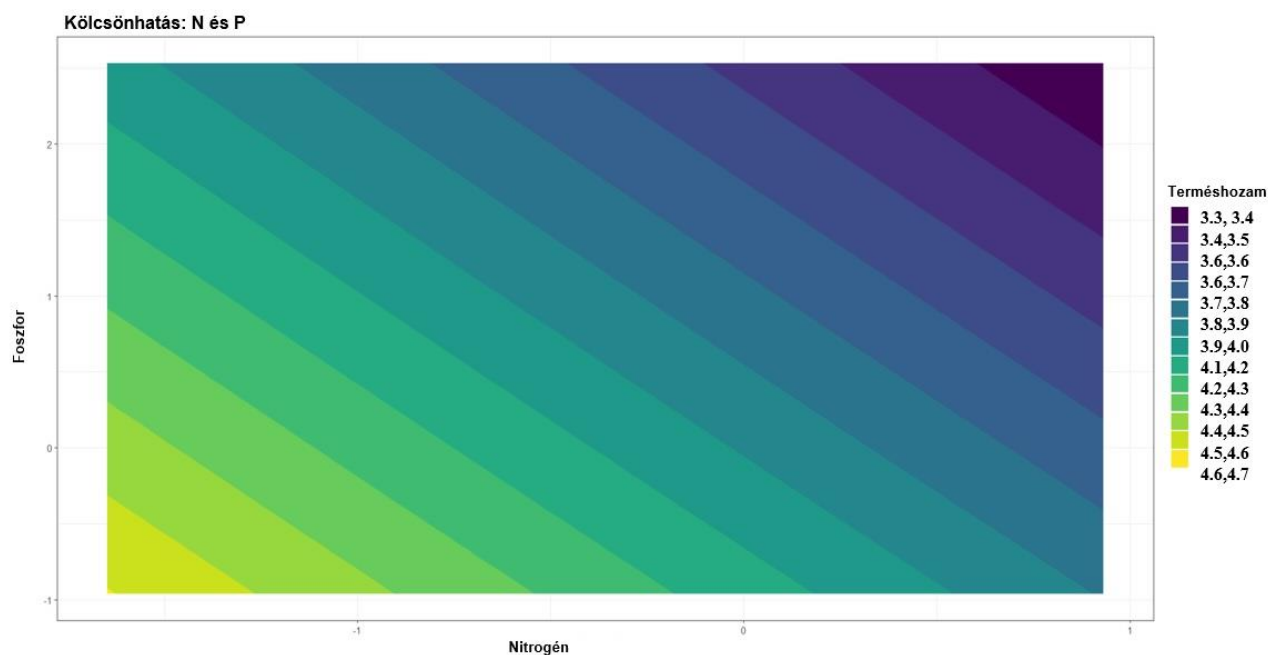
**6. ábra:** Júliusi és augusztusi átlaghőmérséklet Iregszemcsén 2015 és 2024 között (OMSZ adatai által, saját szerkesztés)



### 4.3 Nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása

Csernozjom talajon nem javasolt a túlzott nitrogéntrágyázás, mivel ez a talajtípus eleve jó tápanyag-ellátottsággal rendelkezik. A *Rhizobium* baktériumoknak köszönhetően a növény a légkörből részben fedezi magának a szükséges mennyiséget. A modellben láthatjuk, hogy ahogy ha arányosan kevesebb nitrogén és foszfor áll rendelkezésre, ott lenne a legjobb a termés eredménye 4,6 és 4,7-es értékkel. A termés folyamatos csökkenést mutat, ha az N és P kijuttatás emelkedik. A túlzott P trágyázás szintén gátolja a nagyobb hozamok kialakulását. Ez alapján megállapíthatjuk, hogy ennél a kultúránál nem érdemes magas N- és P-szinteket biztosítani csernozjom talajokon, mert nem növelik a hozamot, sőt, akár vissza is foghatják a termést.

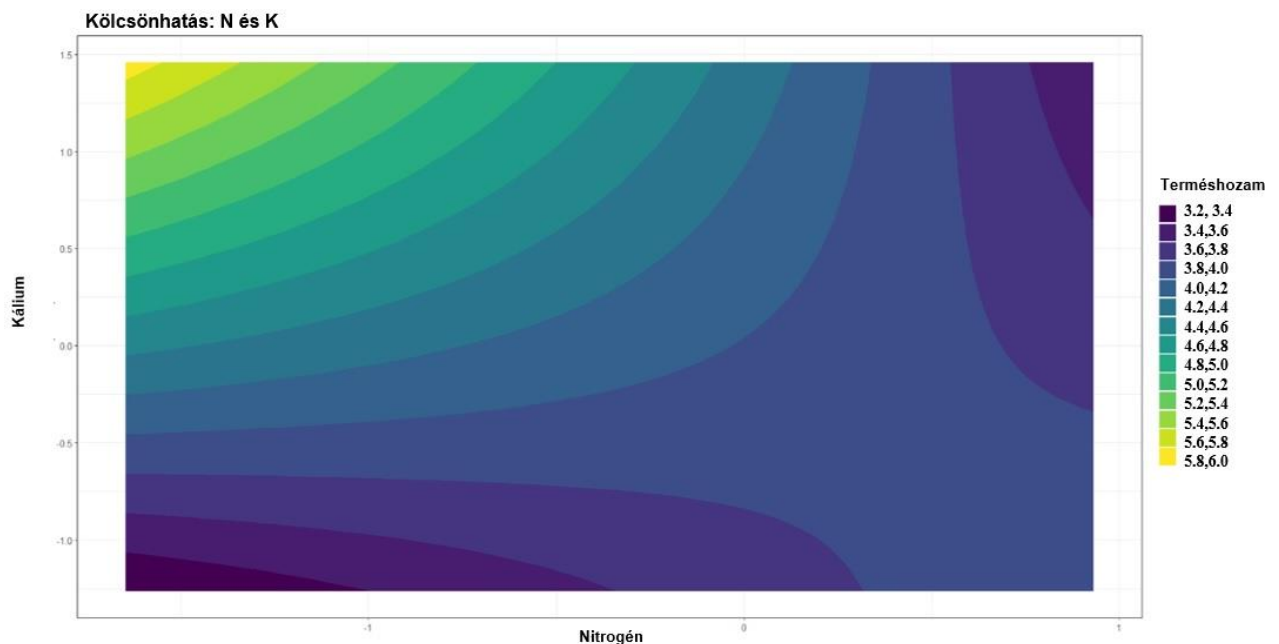
**7.ábra:** Nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása



#### 4.4. Nitrogén és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása

Legjobb termést (5,8-6,0 t/ha) a sárga és zöld tartomány mutatja meg, melyekre alacsony nitrogén, és magas kálium szint a jellemző. A kálium folyamatos növelésével (ami különösen fontos, hiszen talajaink kálium ellátottsága nem túl jó), és alacsony nitrogén szint mellett a termés láthatóan növekszik. Magas nitrogén és minimális kálium mennyiség esetén érhető el a legrosszabb termés (3,2-3,6 t/ha).

**8. ábra:** Nitrogén és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása

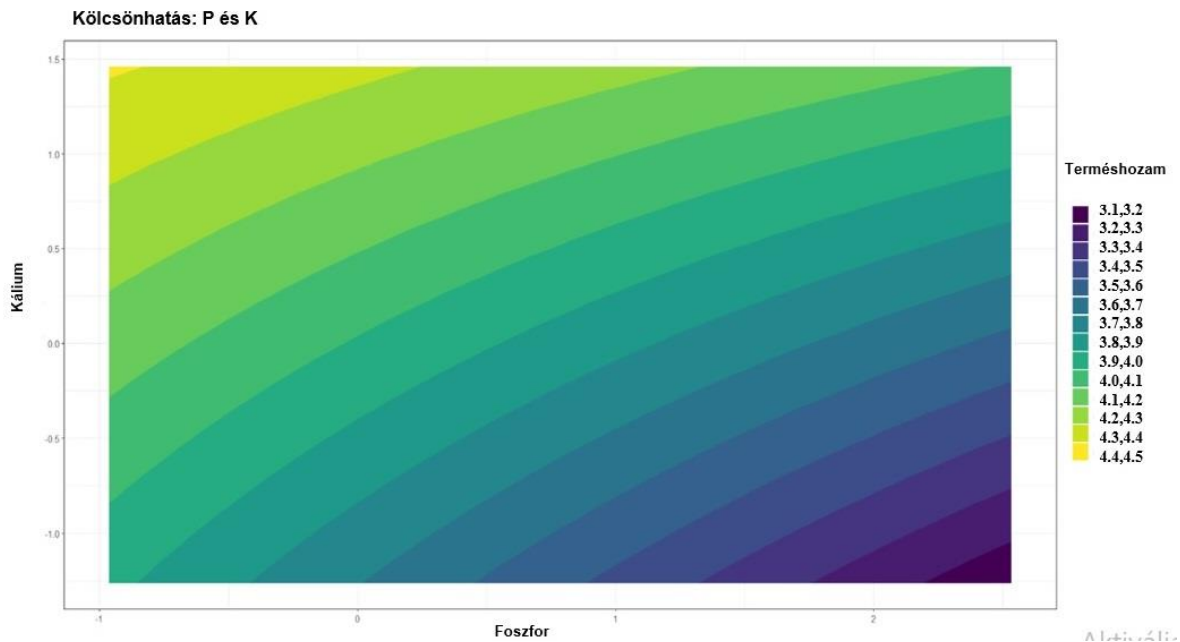


#### 4.5. Kálium és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása

A kálium mennyiségének növelése kifejezetten kedvezően hat a szója termesztésére, ezzel szemben a túlzott foszforszint negatív hatást gyakorol a termésre. A legnagyobb termés (4,4–4,5 t/ha) magas káliumszint és alacsony foszforszint esetén jelenkezhet. Alacsony kálium- és magas foszforszint esetén a terméseredmények a gyorsan romlanak a modell szerint (3,1-3,2 t/ha). Ha a talaj P-ellátottsága jó, érdemes mérsékelni az adagot, a kálium pótlása pedig kiemelten fontos a jó hozam érdekében.

Összességében Iregszemcsén, csernozjom talajon káliummal fokozható a termésmennyiség. Foszforral már kevésbé elérhető ez a hatás, nitrogénnel pedig akár negatívan is hathatunk. Fontos kiemelni, hogy a kísérlet folyamán az állomány oltott volt *Bradyrhizobium japonicum* baktériummal, és a talajvizsgálatokon a talaj K ellátottsága gyenge értékelést kapott.

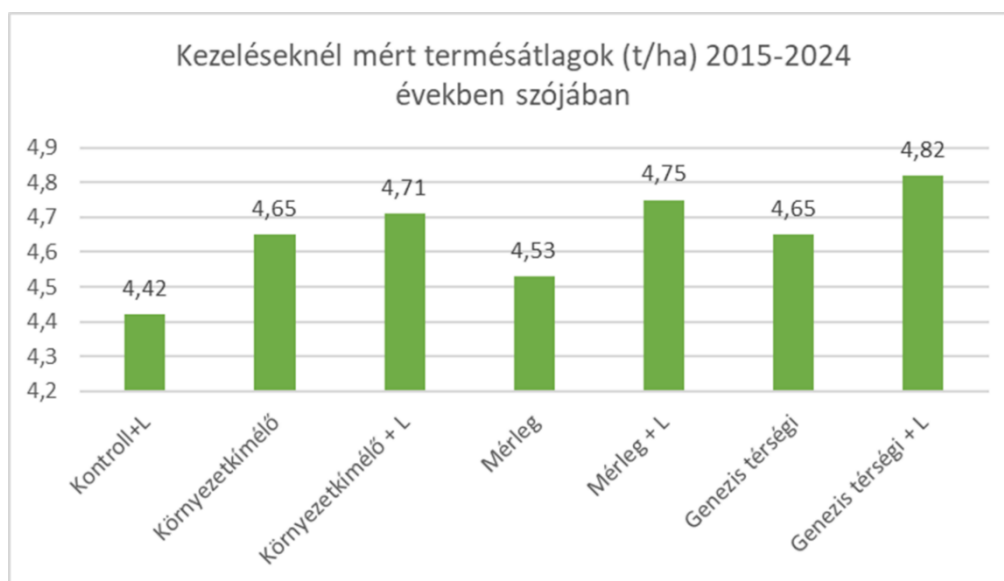
**9.ábra:** Kálium és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása



#### 4.6. A kezeléseknél mért termésátlagok alakulása 2015 és 2024 között (t/ha)

Az ábrán látható, hogy az évek folyamán jelentős különbséget mutatnak az egyes kezelések. Legjobb eredményt a Genezis-Térségi Lombtrágyázott kezelés hozta. Nem sokkal marad el tőle a Mérleg Lombtrágyázott és a Környezetkímélő Lombtrágyázott, tehát mindenképp érdemes a levéltrágyázást alkalmazni a bizonyos szemléletekkel összhangban.

**10. ábra:** Kezeléseknél mért termésátlagok (t/ha) 2015 és 2024 között (saját szerkesztés)



## 6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- ✓ A Box-plot ábra megmutatta, hogy a *Kontroll* és a *Kontroll–lombtrágya* kezelések között valóban van különbség termésmennyiség tekintetében. Tehát csernozjom talajon már csak egy levéltrágyázásnak is van pozitív hatása. Amennyiben a gazdálkodónak nincs elegendő forrása komplex talajtrágyázásra, érdemes lehet a levéltrágyákat alkalmazni.
- ✓ Csernozjom talajon érdemes a mangán, a cink és a magnézium pótlására nagyobb figyelmet fordítani, és olyan lombtrágyákat célszerű kijuttatni, amelyek ezeket az elemeket tartalmazzák. Tehát a szervesanyag-visszapótlás, mikroelem-pótlás, kiegyensúlyozott tápanyag-gazdálkodás a szója termesztésének egyik legfontosabb tényezője.
- ✓ A vizsgálatok szerint a legnagyobb termésbiztonságot a Genézis Térségi lombtrágya kezelés adta. A trágyázott kezelések között nem volt statisztikailag igazolható különbség, de bármelyik trágyázási forma által növelhető a terméshozam, különösen a lombtrágyázott változatok esetében.
- ✓ A csapadék kifejezetten fontos szójatermesztésnél. Azokban az években, amikor télen sok csapadék volt, pozitívan hatott a termésmennyiségre. A növekedési-és a vegetációs időszak alatt érdemes lehetne öntözni, hiszen ezen időszakok nagy mértékben befolyásolják a terméshozamokat.
- ✓ A szója nem igényli a nagy mennyiségű nitrogént, sőt, a túlzott N-ellátás depresszívén hat a termésre. Emiatt a környezetkímélő kezelések alkalmazása javasolt, vagyis visszafogottabb trágyázási stratégiát érdemes követni.
- ✓ A foszforellátottság a vizsgált területen megfelelőnek mondható, azonban a kálium pótlása különösen fontos. A szója érzékeny a káliumra, és mivel például az iregszemcsei talajok káliumellátottsága csak gyenge–közepes értékelést kapott a talajvizsgálaton, a K-trágyázás a termésnövelés kulcsa lehet.
- ✓ Elmondhatjuk tehát, hogy nem a nitrogén, hanem a kálium pótlása a legfontosabb tényező a termésmennyiség növelésében.
- ✓ Minden esetben fontos talajvizsgálatot végezni megfelelő időközönként. A hozam alakulása több tényezőtől is függ. A különböző szemléletű műtrágyázások megmutatták, hogy nem mindegy miből mennyit juttatunk ki, a kiegyensúlyozott trágyázás, a mikroelemek pótlása pedig fontos jelentőséggel bírnak.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

A szója (*Glycine max*) az egyik legfontosabb fehérje- és olajnövény világszerte. Fontos szerepet kap a takarmányozásban és az élelmiszerbiztonságban is.

Kutatásom a szója hozamának összehasonlító elemzése csernozjom talajon különböző trágyázási szemléletek mellett. Célom feltárni a hosszabb távú tendenciákat és összefüggéseket a környezeti elemek, a tápanyagutánpótlás és a termésmennyiség viszonylatában. Célom még meghatározni, hogy a térségben mely trágyázási szemlélet jelenti a gazdálkodó számára a legnagyobb termesztési biztonságot.

A kísérlet vizsgálatai 2015 és 2024 között zajlottak Iregszemcsén. Négy kezelést alkalmaztak: Kontroll, Környezetkímélő, Mérleg szintű és Genезis-Térségi. A kísérlet során megfelelő időközönként talajvizsgálatok is végezve voltak. A vizsgálatok az MTA-TAKI Országos hálózati modell környezetkímélő műtrágyázási rendszer kidolgozása keretében, valamint a Genезis termékek szántóföldi kisparcellás vizsgálata programhoz kapcsolódva zajlottak, szója tápanyag-gazdálkodási kísérletként.

A kiértékelés többtényezős variancia analízis, főkomponens (PCA) analízis, és regresszió analízis segítségével került kiértékelésre.

A többtényezős varianciaanalízis eredménye szerint mindenképp ajánlott lombtrágyázni, hiszen jelentős különbség mutatkozott a Kontroll és a Kontroll Lombtrágya kezelés között. A többi kezelés között statisztikailag igazolható jelentős különbség nem mutatkozott. Ennek ellenére a Kontrollhoz viszonyítva megállapításra került, hogy a kezelések minden esetben emelték a termésmennyiséget. Legjobb eredményt a Genезis-Térségi Lombtrágya kezelés adta.

A PCA elemzés alapján látható, hogy a talaj állapota és a környezeti tényezők jelentősen hatnak a terméshozamra. Csernozjom talajon a mangán- és magnézium tartalom, a kötöttség és a humusztartalom mind jelentős befolyással bírnak. A csapadék a vegetációs időszakban fontos, illetve amennyiben júliusban és augusztusban nagy hőség és aszály van, szemtermés mennyiség csökkenésére lehet számítani. A dimenzió alapján az olaj telítődés időszakában, vagyis szeptemberben is fontos a szója számára megfelelő hőmérséklet. Ez alapján megállapíthatjuk, hogy komoly termelési kockázatot hordoz magában a szója termesztése Magyarországon, illetve Iregszemcsén a változó klimatikus viszonyok, és az egyre melegebb nyarak miatt.

A regresszió analízis eredménye azt mutatta meg, hogy csernozjom talajon, ahol jó a N-ellátottság, nem ajánlott a túlzott trágyázás. A termésmennyiség folyamatos csökkenést

mutatott, ahol a N és P emelkedett. Nem csak a nitrogén, de a foszfor túlzott jelenléte is negatív hatással jár. Ebből kifolyólag ha a talaj P-ellátottsága jó, érdemes mérsékelni az adagot, így javasolt a környezetkímélő trágyázási szint használata. A kísérlet helyszínén a kálium ellátottság gyenge volt, így a kálium folyamatos növelésével a modell szerint emelkedhet a termésmennyiség.

A tíz év átlagát tekintve a legjobb terméshozamot a Genézis-Térségi Lombtrágyázott kezelés hozta. Nem sokkal marad el tőle a Mérleg Lombtrágyázott és a Környezetkímélő Lombtrágyázott, tehát mindenképp érdemes a levéltrágyázást alkalmazni a bizonyos szemléletek mellett.

Nem csak az a fontos, hogy nyereségesen termeljünk, hanem hogy termelésnél tudatosan figyelembe vegyük a talaj tápanyag-ellátottságát, igyekezzünk csökkenteni a környezeti terhelést, ezáltal megőrizni a talaj termékenységét a jövő nemzedékének.

## 8. 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném kifejezni őszinte hálámat Dr. Hoffmann Richárd egyetemi docensnek, aki szakmai tudásával, tanácsaival és folyamatos támogatásával segítette szakdolgozatom elkészítését!

Külön köszönet illeti Dr. Somfalvi-Tóth Katalin egyetemi adjunktust, aki segített az adatok kiértékelésében!

Köszönet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (kaposvári campus) Növénytermesztési-Tudományok Intézetének, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem NTTI Iregszemcsei Állomásának és munkatársainak, valamint a péti Nitrogénművek Zrt.-nek, akik munkája által létrejöhetett a szakdolgozatom!

Hálás vagyok a családomnak, akik mindig mellettem álltak, valamint édesapámnak, akinek életpéldája mindig irányt mutatott számomra.

## 9. 8. IRODALOMJEGYZÉK

- Ábrahám É. (2019): A szója minőségét meghatározó tényezők elemzése. Mezőhír. <https://mezohir.hu/2019/04/10/a-szoja-minoseget-meghatarozo-tenyezok-elemzese>
- Ábrahám É. B. (2024): Mire figyeljenek szójatermesztéskor? AgrárUnió, Forrás: <https://www.agrarunio.hu/hirek/novenytermesztes/11992-mire-figyeljenek-szojatermeszteskor>
- Aranyi N., Mándi L. (2019): A szójaoltás jelentősége és várható hozadékai. Agroforum Online. <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/a-szojaoltas-jelentosege-es-varhato-hozadekai>
- Balikó S. (2014): A szója egyetemes és hazai története. Agro napló, 18, 1:68-70.3
- Baliko S. (2018): A szójatermesztés kritikus technológiai elemei. Agro Napló Extra 74, 86-88. [https://magyarszoja.hu/pdf/Dr\\_Baliko\\_Sandor\\_\\_A\\_szojatermesztes\\_kritikus\\_tecnologiai\\_elemei.pdf](https://magyarszoja.hu/pdf/Dr_Baliko_Sandor__A_szojatermesztes_kritikus_tecnologiai_elemei.pdf)
- Balikó S. (2018): A szója termesztése: Kritikus technológiai elemei. Agroforum online, 74. extra, 86-88.
- Balikó S. (2018): A szójatermesztés kritikus technológiai elemei. Agroforum Extra, 74, 86-88.
- Balikó S., Popovics T., Tóth G. (2014): A szója feldolgozása. Agro Napló Mezőgazda Kiadó 2014 október, 64-65. <https://magyarszoja.hu/wp-content/uploads/2014/10/AN-1409.pdf>
- Bárány S. (2013): A szójatermesztés technológiai kérdései. <https://magyarszoja.hu/tudastar/tecnologiaik>, <https://magyarszoja.hu/wp-content/uploads/2014/06/bsomek.pdf>
- Bender R. R., Haegele J. W., Below F. E. (2015): Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern soybean varieties. Agronomy Journal, 107(2), 563–573. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0435>
- Binbin Q., Suyu C., Zhen F. , Liang C., Xin L., Chenye F., Yuxian Z., Xijun J.(2025): Effects of nitrogen application levels on soybean photosynthetic performance and yield:

Insights from canopy nitrogen allocation studies. *Field Crop Research*, Volume 326. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109871>

- Birkás M. (2017): *Földművelés és földhasználat*, Mediaworks Hungary Zrt., Budapest, ISBN: 978-963-286-752-6
- Caliskan, S. – Ozkaya, I. – Caliskan, M. E. – Arslan, M. (2008): The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. *Field Crops Research*. Vol. 108, Issue 2, 126-132.
- De Jesús Lacerda J. J., Lopes L. O., Rambo T. P., Marafon G., De Oliveira Silva A., De Souza Lira D. N., Hickmann C., De Lima Dias K. G., and Bottan A. J., (2017): Soybean Yield Responses to Micronutrient Fertilizers. *Soybean-The Basis of Yield, Biomass and Productivity*, <https://www.yaracanada.ca/crop-nutrition/soybean/nutrient-deficiencies/phosphorus-deficiency-soybean/>.
- Dóka L. (2022): A szója vetése és vetéstechnológiája körüli kérdések, tanácsok. *Agrárágazat*, 2022/2 lapszám
- Esper M., Lara L., Oliveira S., Santos R., Braccini A., Inoue T., Batista M. (2021): Nutrient Removal by Grain in Modern Soybean Varieties. *Frontiers in Plant Science*, Volume 12-2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.615019>
- Fraanje, W., & Garnett, T. (2020): Soy: Food, feed, and land use change. *Foodsource: Building Blocks*. Food Climate Research Network. Page 8. [https://www.tabledebates.org/sites/default/files/2021-12/FCRN%20Building%20Block%20-%20Soy\\_food,%20feed,%20and%20land%20use%20change%20\(1\).pdf](https://www.tabledebates.org/sites/default/files/2021-12/FCRN%20Building%20Block%20-%20Soy_food,%20feed,%20and%20land%20use%20change%20(1).pdf)
- Gaffield, K. N., Goodband, R. D., DeRouchey, J. M., Tokach, M. D., Woodworth, J. C., Denny, G., Slipher, C., Krishnan, H. B., & Gebhardt, J. T. (2024): Review of soybean processing byproducts and their use in swine and poultry diets. *Translational Animal Science*, 8, 1–8. <https://doi.org/10.1093/tas/txae063>
- Gai, Y., Liu, S., Zhang, Z., Wei, J., Wang, H., Liu, L., Bai, Q., Qin, Q., Zhao, C., Zhang, S., Xiang, N., & Zhang, X. (2025): Integrative approaches to soybean resilience, productivity, and utility: A review of genomics, computational modeling, and economic viability. *Plants*, 14(5), 671. <https://doi.org/10.3390/plants14050671>

- Gönczi K. (2025): Elfogadták a GMO-t, kivégzik a hagyományos szóját? Mezőhír. <https://mezohir.hu/2025/07/09/agrar-gmo-hagyomanyos-szoja-elelmiszer-mezogazdasag>
- Hamed, R., & Zhang, Y. (2025): One-third of the global soybean production failure in 2012 attributable to anthropogenic climate change. *Nature Communications*, 16(1), 171. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-07405-8>
- Hoffmann R., Varga Cs. (2022): A szója tápanyagigénye, NPK- és lombtrágyázási tapasztalatok. *Agrofórum Extra* 93., 132-134. [https://agroforum.hu/assets/uploads/woocommerce\\_uploads/2022/01/2022-01\\_EX93\\_OLAJ\\_-TOTAL-c2auzs.pdf](https://agroforum.hu/assets/uploads/woocommerce_uploads/2022/01/2022-01_EX93_OLAJ_-TOTAL-c2auzs.pdf)
- Hoffmann S. (2011): Ipari- és takarmánynövények termesztése. Debreceni Egyetem, Nyugatmagyarországi Egyetem, Pannon Egyetem. pp. 68-74
- Ivány, K. – Kismányoky, T. – Ragasits, I. (1994): Növénytermesztés – 3. Átdolgozott kiadás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 222-228
- Jobbágy P. (2013): A hazai bodízél-ágazat komplex elemzése [Értekezés a doktori (Phd) fokozat megszerzése érdekében. Kiadás helye: Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola Forrás: <https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/f8301aa7-2441-4851-84cf-f98e7cab8c50/content>
- Joshua V., Emerson N., Giovanni P. F. (2024): Soybean response to nitrogen fertilizer in different soils, *Crop, Forage & Turfgrass Management* Volume 10, Issue 2 e20304, <https://doi.org/10.1002/cft2.20304>
- Kolláth, I., Kovács, A., Nagy, J., & Balázs, J. (2024): Nitrogen fertilization effects on soybean yield and nitrogen use efficiency under European conditions. *Agriculture*, 15(15), 1654. <https://doi.org/10.3390/agriculture15151654>
- Marschner, H. (1995): Mineral nutrition of higher plants, 2nd edn. London, UK: Academic Press.
- Menglong B. , Y. Li, S. Wang, C. Huang, C. Wu, S. Liu (2023) Nitrogen stress alters trade-off strategies between reproduction and vegetative growth in soybean, *Brazilian Journal of Botany* 46(11). DOI:10.1007/s40415-023-00883-y

- Mohammad S., Yinglong C., Zakaria M. Solaiman, Kadambot H. M. Siddique (2024): Phosphorus fertilisation differentially affects morpho-physiological traits and yield in soybean exposed to water stress, Volume 504, pages 779–797. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06657-z>
- Moosavi A. A. – Ronaghi, A. (2011): Influence of foliar and soil applications of iron and manganese on soybean dry matter yield and iron-manganese relationship in calcareous soil. *Aust. J. Crop Sci.* 5(12): 1550-1556.
- Nihal S., Mohanasundari T. (2025). Assessment of the Environmental Impacts of Soybean Production within fields in Madhya Pradesh: A Life Cycle Analysis Approach Suman Bagale (2021): Nutrient Management for Soybean Crops, *Integrated Environmental Assessment and Management* 21(3) DOI:10.1093/inteam/vjae052
- Novák L. (2022): Gondolatok a szójáról, A növény termesztése nem könnyű, de minden megtanulható! , *Agrofórum Extra* 93., 136-138. old
- Nuray G. , Çağla Y. (2016): „Soybean processing and utilization” – *Journal of Food Science and Technology*, [https://www.researchgate.net/publication/321057629\\_The\\_Utilization\\_and\\_Processing\\_of\\_Soybean\\_and\\_Soybean\\_Products](https://www.researchgate.net/publication/321057629_The_Utilization_and_Processing_of_Soybean_and_Soybean_Products)
- Patil, S., Kumar, R., Meena, R. (2024). Impact of integrated nutrient management on soybean growth and soil fertility. *BMC Plant Biology*, 24, 5890. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05890-z>
- Preisler, A. C., Zhang, Z. (2024). Improving soybean germination and nodule development through seed treatment with S-nitrosoglutathione encapsulated in polymeric nanoparticles. *Plants*, 14(1), 17. <https://doi.org/10.3390/plants14010017>
- Radics, L. (1994). Szántóföldi növénytermesztés. *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kertészeti Kar.* 148. o. <https://mek.oszk.hu/01200/01216/01216.pdf>
- Ritchie, H. (2021). Is our appetite for soy driving deforestation in the Amazon? *Our World in Data.* <https://ourworldindata.org/soy>
- Sike B. (2025): Kell-e félnünk a GMO szójától? – A génmódosított szójával kapcsolatos EU-s és magyar szabályozás áttekintése, <https://sikebetti.hu/kell-e-felnunk-a-gmo-szojatal-a-genmodositott-szojaval-kapcsolatos-eu-s-es-magyar-szabalyozas-attekintese>

- Song, J., Zhang, Z., & Li, Y. (2024). Enhancing soybean yield stability and soil health through long-term mulching practices. *Field Crops Research*, 283, 108588. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108588>
- Szabó A. (2022): A szója növényvédelme és ápolása. *Agrárágazat* 2022/2. <https://agraragazat.hu/hir/agrar-szoja-vetestechnologia-betegseg-virus-mezogazdasag>
- Tatiana K., Diana E., Alvaro G., Bernardo G., Rodrigo A. Gutiérrez (2011): A holistic view of nitrogen acquisition in plants, *Journal of Experimental Botany*, Volume 62, Issue 4, February 2011, Pages 1455–1466 <https://doi.org/10.1093/jxb/erq425>
- Vári E. (2018): Érdemes-e öntözni a szóját? , *AgroNapó*. <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20180906/erdemes-e-ontozni-a-szojat-38466>
- Vidékfejlesztési Minisztérium Sajtóirodája (2013): A Nemzeti Fehérjeprogram célja a GMO-mentes szójatermesztés növelése Magyarországon, 2013. szeptember 22., <https://2010-2014.kormany.hu/hu/videkfejlesztési-miniszterium/agrargazdasagert-felelos-allamtitkarsag/hirek/a-nemzeti-feherjeprogram-celja-a-gmo-mentes-szojatermesztes-novelese-magyarorszagon>
- Wataru Y., Tomohisa S. , Yuichi A., Sachiko M. Arisa S. , Wataru S. , Ken S. , Kazufumi Y., Akifumi S. (2021): Nitrogen Deficiency-induced Bacterial Community Shifts in Soybean Roots, *Microbes Environ.* 2021;36(3). doi: 10.1264/jsme2.ME21004
- William S., Akiko A. (2007): History of World Soybean Production and Trade , Soyinfo Center, [https://www.soyinfocenter.com/HSS/production\\_and\\_trade1.php](https://www.soyinfocenter.com/HSS/production_and_trade1.php)
- Xiaodi W., Kuan C., Miaomiao Z., Yongkang G., Huimei H., Chao L., Yuanyuan F., Zihui F., Youning W., Xia Li (2022): GmNAC181 promotes symbiotic nodulation and salt tolerance of nodulation by directly regulating GmNINA expression in soybean. *New Phytologist*. Volume 236, Issue 2. <https://doi.org/10.1111/nph.18343>
- Xing X., Du H., Yang Z., Li X., Kong Y., Li W., Zhang C. (2022): GmSPX8, a nodule-localized regulator confers nodule development and nitrogen fixation under phosphorus starvation in soybean. *BMC Plant Biology*. <https://doi.org/10.1186/s12870-022-03556-2>
- Yongjie M., Nan W., Xin W., Zhimin Q., Huaqin K., Yuefeng G. (2024): GmbZIP4a/b Positively Regulate Nodule Number by Affecting Cytokinin Biosynthesis in Glycine

max. International Journal of Molecular Sciences. Int. J. Mol. Sci. 2024, 25(24), 13311.  
<https://doi.org/10.3390/ijms252413311>

- Zhang, Q., Hong, J., Zhang (2023): Environmental footprints of soybean production in China. Environ Dev Sustain 25, 9047–9065. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02424-1>
  - Internetes források:
- Global soybean production from 2008 to 2021- FAOSTAT GRAFIKON-  
<https://ourworldindata.org/grapher/soybean-production>
- <https://portal.nebih.gov.hu/-/magyarorszag-talajtipusai>
- <https://proplanta.hu>
- Iowa State University: Nutrient requirements – soybean. Integrated Crop Management Encyclopedia. <https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/nutrient-requirements-soybean>
- KSH adatok: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0080.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0080.html)

## **10. 9. ÁBRAJEGYZÉK/TÁBLÁZATJEGYZÉK**

1. ábra: A szójabab betakarított területe Magyarországon, hektárban kifejezve, 8. oldal
2. ábra: A szójabab termésátlaga Magyarországon, tonnában kifejezve hektáronként, 8. oldal
3. ábra: Szója termelése világszerte 2023-ban tonnában kifejezve, 9. oldal
4. ábra: A szója termásmennyiségének alakulása Iregszemcsén 2015-2024 között (t/ha), 24. oldal
5. ábra: A talajállapot és a környezeti tényezők hatása a szemtermére Iregszemcsén 2015 és 2024 között a főkomponens-analízis (PCA) által, 26. oldal
6. ábra: Júliusi és augusztusi átlaghőmérséklet Iregszemcsén 2015 és 2024 között, 26. oldal
7. ábra: Nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása, 27. oldal
8. ábra: Nitrogén és kálium közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása, 28. oldal
9. ábra: Kálium és foszfor közötti kölcsönhatás szemtermésre gyakorolt hatása, 29. oldal
10. ábra: Kezeléseknél mért termésátlagok (t/ha) 2015 és 2024 között, 29. oldal
1. számú táblázat: Talajvizsgálati eredmények, 22. oldal

## 11. 10. MELLÉKLETEK

### 1. számú melléklet: Alkalmazott növényvédelem 2015 és 2024 között

Védekezés ideje	Peszticid	Dózis
2015. május 8.	Wing P	3,5 l/ha
	Metric	1 l/ha
2016. április 28.	Wing-P	3,5 l/ha
	Metric	1 l/ha
2017.05.04.	Spectrum	1,0 l/ha
	Metric	1 l/ha
	Marsch	2,0 l/ha
2017.06.12.	Pulsar 40	1,0 l/ha
2018.05.22.	Spectrum	1,0 l/ha
	Sencor 600 SC	0,4 l/ha
	Command 48 EC	2,0 l/ha
2018.06.26.	Pulsar 40 SC	1,0 l/ha
	Benta 480 SC	2,0 l/ha
2019. május 24.	Pleegde	0,008 kg/ha
2019. június 24.	Pulsar 40 SC	1,0 l/ha
	Benta 480 SC	2,0 l/ha
2019. június 24.	Fury	0,1 l/ha
2020.05.05	Spectrum	1,2 l/ha
	Sencor 600 SG	0,5 l/ha
2020.06.08.	Select Super	1,2 l/ha
2020.06.15.	Benta 480 SL	2,0 l/ha
2021.05.22.	Spectrum	1,2 l/ha
	Sencor 600 SG	0,5 l/ha
2022.05.16.	Spectrum	1,5 l/ha
	Sencor 600 SG	0,5 l/ha
2023.05.04.	Spectrum	1,0 l/ha
	Sencor 600 SG	0,55 l/ha
	Fozát	2,0 l/ha
2023.06.13	Basagran	2,0 l/ha
2024. 05. 08.	Spectrum	1,0 l/ha
	Sencor 600 SC	0,55 l/ha
2024. 07. 04.	Select Super	1,6 l/ha

**2. számú melléklet: Talajvizsgálat eredménye 2021. október 11.**

**ProPlanta Környezetkímélő Parcellák**

Megnevezés	K <sub>A</sub>	Humusz	CaCO <sub>3</sub>	pH <sub>KCl</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-k <sub>2</sub> O	Mg <sub>KCl</sub>	EDTA-Zn	EDTA-Cu	EDTA-Mn
		%	%		mg/kg					
Érték	<b>42</b>	<b>1,81</b>	<b>6,21</b>	<b>7,0</b>	<b>294</b>	<b>381</b>	103	0,636	1,52	48
Növénytől függő ell.		igen jó	túlzott		igen jó	túlzott	jó	gyenge	kielégítő	kielégítő
Megj.	agyagos vályog		közepesen meszes	semleges						

**ProPlanta Mérleg Parcellák**

Megnevezés	K <sub>A</sub>	Humusz	CaCO <sub>3</sub>	pH <sub>KCl</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-k <sub>2</sub> O	Mg <sub>KCl</sub>	EDTA-Zn	EDTA-Cu	EDTA-Mn
		%	%		mg/kg					
Érték	42	2,13	5,94	7,16	283	462	96,0	0,33	1,62	57
Növénytől függő ell.		közepes			igen jó	túlzott	közepes	gyenge	kielégítő	kielégítő
Megj.	agyagos vályog		közepesen meszes	semleges						

**Genezis térségi parcellák**

Megnevezés	K <sub>A</sub>	Humusz	CaCO <sub>3</sub>	pH <sub>KCl</sub>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-k <sub>2</sub> O	Mg <sub>KCl</sub>	EDTA-Zn	EDTA-Cu	EDTA-Mn
		%	%		mg/kg					
Érték	41	2,32	5,4	7,19	276	315	99,0	0,53	1,71	60
Növénytől függő ell.		közepes			igen jó	túlzott	közepes	gyenge	kielégítő	kielégítő
Megj.	vályog		közepesen meszes	semleges						

**3. számú melléklet:** Az évek során mért csapadék és hőmérséklet adatok

2014	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)	2015	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)
I.	25,4	2,3	I.	48,6	2,35
II.	61,9	4	II.	32,4	2,08
III.	16,2	9,2	III.	15,2	6,2
IV.	52,5	12,6	IV.	6,3	10,8
V.	77,3	15	V.	145	15,7
VI.	49,3	19,7	VI.	59,3	19,3
VII.	90,3	21,5	VII.	52,1	22,7
VIII.	117	19,5	VIII.	57,5	22,6
IX.	153	16,2	IX.	53,6	16,6
X.	102	12,6	X.	132,1	9,56
XI.	33,5	7,64	XI.	20,2	6,8
XII.	45,2	3,09	XII.	7	2,15
Össz/átl	824	11,94	Össz/átl	629	11,40
2016	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)	2017	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)
I.	79,9	-0,6	I.	15,8	-5,2
II.	82,3	5,5	II.	38,3	3,11
III.	29,5	6,7	III.	24,8	9,51
IV.	11,9	12,4	IV.	39,7	10,8
V.	72,4	15,7	V.	48	16,6
VI.	29,9	20,4	VI.	77,6	21,5
VII.	160,3	21,8	VII.	95,4	22
VIII.	62	19,5	VIII.	40,2	22,7
IX.	57,9	17,5	IX.	89,2	15,5
X.	63	9,37	X.	77,5	11,5
XI.	40,1	5,03	XI.	114,2	3,32
XII.	0,7	-0,47	XII.	58,3	3,2
Össz/átl	690	11,07	Össz/átl	719	11,21
2018	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)	2019	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)
I.	13,6	3,7	I.	22,9	-0,2
II.	58,3	-0,1	II.	18,6	3,94
III.	101,2	3,5	III.	12,9	8,67
IV.	10,4	15,8	IV.	45,5	12
V.	21,3	19,3	V.	128	12,9
VI.	118,6	20,6	VI.	49,1	22,5
VII.	69,9	21,9	VII.	53,7	21,7
VIII.	-	-	VIII.	87,7	22
IX.	69,8	17,1	IX.	19,2	16,7
X.	28	12,3	X.	11,1	13,04
XI.	34,9	6,69	XI.	34,9	6,69
XII.	73,7	3,6	XII.	15,2	1,38
Össz/átl	600	11,31	Össz/átl	499	11,78
2020	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)	2021	Csapadék (mm)	Hőmérséklet (°C)
I.	20,6	-0,5	I.	16,7	2,01
II.	36,3	5,95	II.	29,7	3,21

III.	38,2	6,71	III.	12,6	5,6
IV.	14,1	12,1	IV.	32	8,84
V.	34,9	14,5	V.	91,1	13,9
VI.	109	19,5	VI.	14	22,09
VII.	70,2	21,1	VII.	39,1	23,45
VIII.	81,9	22,1	VIII.	25,8	20,04
IX.	33,3	17,5	IX.	28	16,8
X.	85,1	11,75	X.	57,4	9,12
XI.	7,1	5,38	XI.	70,6	5,08
XII.	-	-	XII.	64,2	1,99
Össz/átl	531	12,37	Össz/átl	481	11,01
<b>2022</b>	<b>Csapadék (mm)</b>	<b>Hőmérséklet (°C)</b>	<b>2023</b>	<b>Csapadék (mm)</b>	<b>Hőmérséklet (°C)</b>
I.	5,2	1,42	I.	105,6	3,87
II.	10,5	4,89	II.	8,5	3,11
III.	19	4,97	III.	50	7,75
IV.	67,5	9,4	IV.	36	9,48
V.	59,4	17,09	V.	78,8	15,6
VI.	59,1	21,6	VI.	92,2	19,73
VII.	14,4	22,72	VII.	68,7	22,19
VIII.	41,3	22,84	VIII.	47,4	21,38
IX.	94,4	15,47	IX.	28,2	19,37
X.	9,3	12,3	X.	47,3	14,57
XI.	65,5	6,37	XI.	84,1	6,54
XII.	76,9	2,4	XII.	111,5	2,78
Össz/átl	523	11,79	Össz/átl	758	12,20
<b>2024</b>	<b>Csapadék (mm)</b>	<b>Hőmérséklet (°C)</b>			
I.	20,5	1,55			
II.	21,2	8,53			
III.	15,4	9,98			
IV.	27,7	13,49			
V.	48,3	18,77			
VI.	97,3	21,81			
VII.	5	24,98			
VIII.	6,3	25,4			
IX.	93,3	17,71			
X.	64,4	12,1			
XI.					
XII.					
Össz/átl	399	15,43			

**4. számú melléklet: Kijuttatott hatóanyag és műtrágya mennyisége (kg/ha) 2024-ben**

Időpont/Kezelés	Kontroll	Környezet-kímélő szint	Mérleg szint	Genezis térségi
<b>TAVASZI ALAPTRÁGYA</b>				
műtrágya neve				<b>NPK 8-15-15</b>
dózis [kg/ha]	0	0	0	350
N hatóanyag [kg/ha]	0	0	0	16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> hatóanyag [kg/ha]	0	0	0	30
K <sub>2</sub> O hatóanya [kg/ha]	0	0	0	30
<b>TAVASZI ALAP</b>				
műtrágya neve			<b>DAP</b>	
dózis [kg/ha]	0	0	55	0
N hatóanyag [kg/ha]	0	0	9,9	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> hatóanyag [kg/ha]	0	0	25,3	0
<b>TAVASZI STARTER</b>				
műtrágya neve		<b>Pétisó</b>	<b>Pétisó</b>	<b>Pétisó</b>
dózis [kg/ha]	0	300	338	312
N hatóanyag [kg/ha]	0	81	91,26	84,24
<b>LOMBTRÁGYA</b>				
neve	Nitrokén	Nitrokén	Nitrokén	Genezis Olajos BS
dózisa [l/ha]	3	3	3	5
fenofázisa (2024.06.11)	8-10 leveles állapotban	8-10 leveles állapotban	8-10 leveles állapotban	8-10 leveles állapotban
neve	Mikromix-A cink	Mikromix-A cink	Mikromix-A cink	Mikromix-A cink
dózisa [l/ha]	3	3	3	3
fenofázisa (2024.06.11)	8-10 leveles állapotban	8-10 leveles állapotban	8-10 leveles állapotban	8-10 leveles állapotban
neve	Pétibór Extra	Pétibór Extra	Pétibór Extra	Pétibór Extra
dózisa [l/ha]	4	4	4	4
fenofázisa (2024.07.09)	rejtett zöldbimbós áll.	rejtett zöldbimbós áll.	rejtett zöldbimbós áll.	rejtett zöldbimbós áll.
<b>ÖSSZESEN</b>				
N hatóanyag [kg/ha]	0	81	100,16	100,24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> hatóanyag [kg/ha]	0	0	25,3	30
K <sub>2</sub> O hatóanyag [kg/ha]	0	0	0	30
Mindösszesen	<b>0</b>	<b>81</b>	<b>126,46</b>	<b>160,24</b>

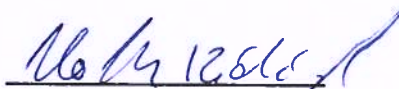
## NYILATKOZAT

Barát Valentina (hallgató Neptun azonosítója: DO20K9) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő  
védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: Magyarország 2025. év november hó 03 nap

  
belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

## MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

### III. Hallgatói Követelményrendszer

#### III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

##### 6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat készítési útmutatója

##### 4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

### NYILATKOZAT

#### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Barát Valentina  
A Hallgató Neptun kódja: DO20K9  
A dolgozat címe: Szója hozamának összehasonlító elemzése csernozjom talajon  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-Tudományok Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

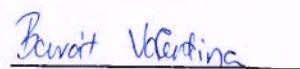
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: Kaposvár, 2025.10.03.

  
Hallgató aláírása

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia ( MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Barát Valentina
Neptun-kódja:	DO20K9
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktor i (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat 5
A munka címe:	Szója hozamának összehasonlító elemzése csernozjom talajon

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

**I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)**

*(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
ötletelés, fordítás	ChatGPT, GPT-4o modell	Szakirodalom

**II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)**

*(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet

	verziója, elérhetősége		bejegyzésének sorszám

### 3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Kaposvár, 2025. november hó 03 nap

*Borai Valéria*

Hallgató aláírása

*Magyar István*

Konzulens/Témavezető aláírása