

SZAKDOLGOZAT

Hallgató neve
Dr. Nagy Dávid István

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Növénytermesztési -Tudományok Intézet

mezőgazdasági mérnök alapképzés

A kukorica termesztéstechnológiája bioetanol nyerés céljából

Belső konzulens:	Dr. Tarnawa Ákos egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Növénytermesztési- Tudományok Intézet Agronómiai tanszék
Külső konzulens:	Név beosztás
Készítette:	Dr. Nagy Dávid István

Szent István Campus, Gödöllő

2024

Tartalom

1.Bevezetés és célkitűzések.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1. A gazdaságok és a mezőgazdasági területek megoszlása a gazdaságok mérete szerint	6
2.2. A kukorica termesztéstechnológiája-általában.....	6
2.3. Kukorica növekedéséhez, fejlődéséhez szükséges alapvető feltételek.....	7
2.4. Talajművelés, kártevők elleni védekezés, hibrid választás, vetésváltás fontossága	8
2.5. Vetés- és tenyésztés.....	9
2.6. Terméshozam–állománysűrűség–szárazságtűrés.....	9
2.7. Az Európai Unióban a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos célkitűzések megvalósulása és a biodízel viszonya	10
2.8. A bioetanol gyártás folyamata	11
2.8.1. Bioetanol előállítása a világon.....	11
2.8.2. Bioetanol előállítás Magyarországon	12
2.8.3. Bioetanol előállítása	13
2.8.4. Kukorica hibridek.....	15
2.8.5. A kukorica csoportosításának fontosabb szempontjai	16
2.8.6. Szükség van-e új kukorica hibridekre a bioetanol előállításához?	17
2.8.7. Bioetanol előállítása a világon.....	18
2.8.8. FAO-számok.....	19
2.8.9. A kukorica beltartalmi értékének növelése	20
3.Alkalmazott módszerek.....	24
4.Eredmények és értékelésük	25
5. Következtetések és javaslatok	29
6. Összefoglalás.....	30
7.Irodalomjegyzék.....	32
8. Ábrajegyzék.....	34
9.Képjegyzék.....	34
10.Táblázatok	34
11.Hallgatói nyilatkozat	35
12.Konzulensi nyilatkozat	36
13.Köszönetnyilvánítás	37

1.Bevezetés és célkitűzések

Témaválasztásomnál befolyásolt az a kérdés, hogy a szántóföldi növénytermesztés során az élelmezésen és takarmányozáson felül keletkező kukorica terméktöbblettel mi történik. Hová tudják a gazdák eladni a megtermelt kukoricát? Segítséget tudnak-e nyújtani a bioüzemanyagokat előállító üzemek a felesleg feldolgozásában? Magyarország lakosság száma és az állattartó telepek száma (lakóhelyem környezetében is) csökkenő tendenciát mutat, ezért piacot kell keresni a kukoricának. Saját családi gazdaságunk vonatkozásában is azt tapasztaltam, hogy vagy exportra kerül a felesleges kukorica, vagy országon belül kell keresni valamilyen alternatívát a gazdálkodóknak. Ez utóbbira jelenthet megoldást a bioetanol gyártás.

A szakdolgozatomban megvizsgálom, hogy melyek azok az országok, ahol a legtöbb bioüzemanyagot állították elő, és megnézem, a trendeket is.

Megnézem majd, hogy az Európai Unió megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos célkitűzéseinek megvalósulásához mennyi bioüzemanyag szükséges.

Megvizsgálom, hogy Magyarországon az exportpiacok beszűkülésével változott-e a növénytermelés termelékenységé, a bioüzemanyag előállításban használt növények közül pl. a kukorica termesztésben milyen technológiai változás történt, ha egyáltalán történt.

Szükség van-e új kukorica hibridekre a bioetanol előállításához.

Áttekintem vázlatosan a bioetanol gyártás folyamatát.

Bemutatom (a teljesség igénye nélkül) a hazai bioetanol gyárakat.

Szakdolgozatomban kitérek a bioetanol előnyeire, hátrányaira is.

Természetesen bemutatom a kukorica növényt, ezen belül is részletezem a termesztéstechnológiáját, éghajlat igényét, fajta választás szempontjait, vetés idejét, tápanyag ellátását, ápolását, gyommentesítés lehetséges módjait. Kitérek arra is, hogy milyen betegségei, kártevői vannak, öntözés hatására milyen változások következnek be a terméshozamban és a beltartalmi értékben. Fontos, hogy a kukorica mikor kerül betakarításra, és milyen körülmények között lehet tárolni.

Megvizsgálom, hogy a saját Családi gazdaságunkban alkalmazott termesztés technológia mellett, öntözéssel és öntözés nélkül, illetve lombtrágyázás hatására a különböző kukorica hibridek a változó környezeti tényezők mellett milyen termés hozamot produkálnak és a beltartalmi értékben mutatnak-e változást.

A 2021.évi és különösen a 2022.évi rendkívüli aszályos évek miatt nagy dilemmát jelentett a gazdálkodásunkban, hogy a kukorica termesztés-technológiájában tudunk olyan változtatásokat eszközölni, amellyel a kukorica termesztés gazdaságos marad, vagy más növényt kell a termesztésbe bevonni.

Az alábbi konkrét kérdésekre keresek választ a szakdolgozatban:

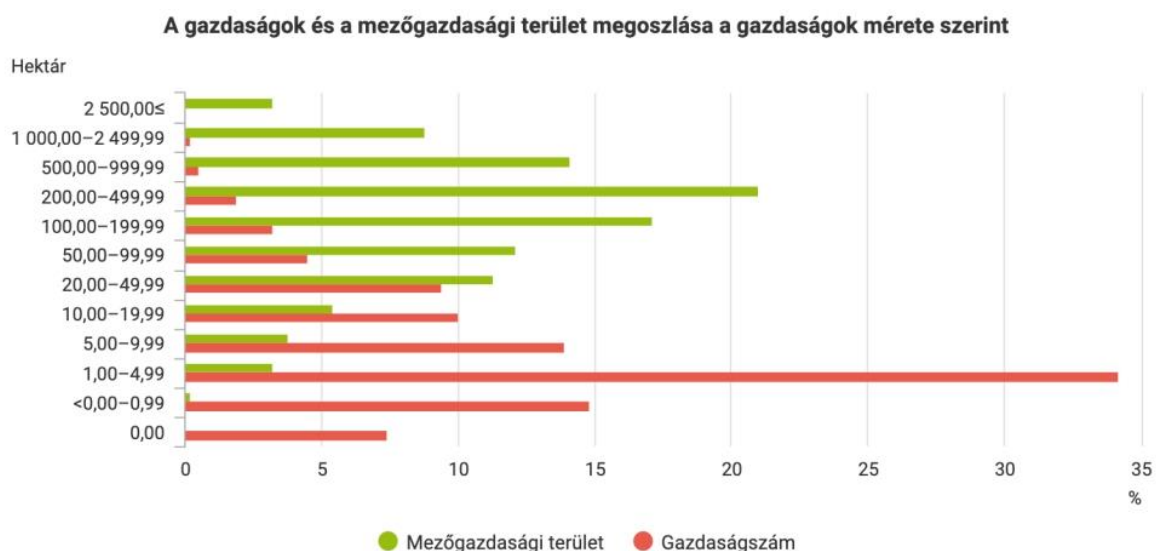
1. Milyen a kukorica növény morfológiája és mi jellemzi a termesztés technológiáját?
2. Milyen kukorica termesztés technológiát alkalmazunk saját családi gazdaságban?
Milyen technológia és hibrid mellett volt a legjobb a beltartalmi érték és hozam?
3. Melyek azok az országok, ahol a legtöbb bioüzemanyagot állítják elő?
4. Mennyi bioüzemanyag szükséges az Európai Unió megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos célkitűzéseinek megvalósításához?
5. A bioetanol előállításához új kukorica hibridek szükségesek?
6. Hogy néz ki a bioetanol gyártás folyamata?
7. Magyarországon hány bioetanol gyár van?
8. Van-e a bioetanol alkalmazásának előnye, vagy hátránya?
9. Milyen szakirodalmi adatok vannak a kukorica bioetanol előállításával kapcsolatban?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A gazdaságok és a mezőgazdasági területek megoszlása a gazdaságok mérete szerint

Magyarországon a gazdaságok és a mezőgazdasági területek megoszlása átalakulóban van. A KSH adatai alapján látható, hogy 2023-ban a gazdaságok 15%-a egy hektár alatti területen gazdálkodott. A jellemző az 1–5 hektár közötti területnagyság, ez a gazdaságok egyharmadát teszi ki. A földhasználók egyötöde 200–500 hektár közötti területen gazdálkodik (KSH, 2023). A mi Családi gazdaságunk 300 hektáron folytat szántóföldi növénytermesztést. Vetésforgó miatt évente kb. 120–180 hektár közötti területen termesztünk kukoricát.

1. ábra A gazdaságok és a mezőgazdasági terület megoszlása a gazdaságok mérete szerint
(Forrás: KSH, 2023)



2.2. A kukorica termesztéstechnológiája-átalában

A termesztéstechnológia elemeit úgy kell megválasztani, hogy a lehető legideálisabb környezeti körülményeket tudjunk biztosítani a kukorica számára. Csak ilyen körülmények között képes megfelelően növekedni és fejlődni a növény. A kukorica hibridek genetikai sokfélesége biztosítja, hogy a változó külső körülményekhez tudjanak alkalmazkodni a növények. Természetesen a termőhely adottságait is figyelembe kell venni akkor, amikor vetőmagot választunk. Ezeket a termesztéstechnológiai elemeket és hibrid kiválasztási szempontokat a gazdáknak ismernie kell, hiszen ezek nélkül nem tudnak gazdaságosan termelni.

2.3. Kukorica növekedéséhez, fejlődéséhez szükséges alapvető feltételek

A kukorica a talaj minőségével szemben igényes, de eltérő típusú talajokon is tudjuk termeszteni. A terméseredményt nagymértékben befolyásolja a talaj tápanyag-ellátottsága, és összetétele, valamint víz- és hőellátottsága. Jó vízgazdálkodású, levegős, mély termőrétegű talajokon jó terméseredményt produkál a kukorica. Azt tapasztaltam, hogy az általunk művelt szikes talajt is tartalmazó földekben ugyan kikel a kukorica, de fejlődésében jelentősen elmarad. Vannak olyan szikes földjeink, amelyekben egyáltalán nem kel ki a kukorica. Laza futóhomok típusú földek Békés Vármegyében nincsenek, így közvetlen tapasztalatom nincs az ilyen földben termesztett kukoricával. Azt olvastam, illetve tanulmányaim során azt tanultam, hogy homoktalajokon a termés hozam a vízellátottságtól függ. Kukorica számára az optimális pH érték 6,6 – 7,5 között van. A kukoricatáblák forgóiban azt tapasztaljuk, hogy alacsonyok a növények, fejletlenek, gyakran csövet sem hoznak. Ez azért van, mert a kukorica nem szereti a tömör talajt. Kerüljünk minden olyan művelést, ami talajtömörödést okoz. Ezért a gazdaságunkban lehetőleg talajlazítást végzünk, az egyes műveleti folyamatokat igyekszünk egymenetben elvégezni, precíziós eszközök alkalmazását vezettük be és a jövőben ezt bővíteni kívánjuk.

A kukorica rövidnappalos növény, azonban a mérsékelt égövben hosszúnappalos kukoricát termesztenek. A trópusokon azonban ma is ezt a termesztik. Ha a mérsékelt égövi kukoricát a trópuson akarjuk termeszteni, akkor azok alacsonyra nőnek, tenyész idejük lerövidül, és minimális termést adnak. Fordított esetben pedig a kukorica igen magasra nő, nagyon későn virágzik, a szántóföldön be sem érkezik.

A kukorica fejlődéséhez megfelelő fény és hőmérséklet is szükséges. Ha tartósan csökken a fény intenzitása, vagy a hőmérséklet, akkor a kukorica hosszabb tenyész idejű lesz. Azt figyeltem meg, hogy ha tavasszal hűvös van, akkor a kukorica elsárgul, fejlődésében megáll.

A termés nagyságát a csapadék mennyisége határozza meg. A kukorica a fejlődéséhez a legtöbb vízre a címerhányás és a szemkitelítődés idején van szükség. Ez az időszak június végére, júliusra esik. 2022-ben pont ebben az időszakban Gyulán és környékén nem esett csapadék, így a szépen kikelt növények kb. 50 cm magasra tudtak megnőni, ezt követően elszáradtak. Ekkor 158 ha kukorica ment tönkre, termés egyáltalán nem volt.

Ha fenti alapvető termelési tényezők nincsenek meg, vagy csak korlátozottan, akkor a növény stresszhelyzetbe kerül, jelentős termés kiesés következik be. 2021-ben két tornádó is súlyos

termés kiesést okozott gazdaságunkban. Három héten belül ugyanazon a nyomvonalon haladt végig a forgószelel. A kukorica leveleit felrostozta, a növények a sok csapadék és a nagy szél hatására kifordultak a földből. 2023-ban is tornádó volt térségünkben, de a földejeinken nem okozott károkat.

2.4. Talajművelés, kártevők elleni védekezés, hibrid választás, vetésváltás fontossága

A fentebb részletezett okok miatt nem mindegy, hogy milyen eszközt választunk a talajműveléshez. Továbbá az sem mindegy, hogy milyen műveleteket, művelési módot alkalmazunk. A választás elsődleges szempontjai, hogy milyen talajtípuson gazdálkodunk, milyen a talaj állapota, a termeszteni kívánt növénynek milyen sajátos igényei vannak. Befolyásoló tényező az is, hogy milyen a földterület gyommal való fertőzöttsége, hogyan alkalmazzuk a vetésváltást. Hazánk földrajzi elhelyezkedéséből adódóan a vízmegtartó talajművelési eljárások az elsődlegesek (Sulyok Dénes, 2012/49).

A kukorica számára a legkedvezőbb körülményeket az őszi mélyszántás, illetve a minél kevesebb tavaszi talajmunka teremti meg. Az Egyesült Államokban kétféle talajművelési eljárást végeznek. Az egyik az úgynevezett no-till művelési rendszer, amely azt jelenti, hogy nem mozgatják a földet. A másik a csökkentett módszer, mellyel a talajeróziót lehet megfékezni. Ezeket az eredményeket hazai vizsgálatok is megerősítene (Jóri és munkatársai, 2007, OTKA vizsgálat). A talajfelszínen hagyott növényi maradványokat azonban be kell szántani, mert a következő évben kukoricamoly kártétellel kell majd számolni. A kukoricamoly szártörést okoz. A moly lárvája a csövön táplálkozik, utat nyit a fuzáriumnak. Genetikailag módosított kukoricamoly rezisztens kukorica hibridet csak olyan helyen kell alkalmazni, ahol nagyon súlyos a moly kártétel. Ahol megfelelő agrotechnikát alkalmaznak, ott nem igazán fordul elő a kukoricamoly okozta kártétel. Családi gazdaságunkban nem fordult még elő. Hasonló kártételt tud okozni a kukoricabogár is. Az általa okozott kártételt vetésváltással lehet kivédeni. Sárvári Mihály és Boros Beáta (2010) megállapították, hogy a vetésváltás befolyásolta a kukorica termésstabilitását, trikulturában (borsó- őszi búza- kukorica-kukorica) való termesztése adta a legstabilabb a kukoricatermést. Kedvező körülmények között akár 18 t is termett hektáronként. Birkás Márta és munkatársai (2009) az OTKA vizsgálat során kidolgozták a talajminőség kímélés művelési fogásait. Megállapították, hogy a talajminőség javul, ha a lazult réteg mélysége optimális, ha a talajt morzsás állapotban, nedvesen tudjuk tartani, továbbá biztosítani tudjuk a felszíntakarást a kritikus időszakban, jó az aktív földigilisza tevékenység, jó a földünk tápanyagellátottsága.

2.5. Vetés- és tenyészidő

A kukoricát általában április közepén vetjük, de vannak olyan vetőmagok, amelyek hidegben is jól csíráznak. A korai vetéskor a tenyészidő meghosszabbodik. Az ilyen körülmények között kikelt növények kelésére jellemző, hogy egyenetlenül kelnek ki, fejlődésük lelassul.

Békés Vármegyében, így gazdaságunkban is vannak olyan területek, amelyek belvizesek, ezért nem tudjuk időben földbe juttatni a magvakat. Többször kényszerülünk arra, hogy májusba, esetleg június elején vessünk el a kukoricát. Ilyenkor gyors kezdeti fejlődésű és gyors szemkitelítődésű hibrideket tudunk csak vetni. Nagy János (2009) hazai kutató azt állapította meg, hogy az ilyen körülmények között vetett kukorica nem tud beérni, nagy nedvesség tartalma miatt csak silókukoricának vagy csalamádénak hasznosítható.

2.6. Terméshozam–állománysűrűség–szárazságtűrés

A talaj víz- és tápanyag- ellátottsága és a hibridre jellemző termőképesség határozza meg, hogy egy hektárba mennyi növényt tudunk vetni. Pepó Péter 2010-ben a búza és a kukorica alkalmazkodó képességét vizsgálta a megváltozott ökológiai körülményekhez. Megállapította, hogy a hetvenes és nyolcvanas években Magyarországon jól lehetett az állománysűrítést alkalmazni, mivel bőségesen volt tápanyag utánpótlás, elegendő csapadék hullott, továbbá jól sűríthető hibridek is rendelkezésre álltak. A megváltozott klímaviszonyok miatt ma már ezt a technológiát nem tudjuk alkalmazni.

Családi gazdaságunkban általában 50–75 ezres tőszámmal vetjük a kukoricát, a kedvezőbb termőhelyeken sűrűbb, a gyengébb termőhelyeken ritkább állománnyal. A hibrideket is ez alapján választjuk meg.

Azt tapasztaltuk, hogy az aszálykár sokkal kisebb a tápanyaggal jól ellátott és a víztakarékos szemlélettel művelt földjeinken. A hibridek kiválasztásánál soha nem egyféle hibridet választunk, hanem a saját talajvizsgálati eredményeink, a tápanyag-ellátottság is befolyásolják a döntésünket. 2023-ban aszály – és szárazságtűrő hibrideket vetettünk. A jó terméshozamot a kedvező csapadék mennyiség is elősegítette. Lakatos és munkatársai (2016) végeztek a témában vizsgálatokat. Retrospektív elemzéseket végeztek a nappali és az éjszakai hőmérsékletek vonatkozásában. Megállapították, hogy a vizsgált időszakban csökkent a hűvös éjszakák száma, nőtt a nappali hőmérséklet. Jolánkai munkatársai (2013) a vízstressz hatásait vizsgálták. Víziány esetén a növények fejlődése lelassul, vagy akár meg is áll. Ezt tapasztaltuk saját gazdaságunkban is a 2022-es rendkívüli aszály idején.

Az aszályos években jól termő hibridek kiválasztása szántóföldi kísérletek alapján történik. Kísérleti táblákon különböző tulajdonságú hibrideket vetnek, az adatokat gyűjtik, és a termés hozamok alapján tesznek javaslatot a gazdálkodók számára.

Mi a saját földterületeink termésszintjének ismeretében választjuk ki azokat a hibrideket, amelyek maximális termést adnak kedvező körülmények között, és száraz években mérsékelt a termés csökkenésük.

A csapadékhiányt öntözéssel pótolhatjuk. Az öntözés a kukorica-termesztésben nagyon költséges művelet, és sok helyen az öntözés feltételei sem adottak. A családi gazdaságunk által művelt területek körül ugyan vannak öntöző csatornák, de évek óta hiába kérjük azok feltöltését, nem történik meg. Kútúrásra engedélyt nem kapunk. 15 hektár öntözésére van lehetőségünk.

2.7. Az Európai Unióban a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos célkitűzések megvalósulása és a biodízel viszonya

Az EU a megújuló energiának (beleértve a folyékony bioüzemanyagokat is) a közlekedési szektorban képviselt részarányára vonatkozóan 2020-ra a 10%-os érték elérését tűzte ki célként.

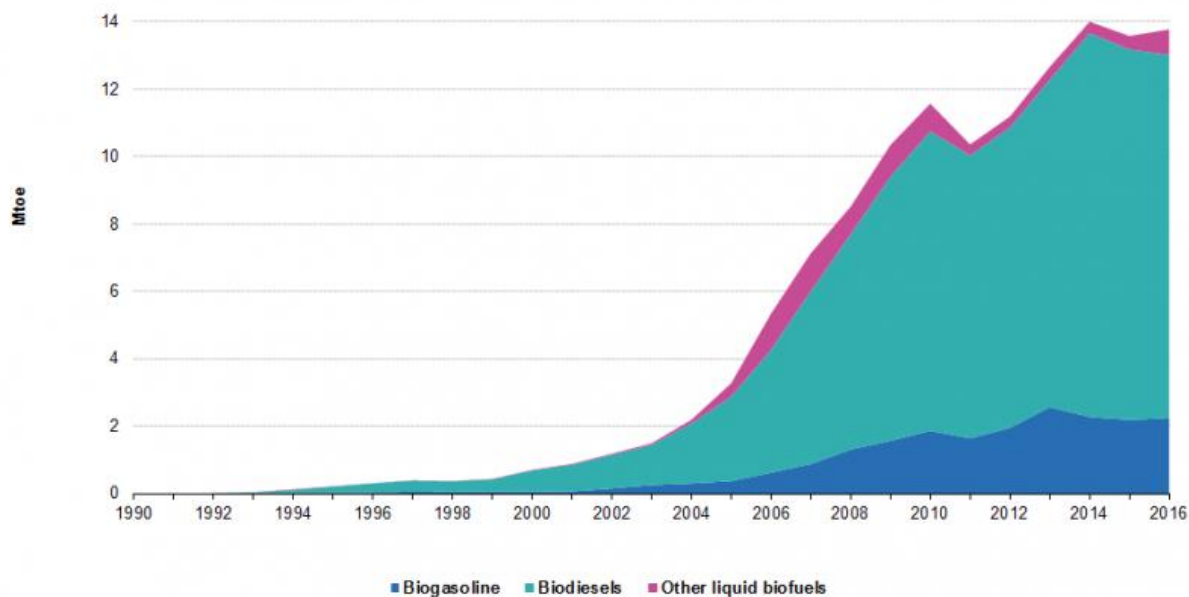
A közlekedésben használt, bioüzemanyagok átlagos részaránya növekedést mutat. 2016-ra a 2004-es 1,4%-os értékről 7,1%-ra nőtt. Ez az arány Svédországban 30,3%, Ausztriában 10,6%, Horvátországban, Észtországban, Szlovéniában kevesebb mint 2%.

Egyes uniós tagállamokban gyorsan elfogadták és bevezették a közlekedési célú üzemanyagként történő felhasználását. Így Görögország, Írország, Luxemburg és Finnország.

A közlekedésben használt bioüzemanyagot fosszilis tüzelőanyagokkal kevernek. Mizik Tamás (2022) megállapítja, hogy a fenntarthatóságot komplexen kell megközelíteni, mely kiterjed a társadalmi, környezeti és gazdasági szempontokra. A 2. ábrán a folyékony bioüzemanyagok európai uniós termelésének mennyiségét láthatjuk 1990- és 2016 között.

2. ábra A folyékony halmazállapotú bioüzemanyagok elsődleges előállítása, EU-28, 1990–2016 (Mtoe)

(Forrás: Eurostat (nrg_110a))



2004- 2005-ben meredeken felfelé ívelt a görbe. A jogilag kötelező érvényű 2020-as célkitűzés miatt az EU-ban tovább nőtt a folyékony bioüzemanyagok termelése.

2.8. A bioetanol gyártás folyamata

2.8.1. Bioetanol előállítása a világon

A bioetanol benzint helyettesítő, vagy annak adalékaként szolgáló motor-üzemanyag.

Az 1. és 2. világháborúban cellulóz savas hidrolízissel állították elő az etanolt. A technológiát a '40-es évek végén továbbfejlesztették. A kukoricakeményítóből gyártották a bioetanolt, azonban újabb növényekkel is kísérleteztek, pl. a lignocellulóz alapú bioetanol-gyártást is kipróbálták.

Braziliában a cukornád a bioetanol termelés alapja. Azonban amikor magas a cukor világpiaci ára, akkor több cukrot exportálnak. Ha alacsonyak az árak, akkor több bioetanolt gyártanak. Így segítenek a mezőgazdasági termelők exportképességének csökkentésében is.

Európában a 2010-es években nőtt meg igazán a bioüzemanyagok felhasználása. Bioüzemanyagokkal működtek az első benzines és dízelmotorok is.

A kőolajalapú üzemanyag előállítása olcsóbb.

A bioetanol használatát leginkább a jogszabályok határozzák meg. Európában csak minimális mennyiségű bioetanolt kevernek az üzemanyagokba.

A széndioxid kibocsátás visszaszorításában a bioüzemanyagok számítanak a leghatékonyabb megoldásnak. Nagy Sándor tanulmánya szerint (2009) a bioüzemanyagokkal 70-80 százalékos megtakarítás érhető el.

Az Európai Unió 15 tagállamában E10-es üzemanyagot használnak, vagyis tíz százaléknyi bioetanolt kevernek bele a bioüzemanyagba. 2020 óta Magyarországon E10-et használunk.

2.8.2. Bioetanol előállítás Magyarországon

Hazánkban két etanol üzem működik, – a Hungrana Kft szabadegyházi üze me, valamint a Pannonia Ethanol Zrt. dunaföldvári gyára – melyek biztos felvevőpiacot kínálnak a mezőgazdasági termelőknek. Franciaország és Németország után Magyarország az EU harmadik legnagyobb bioetanol gyártója. Magyarországot csak Brazília és az Egyesült Államok előzi meg.

Évi félmillió tonna kőolaj importját tudja Magyarország bioüzemanyagokkal kiváltani.

Hazánk energiahordozókban szegény ország, a szükséges mennyiség 60 százalékát importálja. Ez nagyon magas arány.

Hazánk jelentős kukoricatermesztő ország. Az első generációs bioetanol gyártás fő forrása a kukorica. Hazánkban az évi négy-öt millió tonnás kukoricatermésből 1,5- 2 millió tonna kerül bioetanol-gyártásra. A 2022-es rendkívül száraz év kivétel volt.

A bioetanol előállítása, technológiája folyamatosan fejlődik. Európában négy olyan gyár található, amiben a hulladék nélküli feldolgozás a cél. Ezek közül az egyik a dunaföldvári Pannonia Bioetanol gyár. Itt évi 500 millió liter bioetanolt termelnek. (1.kép)

1.kép Pannonia Bioetanol – Dunaföldvár
(Forrás: internet)



Itt a bioetanol mellett kukoricatörkölyt is készítenek, amit takarmányozásra tudunk felhasználni.

A másik etanol üzem a **Hungrana Kft** szabadegyházi üzeme. (2.kép)

2.kép Hungrana Kft- Szabadegyháza

(Forrás: internet)



2023-ban a hazánkban kb. hatmillió tonna kukorica termett. Ebből a belföldi felhasználás kb. 3,5- 4 millió tonna volt. A bioetanol gyárak által felhasznált mennyiségeken túl még a 2022- es termésből is exportálni kellett. Korábban az olasz piac 1-1,5 millió tonnát vásárolt tőlünk, mely ekkor nem magyar árut vett. A korábbi exportkorlátozás is hatással volt a kukorica felhasználásra. A korábbi vevők nagy része elveszett. 2023-ban drágább volt a kukorica, de az a gazda, aki be tudta tárolni 2023-ban a kukoricát, nem adta el a bioetanol gyártóknak.

2.8.3. Bioetanol előállítása

A bioetanolt alkoholos erjesztéssel állítják elő, ezt követi a lepárlás és töményítés. A bioetanol gyártáshoz felhasznált növények:

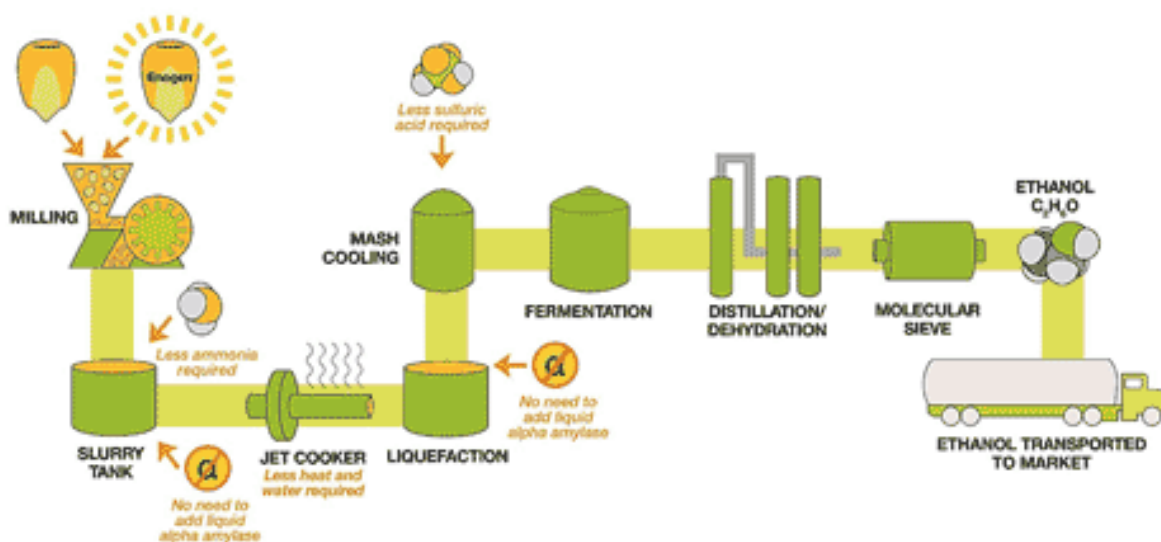
- keményítőt tartalmazó növények- burgonya, kukorica, búza, rozs,
- cukortartalmú növények- cukorrépa és a cukornád,
- cellulóz tartalmú növények- szalma, fa, gabonaszárak, fűfélék.

A kiinduló anyag a cukor (keményítő), melyből enzimek és élesztőgombák segítségével, erjesztéssel alkohol keletkezik. A cukortartalmú növények erjesztése közvetlenül történik, a keményítőtartalmú növényeknél enzimes feltárás szükséges. Az erjesztés akkor zárul le, ha a cukor elfogy, vagy a maximális alkohol töménység elérésre kerül. A keletkező etilalkoholt

lepárlással választják le. Ahhoz hogy a bioetanolt üzemanyagként tudjuk használni az alkoholt töményíteni kell. Ez úgy történik, hogy az alkoholból kivonják a vizet, így 99% feletti tisztaságú bioetanolt kapnak. Fontos hátramaradó melléktermék a lepárlási üledék. Ezt pl. fehérjetartalmú takarmányként használják fel, vagy közvetlenül is felhasználható biogáz-berendezésekben szubsztrátumként, így további energia nyerhető ki belőle.

A **bioetanol előállításának lépései** összefoglalva: cefrefeldolgozás, fermentáció, desztilláció, rektifikálás, töményítés, CO₂-visszanyerés, lepárlási üledék feldolgozása. A 3. képen a kukoricából történő bioetanol előállítása látható.

3.kép Bioetanol előállítása kukoricából
(Forrás: internet)



Hazai kutató, Balla Z. (2013) tanulmányában a biomasszát vizsgálta. A biomassza olyan soranyag, amely nagy mennyiségben áll rendelkezésre, és a jövőben hasznosítható a biotechnológiában. A biomassza egyik felhasználási területe a folyékony üzemanyagok előállítása, az etanol előállítása. A szerző arra a következtetésre jutott, hogy a bioetanol felhasználása gyártási technológiájától függetlenül környezetvédelmi szempontból kedvező, de a második generációs bioetanol alkalmazása nagyobb környezeti előnyökkel jár.

2.8.4. Kukorica hibridek

A növénytermesztés során a termelés három alappillérét be kell tartani: az ökológiai feltételeket, a biológiai alapokat és az agrotechnikai tényezőket.

A kukoricatermesztésben a biológiai alapoknak van kiemelkedő jelentősége. Ez nem jelent mást mint a hibridek alkalmazása. Magyarországon 1900-tól jelentek meg a nagy termőképességű és gyors vízleadó képességű lófogú (dent típusú) fajták.

Ezt követően az agrotechnika is gyors fejlődésnek indult. Magyarországon jelenleg közel 400 kukoricahibrid van a köztermesztésben. Hibrid választásnál nagyon fontos az ökológiai viszonyok és a bekerülési költségek figyelembevétele. A technológiai módok lehetnek intenzívek, átlagosak, mérsékelt ráfordításúak, illetve extenzívek.

A termelők hibridekkel szemben támasztott elvárásai:

- a jó termőképességet és termésbiztonságot adjanak,
- a jó alkalmazkodó képességűek legyenek,
- a jó szárszilárdsággal és jó töszámsűrítetőséggel rendelkezzenek,
- az érés időszakában gyors vízleadó képességűek legyenek a szemes hibrideknél és lassú vízleadó képességűek a siló hibrideknél,
- jó minőség és kiemelkedő rezisztencia a betegségekkel szemben,
- jó víz- és tápanyagreakció.

A hibridmegválasztás üzemi szempontjai:

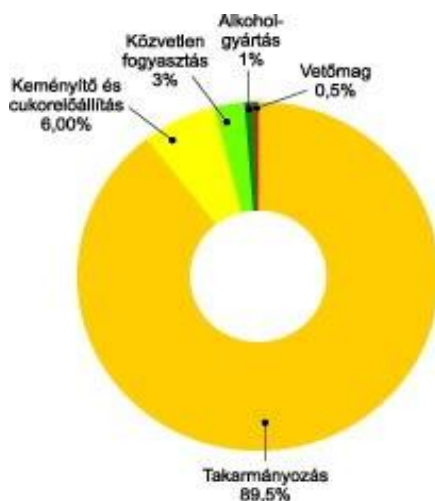
- a termesztési célnak megfelelő hibrid álljon rendelkezésre (áru, étkezési, takarmány, ipari vagy vetőmag előállítás stb.),
- az ökológiai adottságnak, a tervezett ráfordítási költségnek megfelelő legyen (input, öntözési lehetőség),
- a meglévő műszaki, technikai háttér és szakértelem alapján tudjunk hibrideket választani.

Attól függően, hogy milyen termelési célunk van a kiválasztott hibridekkel szemben, ezeknek a speciális szempontoknak, elvárásoknak is meg kell felelniük (Bánszki 2012/46).

A 3. ábrán a hibridkukorica felhasználásának százalékos megoszlását láthatjuk. 89,5 %-ban takarmányozásra, 6 %-ban keményítő- és cukor előállításra, 3 %-ban közvetlen fogyasztásra, 1 %-ban alkoholgyártásra, 0,5 %-ban vetőmag előállításra alkalmas hibrideket alkalmaznak.

3. ábra Hibrid kukorica felhasználás szerinti megoszlása

Forrás: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2006/02/szantofold/vegtermekcentrikus-hibridvalasztas-altalanos-es-kulonleges-szempontjai-a-kukoricatermesztesben>



Fontos a kukorica beltartalmának ismerete: a nyersfehérje-tartalom 7–9%, a zeintartalom a fehérjékben eléri a 45–50%-ot, míg a lizintartalom csak 2,8 mg%, a metionin 2,0 mg%, a triptofán 1,0 mg%, míg a glutaminsav 15,7 mg%. Keményítőtartalom 65%, cukor 1,4%, pentoánok 6,0%, olajtartalom 3–5%, nyersrost 2,0%, ásványi anyagok 1,2%.

A nyersfehérje-tartalom a genetikai tulajdonságtól, az ökológiai tényezőktől és az agrotechnikai tényezők közül a N-műtrágyázástól függ.

A legnagyobb termőképességű hibrdek fehérjetartalma általában 1–2%-kal alacsonyabb (Sipos, Marianna, 2009).

2.8.5. A kukorica csoportosításának fontosabb szempontjai

Gazdasági szempontból: kétvonalas (SC), háromvonalas (TC), négyvonalas (DC) hibrdek vannak. A kétvonalas hibrdek nagy termőképességűek, a hazánkban használt hibrdek 80 %-a tartozik ebbe a csoportba. Háromvonalas hibrdek közepes termőképességűek, a hibrdek 18%-a tartozik ide. A négyvonalas hibrdek (2%) termőképessége ugyan alacsonyabb, de a vetőmagtermesztésben jól teljesítenek. Silókukoricának alkalmasak.

Vannak a sima keményszemű dent típusú, és sima puhaszemű, flint típusú hibridek. Az előbbire jellemző, hogy kisebb a termőképességük és lassú a vízleadásuk az érés időszakában. A sima keményszemű hibridek felhasználhatósága humán táplálkozásban, kukoricadara készítésre, pl. Benicia Pioneer hibrid kiválóan alkalmas (fehér a csutkája).

A lófogú (dent típusú) hibridek éréskor gyorsan adják le a vizet, nagy a termőképességük. Hibrid választás esetén kiválasztási szempont, hogy milyen a végtermék minősége. Rendkívül nagy a termőképességük, de a fehérjetartalmuk 1-2%-kal kisebb, pl. a PR37W05, PR36R10, PR36K67, DKC 4626, NK Cisko, NK Thermo, DK 5143, Florencia, Filia hibrideknek. De mivel hektáronként akár 12–15 t- t is képesek teremni, így a területegységre vetített fehérjehozamuk magasabb, mint a kisebb termőképességű, de valamivel magasabb fehérjetartalmú hibrideké. A viasz kukoricát (waxy típus) speciális étkezési és ipari célokra használják. Ilyen hibrid pl. a Madexy, Mv 550.

Átlagos technológiát igényelnek: PR38K06, Celest, Veronika, Mv Maraton, Mv Vilma, Florencia.

Mérsékelt ráfordításnál jó eredményekre képesek: a Danella, Stira, Occitan, Norma, DKC 3511.

A nagy termőképességű és magas keményítőtartalmú hibridek ipari célú termelésre (keményítő gyártás, invertcukor-előállítás és sörgyártás) alkalmasak: DK 440, Evelina, LG 3.62, PR37M81, DK 471, DK 526, Mv Maraton, Mv TC 486, Florencia, Mv Vilma, Szegedi TC 465, Veronika, PR36K67, DKC 5211.

Természetesen figyelembe kell venni az eltérő végtermék-hasznosítás esetén is a kukoricahibridek általános értékmérő tulajdonságait:

- mennyiségi: termőképesség, vízleadás, agronómiai stabilitás
- minőségi: viaszos (waxy), magas fehérjetartalom, szemszerkezet (dent, flint)
- betegség ellenállóság

2.8.6. Szükség van-e új kukorica hibridekre a bioetanol előállításához?

A jelenleg elérhető kukorica hibridek alkalmasak a bioetanol előállítására. A hagyományos lófogú kukoricában a keményítőben található amilopektin/amilóz arány 75/25%. A Waxy

kukoricában majdnem 100%-os az amilopektin részaránya, de terméshozama elmarad a hagyományos hibridekétől és a vízleadása is lassabb.

Az OTKA T 043256 kutatás adatai alapján speciális cél lehet a waxy típusú hibrid felhasználása kukoricaolaj és bioetanol előállításra.

2.8.7. Bioetanol előállítása a világon

2018-ban 108 milliárd liter bioetanolt állítottak elő a világon, ebből az Európai Unióban 5,4 milliárd liter került ki a bioetanol gyárakból.

Egyesült Államok

2019-ben a világon a legtöbb bioetanolt az Egyesült Államok állította elő. 2001-ben még 6,21 millió köbmétert, 2003-ban 10,2 millió köbméter volt, mely fokozatosan emelkedő tendenciát mutat. 2006-ban a kukorica termelésének 10% -át használta fel bioüzemanyag előállításra.

Brazília

A legnagyobb bioetanol exportőr Brazília. Brazília élen járt a bioetanol előállításában, már 1973-ban elindította a cukornádra alapozott bioetanol termelését. 2003-ban olyan autót helyeztek üzembe, amely benzinnel, etanollal, illetve a kettő keverékével is működött. Évente 17 milliárd liter etanolt állít elő Brazília.

Brazíliában az üzemanyagokba 20–25% etanolt kell belekeverni. A benzinnel és etanollal egyaránt üzemelő járművek vásárlásához a kormány adó kedvezményt biztosít. A forgalomban lévő brazil autók 37% -a ilyen autó.

Franciaország

Európában a vezető bioetanol gyártó Franciaország. 2011-ben Európában 43,4 millió hektoliter (MhL) bioetanolból 12 MhL-t Franciaországban állítottak elő. A francia bioetanol gyárak gabonafélékből, céklából és borból állítják elő a bioetanolt. A 85% etanolt tartalmazó Superethanol-E85piaci részesedése 2018-ban +55% volt.

Belgium

Belgiumban három bioetanol üzem működik. A genti gyárban 2008 óta folyik bioetanol előállítás, évente 150 000 m³ bioetanolt állítanak elő. Az alalsti Tereos Syral üzem 60 000 m³/év termelésre is képes.

Németország

Németországban a biodízelen nincs adó, ezért 60%-kal tudták növelni ennek az üzemanyagnak az előállítását 2004 és 2005 között.

Mexikó

Mexikóban kukoricából állítják elő a bioüzemanyagot. Az etanol ágazat erőteljes fejlődését figyelhetjük meg, mely megnövelte a kukorica árát Mexikóban.

2.8.8. FAO-számok

A kukorica hibrideket az érésidő szerint ún. FAO-számok szerint osztályozzák. A FAO az Egyesült Nemzetek Mezőgazdasági és Élelmezési Szervezete (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Azért hozták létre a FAO-számokat, hogy egységesen lehessen értelmezni a kukorica tenyészidejét. Ennek ismerete elengedhetetlen a gazdálkodók számára, hiszen a világon eltérő éghajlati és időjárási körülmények között termesztnek kukoricát. Ily módon kilenc érési csoportot alakítottak ki. Minél nagyobb egy kukorica FAO-száma, annál későbbi az érésideje. Az 1. táblázatban néhány hibridkukorica FAO-számhoz tartozó jellemzőit foglaltam össze.

1. táblázat Különböző FAO-számú hibridkukoricák jellemzői
(Forrás: saját munka)

FAO-szám	érés idő (nap)	fejlődés üteme	hőmérsékleti igény / ⁰ C/	vetés ideje	felhasználás
200- 299	80- 100	gyors	hűvös 14,5- 15,5	késői	siló szemes hibrid
300- 399	100- 110	gyors	hűvös 16,5- 17,5	késői	siló szemes hibrid
400- 499	110- 120	gyors	hűvös 19,5	késői	siló szemes hibrid
500- 599	120- 130	átlagos	20,5		
600- 699	130 felett	átlagos	meleg, csapadékos idő		

Magyarországon a FAO 200-599 közötti hibrideket lehet jól termelni. Az 500 fölötti FAO-számú kukoricák hazánkban nem tudnak beérni. Az adatokat a vetőmag forgalmazók termékismertetőiből nyertem.

2.8.9. A kukorica beltartalmi értékének növelése

Attól függően, hogy mi a termesztés célja a beltartalmi érték növelésére különböző tápanyagokat és talajkezelési technikákat lehet alkalmazni. Ezek együttesen javítják a szemek minőségét és tápanyagtartalmát. Az optimális beltartalmi érték érdekében fontos a növény tápanyag-igényeinek kielégítése, hiszen a megfelelő tápanyagellátás hozzájárul a magasabb fehérje-, olaj- és ásványianyag-tartalomhoz, valamint az általános termés mennyiség növeléséhez. Az alábbiakban bemutatom a legfontosabb tápanyagokat és anyagokat, amelyekkel a kukorica beltartalmi értékét növelhetjük:

1. Nitrogén (N)

- A nitrogén a fehérjeszintézishez nélkülözhetetlen, így közvetlen hatással van a kukorica fehérjetartalmára. Ha a növénynek biztosítjuk a megfelelő nitrogénellátást, akkor növelni tudjuk a kukoricaszemek aminosavtartalmát és általános tápértékét.
- Vetés előtti alaptrágyázással, majd ezt követően a címerhányás előtt juttathatjuk ki a nitrogént
- Hatása: Bogdán Imre (2012) a Limagrain kukorica hibridek terméseredményeit vizsgálta az évjárat és agrotechnikai tényezők hatására. Eredményként azt kapta, hogy az évjáratok szerint különbözően alakul a termés nagysága. Száraz években kevesebb volt a termés, a tápanyagellátás hatására növekedett a termés, a FAO 300-as éréscsoport ért el magasabb termésszintet. A FAO számok növekedésével öntözés nélkül minden esetben növekedés következett be.

2. Foszfor (P)

- A foszfor az energiaátviteli folyamatokban játszik szerepet. Így fontos szerepe van a fotoszintézisben, továbbá hozzájárul a gyökérképződéshez és a szemek érettségéhez. Hatására javul a szemek keményítőtartalma.
- Családi gazdaságunkban a foszfort mindig a vetés előtt juttatjuk ki.

3. Kálium (K)

- A kálium növeli a növény stressztűrő képességét, így az aszályal és betegségekkel szemben ellenállóvá teszi a növényt. Javítja a növény vízfelvételét is, ezáltal hozzájárul az optimális keményítőtartalom kialakulásához

- Káliumtartalmú műtrágyákat (pl. kálium-szulfát) kétféleképpen tudunk kijuttatni. Vagy vetés előtt az alaptrágyázás részeként, vagy levéltrágyaként. Mi mind a két módon szoktuk kijuttatni a káliumot.

4. Cink (Zn)

- Szerepe: A cink nélkülözhetetlen a fehérjeszintézisben és a hormonok működésében. A cinkhiány gyakran csökkent növekedéshez és alacsonyabb terméshozamhoz vezet. A cinkkel dúsított kukorica nagyobb fehérjetartalmat és jobb tápanyag-összetételt eredményez. Az ország keleti/észak-keleti részén a csernozjom talajokban több cink van (Tóth Endre Andor, 2017)
- Alkalmazás: A cinket levéltrágyázással vagy talajon keresztül lehet kijuttatni. A cink-szulfát például hatékony a cinkpótlásra, és nagy szerepe van az optimális tápanyag-ellátás biztosításában.

5. Magnézium (Mg)

- A magnézium a klorofill alkotóeleme, nélkülözhetetlen a fotoszintézishez. Amennyiben elegendő a növény számára a magnézium, úgy a fotoszintézis is jobb lesz, magasabb energiatartalmú szemek fejlődnek.
- Mi magnézium-szulfát formájában biztosítjuk a magnéziumszükségletet. A megfelelő Mg szint növeli a szemek beltartalmi értékét.

6. Kén (S)

- A kénnek fontos szerepe van a fehérje- és aminosav-szintézisben. A kénhiányos kukoricánál alacsonyabb fehérjetartalom figyelhető meg.
- Gazdaságunkban a ként kéntartalmú műtrágya segítségével biztosítjuk.

7. Szerves trágya és komposzt

- A szerves trágyák és komposztok javítják a talaj szerkezetét. Hatásukra nő a talaj humusztartalma, és biztosítottá válnak a kukorica számára a szükséges mikroelemek. Szerves anyagok hatására javul a talaj vízmegtartóképessége, ami rendkívül fontos az aszályos időszakokban.
- A szerves trágyát és komposztot a talaj előkészítésekor, vetés előtt juttatjuk ki.

A legmegfelelőbb szervestrágya az istállótrágya, melynek a talajok szerkezetére gyakorolt hatása is jelentős. 30-40 t/ha istállótrágyát kellene biztosítani a kukorica alá, de a féladagú istállótrágyázás is gazdaságos. Ezt műtrágyával egészíthetjük ki. Az istállótrágyát az őszi mélyszántással dolgozzuk be a talajba (Dr. Radics László, 1994).

8. Biostimulátorok és levéltrágyák

- A biostimulátorok és levéltrágyák (például algakivonatok, huminsavak, fulvosavak) serkentik a növény anyagcseréjét, javítják a stressztűrő képességet, és elősegítik a gyökernövekedést. Ezek a termékek hatékonyan javítják a tápanyagfelvételt, így hozzájárulhatnak a magasabb termésminőséghez (Jakab és munkatársai, 2022). Mi huminsavakat és algakivonatokot is használunk.
- Biostimulátorokat és levéltrágyákat a virágzás és a szemképződés időszakában alkalmazzuk.

9. Mikroelem-kiegészítők (réz, bór)

- A mikroelemek szükségesek a kukorica növekedéséhez és virágzáshoz. Ha nem megfelelő a mennyiségük, akkor csökken a termés minősége és mennyisége. Megfelelő szint esetén javul a szemek ásványi anyag tartalma.
- Ezeket a mikroelemeket talaj-, vagy levéltrágyázás formájában lehet kijuttatni. Mi levéltrágyázás során adjuk oda a növénynek.

A talaj tápanyagszintjének rendszeres ellenőrzése alapvető fontosságú a kukorica beltartalmi értékének növelése érdekében. A precíziós gazdálkodási módszerek (talaj- és levélanalízis), segítik a gazdálkodókat a tápanyagok pontos adagolásában és időzítésében.

Kártevők elleni védekezés:

A kukoricamoly és a gyapottok- bagolylepke az egyik legjelentősebb kártevők. Ellenük biológiai védekezési módszer például a trichogramma fürkészdarázs alkalmazása. A rovarkártevők ellen rovarölő szereket alkalmazunk. A neonikotinoidos vetőmagcsávázásokat betiltották, így a lárvák okozta kártétel ellen csak a teflutrinok kezelés maradt. Az egyidejű piretroid vagy egyéb hatóanyagokkal végzett kezelés sok évi tapasztalatok alapján, 90% feletti hatékonyságával megfelelően gyéríti a kukoricabogarakat (Molnár Dávid, 2022).

Betegségek elleni védekezés:

Gombabetegségek, például fuzárium, helmintospóriumos levélfoltosság és más betegségek ellen fungicidekkel védekezünk, amelyeket állománypermetezéssel juttatnak ki.

6. Öntözés

A kukorica jelentős vízigényű növény. Különösen száraz években vagy alacsony csapadékú területeken lehet szükség az öntözésre. Az éghajlatváltozás negatív hatásait korlátozhatják a növények és növényfajták megváltoztatása, a jobb vízgazdálkodás, a megfelelő növénytaplálás, a védelem és a talajművelési gyakorlatok (Tarnawa Á., 2015).

Öntözési időszak: Az öntözés legfontosabb időszakai a címerhányás előtti és utáni időszakok, ilyenkor a legnagyobb a növények vízigénye. A megfelelő vízellátás segíti a szemek kitelítődését és növeli a terméshozamot (Kádár, 2021)

7. Betakarítás

A betakarítást általában akkor végzik, amikor a kukoricaszemek nedvességtartalma 20-25% körülire csökken. Magyarországon a betakarítás jellemzően szeptember végétől november közepéig tart. A kombájn beállítása rendkívül fontos. A cél az, hogy a szemek ne sérüljenek és minél kevesebb legyen a veszteség. Betakarítás után a nedves szemeket szükség szerint szárítani szükséges, a szárító üzemekbe 13% nedvességtartalmúnak kel lenni, hogy a kukorica szemeket hosszú távon tárolni lehessen.

3. Alkalmazott módszerek

A szakdolgozatomban KSH adatokat, Eurostat (nrg_110a) adatokat, OTKA T 043256 kutatás eredményeit, továbbá az Agro napló szakfolyóirat adatait használtam fel. A Szakirodalmi adatok, eredmények összehasonlító elemzését részben a kutatók végezték el, részben saját magam is végeztem elemzéseket. Saját Családi gazdaságban alkalmazott hibridek termesztéstechnológiára adott terméshozamát hasonlítom össze különböző évjáratokban. Általunk termesztett kukorica hibridek: KWS Hippolito, KWS Ricardo, KWS Intelligens. Több technológia alkalmazása: szántásos, talajlazításos, gruberessé alakításos művelések összehasonlítása. Tápanyag utánpótlás egész területre történő kijuttatásával, sor mellé juttatással és levélen keresztül történt. Öntözéssel és nem öntözéssel technológiát alkalmaztunk. Ezen belül az öntözés megvalósult lineáris és csepegtető szalagos öntözéssel. A különböző alkalmazási módszerek hatásait vizsgáltuk a termés beltartalmi értéke és terméshozam szerint.

FAO számok alapján 3 típus alkalmaztunk (300-350; 350- 400; 400-450), termés eredményeinek összehasonlító elemzését végeztem el. Aflatoxin és donatoxin meghatározásokat végeztettünk akkreditált laboratóriumban. Szemrevételeztük a kukorica növényt, melynek során szántórészt, csövek és szemek épségét vizsgáltuk. Fuzáriumra utaló esetleges eltéréseket kerestünk. Rögzítettük a tábláról történő beszállítás során a szemek nedvesség tartalmát, tisztaságát.

4.Eredmények és értékelésük

A benzin kiváltására az egyetlen gazdaságosan előállítható üzemanyag a bioetanol.

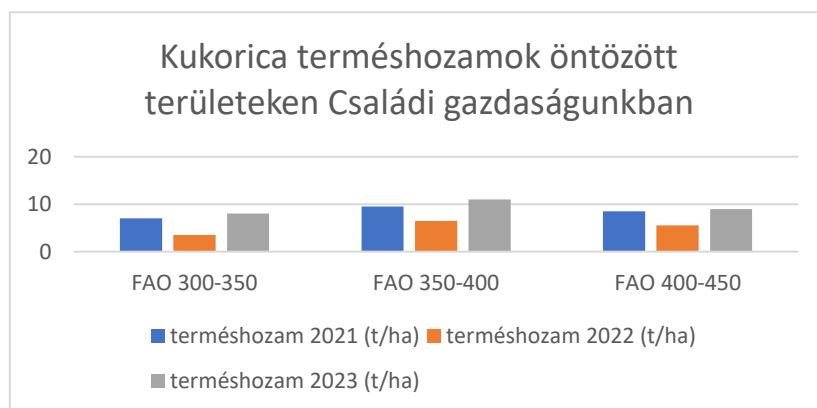
A szakdolgozatomban kitűzött célok vonatkozásában az alábbi eredményre jutottam:

Szakdolgozatomban részletesen kitértem a kukorica növénytermesztés technológiájára és a növény fejlődéséhez szükséges feltételeket ismertettem. A sikeres gazdálkodás miatt fontos betartani az agrotechnikai műveleteket, a vetés idejét, a növényápolást és a vetésforgót.

Saját Családi gazdaságunkban alkalmazott legjobb termesztés technológia a beltartalmi érték szempontjából a szántásos talajművelés, a csepegtető öntözés, a foszfor, magnézium és kálium tartalmú levéltrágya alkalmazása volt, melyek növelték a keményítő, fehérje és zsírtartalmat. Ezek termésteobbetet és minőségi beltartalmi növekedést is hoztak, kedvezően befolyásolták a kukoricaszem bioetanol előállításához szükséges minőségi elvárást.

15 hektár területen van lehetőségünk öntözésre. Három hibridfaj terméshezamait hasonlítottam össze öntözött és nem öntözött területeken. A csernozjom talajok jó vízmegtartó képességűek, aszályos időszakokban az öntözés elengedhetetlen lehet a kukorica optimális fejlődéséhez. Az öntözési időszak a címerhányás előtti és utáni időszakokban a legfontosabb. Magyarországon az átlagos kukorica terméshezam hektáronként 7-8 tonna. Aszály esetén ennek a fele. Aszály esetén öntözéssel is csak megközelíteni lehet az átlag értéket. Az eredményeket a 4. ábrán és a hozzátartozó 2.táblázatban ábrázoltam öntözés esetén. Szélsőséges időjárási körülmények között az öntözés elengedhetetlen a beltartalmi érték minőségi paramétereinek növeléséhez. Saját családi gazdaságunkban öntözés hatására megfelelő beltartalmi értéket és terméshezamot tudunk elérni.

4. ábra Kukorica terméshezamok öntözött területeken Családi gazdaságunkban
(Forrás: saját munka)

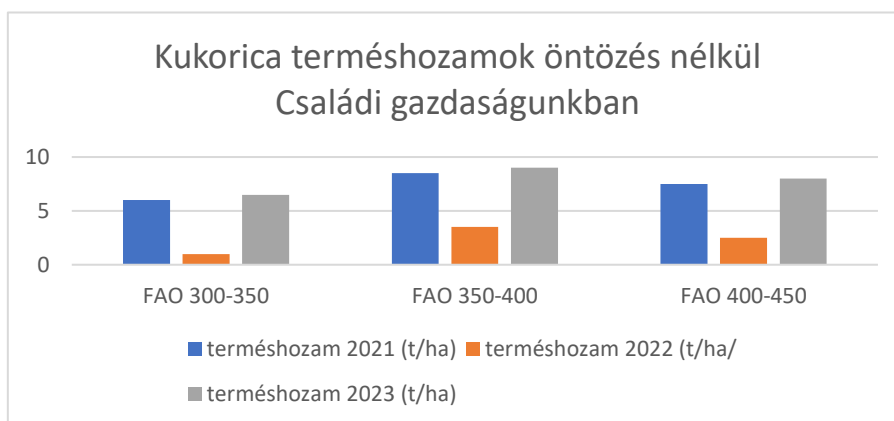


2. táblázat Kukorica termés hozamok öntözött területeken Családi gazdaságunkban
(Forrás: saját munka)

	FAO 300-350	FAO 350-400	FAO 400-450
terméshozam 2021 (t/ha)	7	9,5	8,5
terméshozam 2022 (t/ha)	3,5	6,5	5,5
terméshozam 2023 (t/ha)	8	11	9

Öntözés nélkül aszályos időszakban egyik hibrid sem tudta megközelíteni az átlag termést, továbbá beltartalmilag sem érték el a kívánt szintet. Ezt jól szemléltetik a 5. ábra és a hozzá tartozó 3. táblázat.

5. ábra Kukorica termés hozamok öntözés nélkül Családi gazdaságunkban
(Forrás: saját munka)

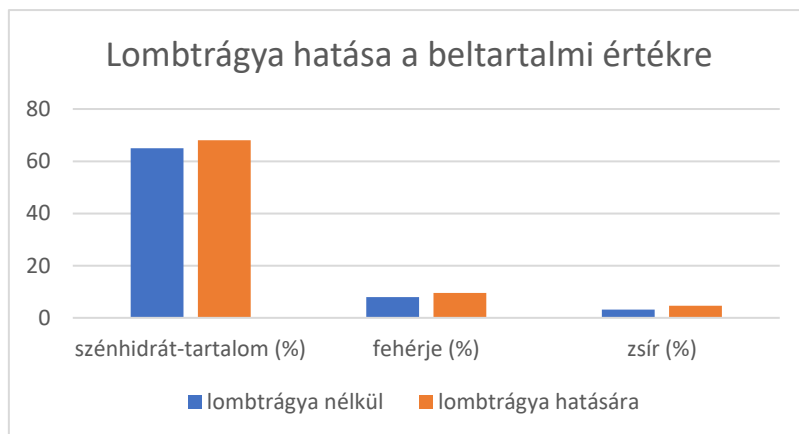


3. táblázat Kukorica termés hozamok öntözés nélkül Családi gazdaságunkban
(Forrás: saját munka)

	FAO 300-350	FAO 350-400	FAO 400-450
terméshozam 2021 (t/ha)	6	8,5	7,5
terméshozam 2022 (t/ha/	1	3,5	2,5
terméshozam 2023 (t/ha)	6,5	9	8

A 6. ábrán és a 4. táblázatban a lombtrágyázás kedvező hatásait figyelhetjük meg.

6. ábra Lombtrágya hatása a beltartalmi értékre
(Forrás: saját munka)



A 4. táblázatban szereplő adatok (beltartalmi érték) mindegyike nem szignifikánsan kissé magasabb a normál értékhez viszonyítva. Normál értékek: szénhidráttartalom: 65-70 %, fehérje tatalom: 8-10 % közötti, a zsír tartalom 3-5 %.

4. táblázat Lombtrágya hatása a beltartalmi értékre
(Forrás: saját munka)

Beltartalmi érték	Lombtrágya nélkül	Lombtrágya hatására
szénhidrát-tartalom (%)	65	68
fehérje (%)	8	9,5
zsír (%)	3,2	4,6

Az akkreditált laboratóriumban végzett vizsgálatok során az Aflatoxin és DONtoxin vizsgálati eredmények normál értéket adtak, mind az Aflatoxin B1, B2, G1, G2, valamint az összes Aflatoxin (G1, G2, B1, B2) és DON toxin vonatkozásában. A kukorica szárán nem volt törés, a csövek és szemek épek voltak, fuzárium fertőzés nem fordult elő.

A kombájn beállítása megfelelőnek bizonyult, hiszen a szárítóba történő érkezéskor, illetve a vizsgálatok során törtszemeket, szemetet (csutka, más növényi maradvány, gyommagvak, beteg szemek) egyik tételnél sem észleltünk. A nedvességtartalom is valamennyi esetben 12- 12,8% között volt, tehát hosszútávú tárolásra teljesen alkalmasnak bizonyult az általunk termelt kukorica.

A legtöbb bioüzemanyagot Brazília és az Amerikai Egyesült Államok állítja elő. Brazília évente 17 milliárd liter etanolt állít elő.

Az Európai Unió a megújuló energiának a közlekedésben való részarányát 2020-ra 10%-os értékben határozta meg. Svédországban ez az arány 30%-os volt, Ausztriában 10,6%, Szlovéniában kb. 2%. Hamar befogadták és bevezették az elvárásokat Írországból, Luxemburgban és Finnországban.

A bioetanol előállításához hibridek rendelkezésre állnak, de a termelés gazdaságossá tételéhez azonban új hibridek is szükségesek.

A bioetanol előállítása egy összetett folyamat, amely a nyersanyagok előkészítésétől kezdve a fermentáción át a desztillációig terjed. A bioetanol előállítása környezetbarát energiaforrást kínál, továbbá gazdasági és mezőgazdasági előnyöket is biztosít, mivel a folyamat során keletkező melléktermékeket hasznosítani tudjuk.

A bioetanol gyártás előnye, hogy a feleslegben megtermelt kukoricát feldolgozza (első generáció). Továbbá a megújuló energiatermelés szolgálatában áll (mind a négy generáció). A bioetanolnak a benzinhoz képest alacsonyabb az üvegházhatású gázok kibocsátási értéke (szintén mind a négy generáció). Hátránya: az első generációs bioetanol gyártásnál fenntarthatósági problémák jelentkezhetnek, a második generációnál sokba kerül a felhasznált energia- és víz, a harmadik generációs bioetanol gyártásnál is drága energiafelhasználást, a kedvezőtlen nitrogénmérleget, illetve a negyedik generációnál a drága és energiaigényes termelést kell kiemelni.

5. Következtetések és javaslatok

A bioüzemanyagok kiváltják a fosszilis tüzelőanyagokat, azonban költséges a bioüzemanyag előállítása. A kutatók vizsgálati eredményei alapján speciális cél lehet a waxy típusú termék, kukoricaolaj és bioetanol előállítása. Hibridválasztásnál a megfelelő termesztéstechnológiát szükséges alkalmazni. Biztosítani kell a növény számára a szükséges ökológiai-, biológiai- és agrotechnikai tényezőket. Kevés publikációt találtam öntözés témakörben. Magyarországon, így Gyula környékén sem biztosítottak az öntözés feltételei. Bár öntöző csatornák fellelhetőek, de azokban víz nem található. A világon eltérő környezeti körülmények között termelnek kukoricát és a termelés-technológiai gépek, eszközök is különbözőek. A bioüzemanyag előállításba sok alapanyag vonható be, melyek más-más technológiát igényelnek. Saját gazdaságunkban az öntözés és az alap tápanyagellátáson felül a lombtrágyázás során kijuttatott mikroelemek növelték a termés hozamot és a beltartalmi értéket. Aszályos években is magasabbak voltak a beltartalmi értékek. A termelőknek azt javasolnám, hogy először is azt kell eldönteniük, hogy számukra mi a fontosabb. A termés minősége, vagy mennyisége. Ugyanis nagyobb termés esetén kedvezőtlenebbek a szem beltartalmi értékei, míg a kisebb termés esetén a szem beltartalmi értékei kedvezőbbek. Annak a termelőnek, aki a fehérjetartalmat tartja szem előtt az SY Batanga hibridet javasolnám, mivel a vizsgált hibridek közül és a vizsgált körülmények között ennek a hibridnek volt a legmagasabb fehérjetartalma.

6. Összefoglalás

Azt tapasztaltam, hogy az egyes országokban az energetikai célra felhasznált alapanyagokkal kapcsolatos adatgyűjtések nem teljes körűek, így a bioüzemanyagok alkalmazásának gazdasági és környezeti hatásait igen nehéz reálisan elemezni, összehasonlítani.

Úgy látom, hogy a bioüzemanyagok előállítása sok országban alapvetően politikai döntés kérdése. A bioüzemanyag termelése mellett szóló érvek között környezetvédelmi, energiapolitikai és agrárpolitikai célok is szerepelnek. Minden országot más-más tényező ösztönzi a bioüzemanyagok termelésének és felhasználásának növelésére.

Az Európai Bizottság 2017-ben 7%-ban korlátozta az első generációs bioüzemanyagok termelését. Az Unió szándéka ezzel az élelmiszer alapanyagok fokozatos kivezetése és a fejlett bioüzemanyagokkal, valamint hidrogéncellákkal, illetve elektromos akkumulátorokkal való felváltása volt. Ezek a rendszerek technológiailag még nem kiforrottak, így egyenlőre a nagyobb szerepük a bioüzemanyagoknak van.

Az általam megismert adatok alapján a hagyományos bioüzemanyagok termelése az Európai Unióban jelentősen már nem fog növekedni. A termelés mértéke a legtöbb bioüzemanyagot előállító országokban már elérte a telítődési pontját.

A hagyományos bioüzemanyagokat előállító országok nagymennyiségben használnak fel importált alapanyagokat a bioüzemanyagok termelésére, ami nem gyakorol hatást az adott ország szántóföldi növénytermesztésének hatékonyságára.

Az energianövények termelése nem jár magasabb jövedelmezőséggel a gazdák számára. Az élelmezésre, takarmányozásra és energetikai célokra felhasználható szántóföldi növények termeléstekológiájában nincs számottevő különbség, így a termelési költségekben sincs különbség. A bioüzemanyag előállítók érdeke, hogy minél alacsonyabb áron, minél jobb minőségű alapanyaghoz jussanak, így a termelők csak a költségeik minimalizálásával tudják növelni az árbevételüket.

Személyes tapasztalatom alapján úgy látom, hogy a termesztési céloknak és a végtermék hasznosításának megfelelő hibridet kell választani, melyhez rendelkezésre állnak a kukoricahibridek. Saját gazdaságunkban nagy mértékben tudtuk hasznosítani azokat az információkat, melyeket tanulmányaim során elsajátítottam. A gépeket, eszközöket jelentősen átalakítottuk. Csak akkor szántunk, ha szükséges. Talajlazítást, tárcsázást helyeztük előtérbe. Előtérbe helyeztük a talaj vízmegtartóképességének fontosságát. Biostimulánsokat, lombtrágyát alkalmazunk. Odafigyelünk a gyommentesítésre. Talajvizsgálatokat végzünk, az eredmények alapján döntünk a tápanyag pótlásról. Gépeink beállítására, karbantartására nagy

hangsúlyt fektetünk. A laboratóriumi vizsgálatok igazolták, hogy a vetésváltást, talajművelést is jól végezzük, hiszen sem fuzárium, sem kukoricamoly, vagy kukoricabogár évek óta nincs földjeinken. A vetőmag gyártóktól és forgalmazóktól nagy segítséget kapunk a megfelelő hibridek kiválasztásában. Biztosítjuk a növény számára fontos mikro- és makroelemeket. Tápanyag hiányos, beteg, gyengén fejlett növények még a forgókban sem szoktak lenni. Ez alól csak a 2022-es év volt kivétel, amikor rendkívüli aszály volt Gyula és környékén.

A jövőben a bioetanol célú gyártást is fokozni kell. Érdekes lehet, hogy állami támogatások nélkül a termelőknek gazdaságos lesz-e a bioetanol előállítás.

Sajnos a kukorica termesztés rendkívül függ a csapadék mennyiségétől, melyet a megváltozott klímaviszonyok sem segítik.

7. Irodalomjegyzék

Balla Z.: *Development opportunities of biomass-based ethanol production in relation to starch- and cellulosebased bioethanol production*, Agrártudományi Közlemények, 2013/51.

Bánszki Livia: *Bioetanol előállítás céljából termesztett kukorica hibridek összehasonlító értékelése*, Agrártudományi Közlemények, 2012/46

Birkás, Márta és Bencsik, Katalin és Mikó, Péter Pál és Percze, Attila és Schmidt, Rezso és Stingli, Attila és Ujj, Apolka (2009) *A talajminőség javítás és fenntartás talajhasználati alapjai = Land use bases for soil quality improvement and maintenance*. Munkabeszámoló. OTKA.

Bogdán Imre: *Az évjárat és agrotechnikai tényezők hatása különböző éréscsoportú Limgrain kukorica hibridek termésére*, Agrártudományi Közlemények, 2012/47

Jakab Péter - Ódry Levente - Makra László – Sárvári Mihály – Komarek Levente: *Kukorica lombtrágyázási kísérlet 2019.évi eredményei Hódmezővásárhelyen*, Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában 3., Szeged, 2022

Jolánkai, M.–Nyárai, H. F.–Kassai, M. K.–Sófalvy, Zs.–Tarnawa, Á.: *A water stress assessment survey based on the evapotranspiration balance of major field crop species*. Növénytermelés. 62. Suppl. 351–354., 2013

Jóri, János István és Farkas, Zsolt és Kerényi, György és Salamon, Sándor és Soós, Sándor és Sente, Márk (2007) *A talajművelő gépek feladatai, lehetőségei és műszaki megoldásai a számítógéppel támogatott mezőgazdaságban (CAF) = The agricultural and technical challenge for tillage machinery in the Computer Aided Agriculture (CAF)*. Munkabeszámoló. OTKA.

Kádár NM: *Öntözés hatása a kukorica (Zea mays L.) hibridek minőségére és termésére*, 2021

Lakatos, M.–Bihari, Z.–Szentimrey, T.–Spinoni, J.–Szalai, S.: *Analyses of temperature extremes in the Carpathian region in the period 1961–2010.*, 2016

Mizik T.: *A bioetanol-termelés gazdasági és fenntarthatósági vetületei*, Közgazdasági Szemle, 2022

Molnár Dávid: *Ne hagyjuk figyelmen kívül a kukorica termését veszélyeztető kártevőket!*, Agro Napló, 2022

Nagy János: *A vetésidő hatása a kukorica- (Zea mays L.) hibridek terméshozamára és minőségére*, Növénytermelés, 2009.

Nagy Sándor: *Bioetanol, mint alternatív energiaforrás a mezőgazdaságban*, 2009

Pepó, P.: *Adaptive capacity of wheat (Triticum aestivum L.) and maize (Zea mays L.) crop models to ecological conditions*. Növénytermelés. 59. Suppl. 325–328., 2010

Dr. Radics László: *Szántóföldi növénytermesztés*, Budapest, 1994.

Sárvári Mihály- Boros Beáta: *A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére*, Növénytermelés 59 (2010)3, 37-52

Sipos, Marianna (2009) *A kukorica (Zea mays L.) termésének, valamint néhány beltartalmi értékének vizsgálata a hibrid és a tápanyagellátás függvényében öntözési és műtrágyázási tartamkísérletben.* Agrokémia és Talajtan, 58 (1). pp. 79-90. ISSN 0002-1873

Sulyok Dénes: *A precíziós kukoricatermesztés gazdasági kérdései csernozjom talajon,* Agrártudományi Közlemények, 2012/49.

Tarnawa, Á.–Kis, J.–Horváth, Cs.–Pósa, B.–Jolánkai, M.: *The impact of aridity and vulnerability interactions on some field crop species.* Georgikon for Agriculture. 2015., 20. 1: 14–20.

Tóth Endre Andor- Kalocsai Renátó: *A cink szerepe a talajban és a növényekben,* Acta Agronomica Óváriensis Vol. 62. N° 1.

8. Ábrajegyzék

1. ábra	A gazdaságok és a mezőgazdasági terület megoszlása a gazdaságok mérete szerint	6
2. ábra	A folyékony halmazállapotú bioüzemanyagok elsődleges előállítása, EU-28, 1990-2016 (Mtoe)	11
3. ábra	Hibrid kukorica felhasználás szerinti megoszlása	16
4. ábra	Kukorica terméshozamok öntözött területeken Családi gazdaságunkban	25
5. ábra	Kukorica terméshozamok öntözés nélkül Családi gazdaságunkban	26
6. ábra	Lombtrágya hatása a beltartalmi értékre	27

9.Képjegyzék

1.kép	Pannónia Bioethanol- Dunaföldvár	12
2.kép	Hungrana Kft- Szabadegyháza	13
3.kép	Bioetanol előállítása kukoricából	14

10.Táblázatok

1.táblázat	Különböző FAO-számú hibridkukoricák jellemzői	19
2.táblázat	Kukorica terméshozamok öntözött területeken Családi gazdaságunkban	26
3.táblázat	Kukorica terméshozamok öntözés nélkül Családi gazdaságunkban	26
4.táblázat	Lombtrágya hatása a beltartalmi értékre	27

11. Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Dr. Nagy Dávid István
A Hallgató Neptun kódja: B8KDA9
A dolgozat címe: Kukorica termesztéstechnológiája bioetanol nyerés céljából
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-Tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómiai Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Békecsaba 2024 év október hó 17 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

12.Konzulensi nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

dr. Nagy Dániel István (név) (hallgató Neptun azonosítója: B8KDA9)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

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

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

Kelt: 2024. év november hó 12. nap

Tarnai Alán
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

13.Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Tarnawa Ákos docens úrnak a segítségéért, kitüntető bizalmáért, amelyek hozzájárultak ennek a szakdolgozatnak a létrejöttéhez, tanulmányom ideje alatt kapott tanácsokért, folyamatos figyelmességért.

Külön szeretném megköszönni a Nagy és Családja Kft ügyvezetőjének, a gyulai Munkácsy Tej Kft.-nek, hogy lehetőséget, helyszínt biztosítottak a gyakorlati ismeretek elsajátításához.

Végül szeretnék köszönetet mondani a családomnak, akik tanulmányaim alatt támogattak, segítettek, lehetővé tették ennek a tanulmánynak a folytatását.

Gyula, 2024.10.17.

Dr. Nagy Dávid István