

DIPLOMADOLGOZAT

Kátai Lora

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet
Agrármérnök, osztatlan szak, nappali tagozat**

**A termesztéstechnológiai elemek változásának hatása a
kukorica fejlődésére és termésmennyiségre**

Belső konzulens: Dr. Percze Attila
egyetemi docens

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

Készítette: Kátai Lora

**Gödöllő
2024**

1.Bevezetés:	2
1.1. Célkitűzések:	2
2.Szakirodalmi áttekintés	3
2.1.Kukorica eredete, elterjedése és jelentősége:	3
2.1.1.A kukorica Eredete:	3
2.1.2. A kukorica elterjedése Európában:	3
2.1.3. Kukorica megjelenése és elterjedése Magyarországon:	4
2.1.4.Kukoricatermesztés jelentősége:	4
2.2. A kukorica morfológiája:	5
2.3. Kukorica ökológiai igénye:	7
2.4. A kukorica talajművelési rendszere:	10
2.4.1. Forgatásos talajművelés:	11
2.4.2.Forgatás nélküli talajművelési rendszerek:	13
2.5. A kukorica termesztéstechnológiája:	17
2.6. Precíziós szántóföldi növénytermesztés:	20
3.Anyag és módszer	22
3.1. Vizsgálatok célja:	22
3.2. A vizsgálatok körülményei:	22
3.3. Alkalmazott agrotechnika:	25
3.4.Vizsgálati módszerek bemutatása:	32
4. Eredmények:	37
4.1. Talajvizsgálatok eredményei:	37
4.2. Fenológiai mérések eredményei:	41
4.3. Termésmennyiségek:	46
4.4. Költségek számítása:	49
5. Következtetések, javaslatok:	51
6. Összefoglalás:	52
7. Felhasznált irodalmak:	53
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke:	57
9. Köszönetnyilvánítás:	59
10. Nyilatkozatok:	60

1.Bevezetés:

A kukorica (*Zea mays*) a világ egyik legelterjedtebb növénye. Hazánk mezőgazdaságának legfontosabb haszonnövénye. Különleges helyet foglal el a gabonafélék között. Magyarországon a legnagyobb szántóföldi területen termesztett növény. Az elmúlt 10 évben a vetésterülete 1,1-1,2 millió ha között mozgott. Felhasználását tekintve élelmiszeripari, takarmányozási, bioüzemanyag és ipari célra is alkalmas. Legnagyobb arányban az állattartásban történik a felhasználása takarmányként. Hazánkban a termésátlagok rendkívül eltérőek a vármegyékben a különböző adottságú területek, és csapadékeloszlás miatt. 3,5-7,5 t/ha között alakul országos átlagban. Az ország egyes részein a 10 t/ha feletti átlagot is meghaladhatja. Tavaszi növényeink közül a kukoricának van a legnagyobb időjárás kitettsége. Ezt megfelelő agrotechnikai eljárásokkal sem lehet kielégíteni minden esetben.

1.1. Célkitűzések:

Szakdolgozatomban a forgatásos és forgatás nélküli talajművelési módok talajállapotra, valamint a kukorica fejlődésére és termésképzésére gyakorolt hatását szeretném megvizsgálni. Azért erre a témára esett a választásom, mivel a mai mezőgazdaságban kardinális pont a szántás csökkentése, és a forgatás nélküli talajművelés előnybe helyezése. A fenntartható mezőgazdasághoz olyan megoldásokat kell találni, ami közben nem teszi tönkre és zsigereli ki a talajainkat és ezáltal a környezetünket. Egyre nagyobb hangsúlyt kap a víz megtartása, az erózió megállítása, valamint a talajélet megőrzése, ami a forgatásos művelésnél komoly gondokat tud okozni. Felhasználva a ma már elérhető precíziós technológiákat, lehetőségünk van arra, hogy helyspecifikusan gazdálkodjunk, és ezáltal egy gazdaságilag és környezetileg fenntartható gazdálkodást alkalmazzunk, amely a talajban zajló folyamatok figyelembevételével történik. Hazánkban is egyre több gazdálkodó alkalmazza ezeket a technológiákat. Kísérletemben szeretném bemutatni, hogy milyen eredmények érhetőek el a szántott, illetve a lazított talajon kukorica termesztésben.

2.Szakirodalmi áttekintés

2.1.Kukorica eredete, elterjedése és jelentősége:

2.1.1.A kukorica Eredete:

Származása a mai napig kissé bizonytalan. Dél-Brazíliában, Északkelet-Brazíliában és Paraguay területén terjedt el elsődlegesen (GEISLER 1980).

GALINAT (1979) szerint a kukorica származási helye Mexikó, illetve Közép-Amerika.

Régészeti adatok azonban azt mutatják, hogy i.e 2000 és 2500 között is termesztették.

Az ókori gazdák válogatták, és manipulálták az őseit, így fejlesztették ki a ma ismert kukoricát. Ma a kukorica a Földünk egyik legrelevánsabb növénye. Felfedezése után hamar elterjedt Európában, Ázsiában és Afrikában is (Sergio O. Serna Saldivar).

A vadon élő egynyári teosinte növény az őse. Jelentős átalakuláson ment keresztül. A házasított kukorica elterjedt Észak-és Dél-Amerikában, alkalmazkodott az új környezethez és felhasználásokhoz. Ma Latin-Amerikában 220 kukoricafajt ismernek, melyek közül 64 faj Mexikóhoz köthető (Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2011).

A nagy hozamú beltenyésztett vonalak előállítását a korszerű nemesítési technikák fejlődésével tették lehetővé. Az elkövetkezendő években nagy kihívást jelent a még nagyobb hozamú, éghajlatváltozással szemben ellenálló fajták kifejlesztése.

2.1.2. A kukorica elterjedése Európában:

Európai elterjedése Spanyolországból és Portugáliából ered. Balassa (1960) szerint először a De Orbe nevezetű kiadványban tesznek róla említést 1511-ben. 1518-ban Burgmair Szent János már két kukoricaszárral látható egy képen. Cibo 1532-ben kiadott herbáriumában láthatók a növény első herbáriumai példányai. Grebenscsikov (1954) szerint már Németországban is rámutat Hieronymus könyvében megtalálható Velschenkorn néven, ebből arra következtethetünk, hogy Olaszországból hozták át. 1542-ben Leonard Fuchs osztja meg Türkisch Korn néven (I'SÓ 1965).

Először csak kerti dísnövényként tartották, majd a 17. században terjedt el a szántóföldi termesztése (Nagy 2007).

2.1.3. Kukorica megjelenése és elterjedése Magyarországon:

A kukorica Magyarországra történő behozatala a mai napig kétséges. Erdélybe a törökök által került 1611-ben Schwartzner (1809) szerint. Rodiczky (1884) úgy véli, hogy Olaszországból a varasdi határőrvidéken, Horvátországon és Muraközön keresztül érkezett hozzánk. Beythe István tett először említést róla 1583-ban Németújváron. Ezek az első irodalmi hivatkozásai, gazdasági elterjedésére azonban később került sor. Gyors terjedése a XVIII. század közepére, és legfőképp a végére vezethető vissza az országban. A század végére már elterjedt növény lett. 1777-ben Mitterpracher a budai egyetemen bemutatta a növény négyzetes termesztését (I'SÓ 1965).

2.1.4. Kukoricatermesztés jelentősége:

Évről évre egyre növekszik a világgazdasági jelentősége. Felhasználását tekintve is egyre több területen történik. A termésátlagot tekintve Magyarország a 13. helyen áll a világ rangsorában, Európán belül pedig a 3. helyen (Nagy 2010).

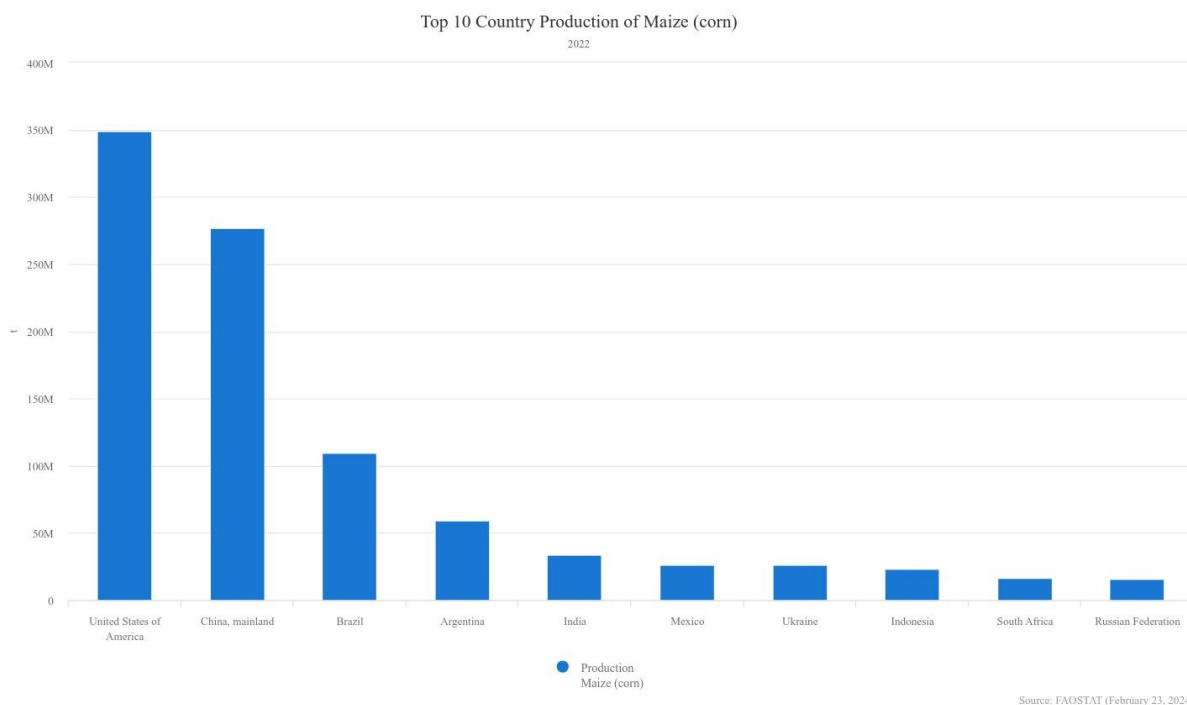
Évtizedek óta a legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény. Vetésterülete kevésbé ingadozik, azonban a termésátlagról ez már nem mondható el.

A gazdaságos kukoricatermesztés függ a gazdálkodó szemléletétől, az általa használt termesztéstechnológiától és számos más körülménytől (Nagy 2010).

Ennek érdekében a kukoricatermesztésben a legmegfelelőbb, az ökológiai feltételekhez leginkább alkalmazkodó, kedvező nedvességmegtartó képességű hibridek kiválasztásával, öntözéssel, vetésváltással, megfelelő tápanyag-utánpótlással, vízmegtartó talajművelés alkalmazásával, optimális növényállománnyal és a növényvédelemre nagyobb hangsúlyt fektetve növelhetjük a kukorica termésbiztonságát. A gazdaságosság akkor érhető el, ha a biológiai, ökológiai és agronómiai tényezők közötti pozitív interakciókat hatékonyan hasznosítjuk (Nagy 2010). Eközben fontolóra kell vennünk a hazai alternatív felhasználás bővülésének minden lehetséges aspektusát (pl. ipari alapanyagok, bioüzemanyag). Azokon a területeken, ahol a gazdálkodás nem hatékony, más alternatív felhasználási módszerekre van szükség. A takarmányozási, ipari, és élelmiszerfelhasználás növelése mellett fontos a szárítási és szállítási költségek csökkentése, valamint az energiatakarékos talajművelés alkalmazása (Nagy 2010).

A következő diagrammon a világ első 10 kukoricatermesztő országa látható a 2022-es év adatait alapul véve. Az első helyen az Amerikai Egyesült Államok áll, ahol közel 350 millió tonna

kukoricát termeltek a 2022-es évben, ezt követi Kína 277 millió tonna terméssel, a harmadik helyen pedig Brazília áll 109 millió tonnával. Ezzel szemben Magyarországon a betakarított kukorica a 2022-es évben megközelítőleg 2,8 millió tonna volt, ez a többi évhez viszonyítva jelentősen kevesebb, a nagymértékű aszály következménye.



1.ábra: A világ első 10 kukoricatermesztő országa 2022-ben
(Forrás: FAO adatok alapján)

2.2. A kukorica morfológiája:

A vetést követően megfelelő körülmények között az elvetett magból viszonylag gyorsan kifejlődik a csíranövény (Koltay Albert, 1985). Ez jelentősen változhat, a hőmérséklet, csapadék, és a talaj típusától függően. A csírázásban fontos szerepet játszik a fitohormon gibberellin, mely elősegíti a fitázok, lipázok, számos sejtfalbontó enzim, endo- és exoproteázok, illetve α - és B-amilázok szintézisét, ezek szükségesek a csírázáshoz az energia és tápanyagok előállításához (Serna-Saldivar 2010).

Gyökérzete:

A kukoricának járulékos gyökérrendszere van. A talaj mélyebb rétegei felé halad az elsődleges gyökér, több mint 2 méter mélyre is lehatolhat. A szikközépi szárból jönnek létre a másodlagos gyökerek. A pázsitfűvekre jellemző bojtos gyökérzete van. A hajszálgyökerek a minimális csapadékot, illetve a lecsapódó harmatot is tudják hasznosítani. A mélyre hatoló járulékos gyökérzet képes a felhalmozódott vízkészletet felvenni a talajból. A tenyészidő során a felszínhez közel lévő második, harmadik és negyedik nóduszból fejlődhet újabb járulékos gyökérzet. A támasztógyökerek a növény rögzítését szolgálják (ANTAL et al. 1992).

Hajtásrendszer:

A rügyhüvellyel fedett rügyecskéből fejlődik a hajtásrendszere. Tengelye a főhajtás, ebből fejlődnek ki a nódusokon lévő mellékhajtások. Ezeknek a száma 1 és 10 közé tehető. Más pázsitfűvektől eltérően a kukoricánál oldalrügyek alakulnak ki. Kelés után 1-3 héttel jelennek meg a fattyúhajtások (Menyhért 1985).

Szár:

A szár hengeres, mereven felálló, belül tömött. Magassága fajtánként változó. Alulról felfelé vékonyodik a szár, felül 1-2 cm vastag, alul pedig 3-6 cm. A szárat a nódusok internodiumokra tagolják, ezek felfelé hosszabbá válnak. 6-22 között változik a csomók száma fajtánként eltérően. A szártagokat fiatal korban a levélhüvelyek elfedik. A legfelső szártagokat kivéve a többin bemélyedések, szártagvályúk figyelhetők meg. A főhajtáséhez hasonlít a mellékhajtások szárának felépítése (Menyhért 1985).

Levél:

A száron átellenesen váltakozva helyezkedik el. A szárcsomókból alakulnak ki. Három részből áll: levéllemez, levélhüvely, nyelvecske (ANTAL et al. 1992).

A levélhüvely jól fejlett, a szár szilárdságához nagymértékben hozzájárul.

A levéllemez széles, hosszúkás, megnyúlt lándzsa alakú. A főér világos, kiemelkedik a levéllemez fonákán (I'SÓ 1965).

Kísérletekkel bizonyították, hogy a levéllemez hosszúsága, szélessége és a kukorica magassága között pozitív korreláció van (ANTAL et al. 1992).

MONTGOMERY (1906) szerint a levelek felületének nagyságát a következő képlettel lehet kiszámítani: $\text{Levélfelület} = \frac{3 \times \text{levélhosszúság} \times \text{levélszélesség}}{4}$

4

A nyelvecske a levéllemez és a levélhüvely találkozásánál található (Menyhért 1985).

Virágzat:

Váltivarú, egylaki növény. Egyivarú, különálló porzós és termős virágzata van. Idegenbeporzású növény, de önbeporzásra is képes lehet. A kukorica tengelyének a csúcsán található hímvirágzatban (címer) képződik a pollen. A szár közepénél elhelyezkedő levelek hónaljában alakul ki a női virágzat (torzsavirágzat) ([http 1](http://1)).

A címer részei a főtengele és a mellékágak. A főtengele és az ágain kettős virágzatú kalászkák sorakoznak, melyet pelyvalevelek takarnak. Akár 1000 kalászka is megtalálható lehet egy kifejlett címerben. A tavaszi lehűlések negatív hatással lehetnek a címerek merisztémáinak kifejlődésében. Ezáltal csökkenhet a pollenprodukción. 3-3 porzó található a virágzatokon, a beporzás idején szabaddá válnak, porzószálakon lógva szórják szét a polleneket. Milliós nagyságrendű a kiszórt pollen mennyisége egy címerre.

Szeles időben sikeresebb az idegen termékenyülés ([http 1](http://1)).

2.3. Kukorica ökológiai igénye:

Éghajlat igénye:

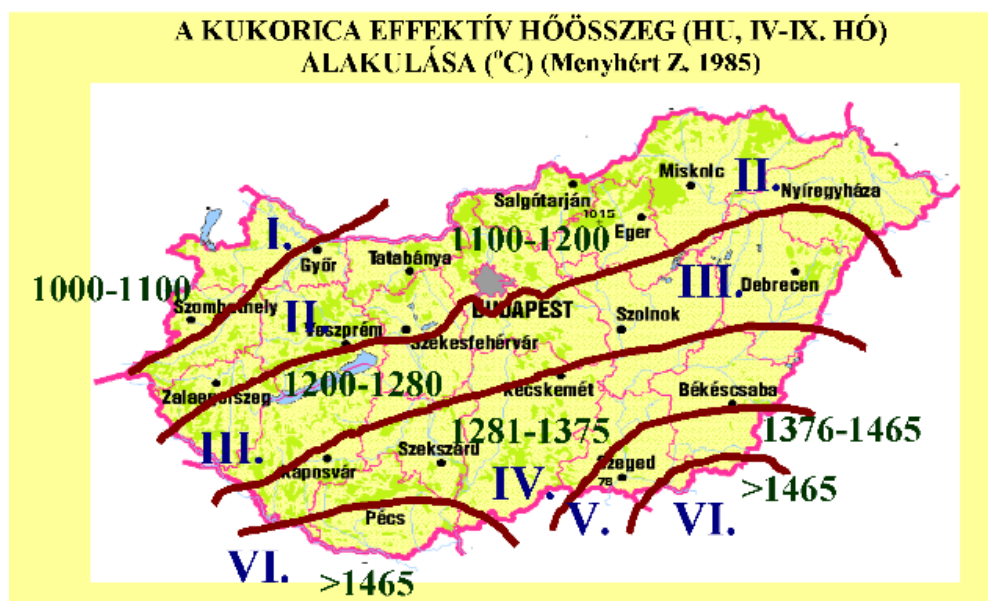
Trópusi eredetű növény. A kukorica meleg és vízigényes növény (Berényi 1945, Surányi 1957). A legújabb eredmények is ezt mutatják, számszerű eredményekkel is alá tudják támasztani. Termését a nyári csapadék mennyisége, és a hőmérséklet nagyban befolyásolja. A növény növekedési ütemét, termeszthetőségét, a termesztés földrajzi határait elsődlegesen a hőmérséklet befolyásolja. A hőmérséklet mellett még fontos tényező a vízellátottság, ami a tömeggyarapodást, valamint a termés mennyiségét határozza meg főként (Gombos 2021). Fotoperiódus: Eredetileg a kukorica rövidnappalos növény, de kialakultak hosszúnappalos típusai (Bocz 1992).

Hőmérsékleti igény:

A kukorica fejlődésében nagy szerepet játszanak az egyes hőmérsékleti értékek, amelyeket átlépve jelentős változások következnek be a növény életfolyamataiban.

A bázishőmérséklet nagy gyakorlati jelentőséggel bír, ami felett növekszik a növény, alatta pedig nulla a fejlődési sebessége (Narwal et al. 1986, Kirby 1995).

Csírázáskor a 8-10 °C-os bázishőmérséklet az optimális a kutatások szerint. A kukorica a növekvő hőmérséklet mellett gyorsan csírázik, legmegfelelőbb számára a 31-35 °C. 40-44 °C-nál magasabb hőmérsékleten már nem valósul meg a csírázás (Varga-Haszonits et al. 2006). Általában a Magyarországon termesztett hibridek effektív hőösszegigénye, 10 °C-os bázishőmérséklet alapján számolva 1100-1400 °C között mozog. A kisebb hőösszegi értékek az ország nyugati és északi részén vélhetők, a nagyobbban pedig a délkeleti részen. A hibridek megválasztásánál figyelembe kell venni az ország eltérő éghajlati különbségeit, a hosszabb tenyészidejű fajtákat a melegebb területeken célszerű termesztani (Láng 1976).



2.ábra: Az effektív hőösszeg (°C) alakulása Magyarországi viszonylatban (IV-IX. hó)
(forrás: Menyhért 1985)

Az április és május közötti időszakban sokszor a hőmérséklet a bázishőmérséklet alatt van, ilyenkor a növénynek megállhat a növekedése. Túl hideg időben megsárgul a levele, megáll a fejlődésben (Láng 1976). Ezáltal később következik be az érési időszak. Így elhúzódik a betakarítás, ami veszteségeket eredményezhet.

Kifejezetten jól tűri a tavaszi fagyokat, azonban a -2, -3 °C már lényeges károkat tud okozni (Dhillon et al. 1988, Hardacre et al. 1990).

A kukorica termésbiztonságában változás állhat fel az éghajlatigénye és a klímaváltozás együttes hatása miatt. A meleg időszakok hatására nagymértékű terméscsökkenés történhet (Reidsma et. al. 2009, Schlenker és Roberts 2009).

Vízigénye:

A csapadék mennyisége befolyásolja leginkább a kukorica termésmennyiségét. A vízhiány nagy termés kiesést tud eredményezni Magyarországon, legfőképp az ország keleti részén. Bocz (1992) szerint a megfelelő csapadékmennyiség áprilistól szeptemberig 420-440 mm közötti, míg Szalóki (1989) szerint a kukorica optimális vízigénye ebben az időszakban 420-550 mm. A virágzástól a teljes érésig 4-6 mm a kukorica vízigénye. A tenyészidőszakban az átlagos csapadékmennyiséget meghaladja a növény vízszükséglete. Az országban csak a Dunántúl délnyugati részén nem olyan jelentős a vízhiány (Nagy 2007).

A tavaszi időszakban az átlagos csapadékösszeg az optimális számára. Ha túl sok csapadék hullik a március és április között lévő időszakban, akkor kitolódhat a talaj-előkészítés, ezáltal nem lehet a vetést sem megfelelő időpontban elkezdni (Gombos 2018). Amennyiben kora tavasszal nagy a szárazság az egyenletes keléshez elegendő talajnedvesség hiányozhat. Ez a probléma homoktalajok esetében a kis vízmegtartó képességük következtében jelentkezhet, míg az agyagtalajoknál a talaj-előkészítés során bekövetkező kiszáradás okozhatja. Ebben az esetben legalább 10-15 mm csapadékra van szükség a vetés után, hogy kedvező hatást érhünk el. A preemergens gyomszabályozás eredményes működéséhez szintén elengedhetetlen feltétel az imént említett csapadékmennyiség (Gombos 2018).

Talajigénye:

Legigényesebb a talaj minőségére és kultúrallapotára. Legnagyobb teljesítményre a mélyrétegű, jó vízellátottságú, humuszban és tápanyagban gazdag, vályog- vagy agyagosvályog talajon képes. Az ilyen típusú talajokon mélyre hatol a gyökere, és még a kevésbé csapadékos évben is jövedelmező lesz a termés (Nagy 2012).

Az éghajlati elemeken kívül figyelembe kell venni a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait is.

A talajtulajdonságok változása egyrészt természetes folyamat, másrészt pedig az eltérő technológiai folyamatok eredménye.

A pillanatnyi nedvességi állapotát a talajnak a nemrégiben hullott csapadék mennyisége befolyásolja. Minél ideálisabb a talajnedvesség állapota, annál nagyobb mennyiségű növényi tápanyag válik felvehetővé. A talajok felmelegedésével párhuzamosan nő a vízben oldódó tápanyagok mennyisége. Emellett a talajhőmérséklet emelkedésével gyorsulnak a talajban zajló biokémiai folyamatok és fokozódik a talajok biológiai aktivitása is (Kátai 2021).

Az agrotechnikai eljárások nagy hatást gyakorolnak a talaj tulajdonságaira. A megfelelő talajművelés mértéke és módja, különösen hosszú távon történő alkalmazása, javítja a talaj levegőzöttségét, vízháztartását és elősegíti a megfelelő magágy-kialakítást, azonban a hagyományos művelés hozzájárulhat a talajszerkezet romlásához, porosodásához és tömörödéséhez is (Kátai 2021).

A feltalaj savanyodásában közrejátszhat a túlzott növényi tápanyag kijuttatása, amely felhalmozódik, és a nitrát kilúgózódhat. A nagyobb mennyiségű növényi maradvány vagy a szerves trágyázás segíthet az egyensúly fenntartásában a talaj szervesanyag-tartalmában.

Ellenkező esetben csökkenhet a talaj szervesanyag-tartalma (Kátai 2019).

2.4. A kukorica talajművelési rendszere:

Számos körülménytől függ, hogy milyen műveleteket, művelési módot és talajművelési rendszert használunk. Figyelembe kell vennünk, hogy alapművelést a művelni kívánt terület aktuális ismerete után végezzünk. A legfontosabb tényezők a taló állapota, a termesztési kívánt növény igényei, valamint a talaj állapota (Gruber 2012). Ezenfelül meghatározó, hogy a jó talajállapot kialakítása érdekében milyen eszközt választunk (Nagy et al. 2000). Magyarország földrajzi elhelyezkedéséből adódóan az éghajlati viszonyok miatt fontos szempont a nedvességtakarékos talajművelési eljárások előnybe helyezése. A XIX-XX. század fordulóján is a szakemberek a megszokott talajművelési módok helyett a talajnedvesség megtartására törekedtek (Regán 2021).

2.4.1. Forgatásos talajművelés:

Szántás:

A talaj forgatására csak egy eszköz alkalmas, az eke. Az egyetlen ilyen eljárás a szántás, amely elsősorban forgat és lazít, de a talaj porhanyítása és keverése is végbemegy. Az eke működő részei végzik a forgatást. Ezek a csoroszlya, az ekevas és a kormánylemez (Birkás 2017). A szántás mélységét a művelés célja szerint, valamint a talaj állapotához mérten alakítják. Munkamélység szerint lehetnek: sekélyszántó, közép mélyen szántó, mélyszántó, mélyítőszántó, rigolszántó. Az ekekapcsolás szerint megkülönböztethetünk vontatott, függesztett, félig függesztett kialakítású ekéket. A forgatás iránya szerint ágyekét, váltva forgató ekét és árokhúzó ekét gyártanak.

A szántás minőségét befolyásoló tényezők: a talaj fizikai állapota, az eke felépítése és beállítása, illetve a szántás módja (Birkás 2017). A szántásnak lehetnek előnyei és hátrányai is (1. táblázat). Hazánkban a javított ágyszántás és a közönséges rónaszántás a legjellemzőbb.

Meglévő adatok alapján bizonyítható, hogy a szántásnak számos káros környezeti hatása lehet. Mint például a talajélet lerontása, tömörödés, defláció, erózió, elporosodás, szervesanyagcsökkenés és a szén-dioxid-kibocsátás (Birkás 2017). Jellemző tulajdonsága a sok munkamenet, amely több taposással jár. A taposás miatt megnövekszik a talaj térfogattömege, ami csökkenti a levegő és nedvesség átjárhatóságát (Kirby 2007). A taposásnak az alpműveléstől eltekintve is jelentős hatása van a talaj tömődöttségére (Horn 2009). A tömörödés hatására szélsőséges nedvességi állapot alakulhat ki (Hartmann 2012). Olyan talajkörülmények között javasolt a szántás, amikor az említett károk keletkezésének az esélye a legkisebb (Birkás 2017).

1.táblázat: A szántás előnyei és kockázatai *(forrás: Birkás Márta 2017)*

SZÁNTÁS			
	Nyári	Őszi	Tavaszi
Előny	-forgatás -időnyerés őszi vetés előtt	-forgatás -időnyerés tavaszi vetés előtt -csapadék befogadás és tárolás - könnyebb művelhetőség, jobb magágyminőség tavasszal	-forgatás - gyomkorlátozás
Kockázat	-rögösödés -nedvességvesztés - gyom- és árvakelés késleltetése -száraz magágy -kelési hibák	-nedves talaj esetén taposási károk: eketalp-tömörödés kialakulása, vastagodása -csapadékhiány esetén a nagy rögök nem áznak át -a fagymorzsákat a csapadék eliszapolja, mélybe mossa, szárazságban a szél elhordja	-taposási károk -nedvességvesztés -kiegyenlítetlen magágyminőség, kelési hibák - idővesztesség

A mai gyakorlatban a szántás nagyon kritikus kérdés, és számos problémát vet fel. A szántás előtt megfelelő talajállapot-vizsgálatot kell végezni. Ez történhet ásóval, pálcaszondával, vagy tenyérpróbával. Sokan nem is gondolnak az eketalpréteg kialakulásának veszélyeire, pedig ez korlátozhatja a talaj vízbefogadását és a gyökérnövekedés mélységét (http 2). A talp-tömörödés kialakulása esetén az eróziós veszélye fokozódik (Mwendena et al. 1994). A megfelelő szántáshoz tehát előzetes vizsgálatok szükségesek. Ha tenyérpróbánál porhanyítható talajt érzékelünk, akkor alkalmazhatjuk az ekét, és a szántás elmunkálást (http 2).

2.4.2.Forgatás nélküli talajművelési rendszerek:

A fenntartható mezőgazdaságra jellemző talajkímélő technológiák legalább a hagyományos technológiával megegyező termelékenységet, optimalizált energiahatékonyságot és mindemellett csökkentett környezetterhelést igényelnek (Paula Ioana Moraru and Teodor Rusu 2013).

Talajlazítás:

A talajlazítás a tömör, összeállt, valamint az ülepedett állapot megszüntetésére szolgál. Lazítás által a talaj térfogattömege csökken, miközben nő a levegő térfogat %-a, illetve a hézagtérfogat és a gravitációs pórusok aránya is. A hézagtérfogat növelésével a talaj légáteresztő és vízfelvevő képessége javul, ami lehetővé teszi, hogy mélyebben ázzon be és nagyobb mennyiségű vizet tároljon huzamosabb ideig. A lazítással a mélyebb rétegek kedvezőbb állapotát érhetjük el, és a tömör művelési talpak átmunkálásakor használjuk (Birkás 2017). Az előnye abban rejlik, hogy a talaj természetes rétegződését megőrizve a talaj mikrobiális és élőlényvilága kedvező hatással van a talaj szerkezetére, és segíti a tápanyagok feltáródását (Imaz et al. 2010). Hazánkban a talajok kétharmada hajlamos a tömöröedésre, ezért kiemelt figyelmet kell fordítani a talajművelési rendszerek és technológiák tervezésére és alkalmazására. Ennek oka, hogy a talajok termőrétegének lazultsági állapota jelentős hatással van a növénytermesztés eredményességére (Hajdú 2022).

Tarlóhántáskor, magágykészítéskor, és növényápoláskor a sekély lazítást alkalmazzuk. A középmély lazítást (35-50 cm) talajállapot javítására, fizikai állapot befolyásolására végezzük. A mélylazítással (50-100 cm) az altalaj fizikai állapotát tudjuk javítani. Ez az alapozó művelés melioratív hatással rendelkezik.

A lazítás előnyei mellett a megfontolandóit is figyelembe kell venni (2. táblázat). A következő táblázatban szemléltetem ezeket a jótékony, és kevésbé jótékony hatásokat (Birkás 2017).

2.táblázat: Lazítás előnyei és megfontolandói
(forrás: Birkás Márta 2017)

Előnyök	Megfontolandók
1. a tömörödött talajállapot enyhítése, megszüntetése (forgatás nélkül)	1. nedves talajon alkalmazva nem a talajállapot- javítás a cél
2. a talaj normális vízforgalmának fenntartása	2. ülepedésre érzékeny talajokon rendszeres alkalmazás tanácsos
3. mérsékelt talajnedvesség-veszteség	3. tömör, száraz talajon erős a rögzösödés
4. a talajnak kedvező biológiai tevékenység pezsdítése, megőrzése	4. tömör, kiszáritott talajon nagy az energiaigény
5. hatékonyság száraz talajon	5. nem gyomkorlátozó eljárás (de a szaporítógyökeres gyomok élettevékenységét zavarja)
6. a nedvesség lehúzóadásának elősegítése belvíz elvezetése után	6. szakszerűen alkalmazva hatásos
7. azonos mélység esetén a szántásnál kisebb energiaigény	7. elmunkálásra megfelelő eljárás, választandó (a visszatömörítést el kell kerülni)
8. a termesztés biztonságának javítása a növények mélyebb gyökerezése révén	8. az egy-két késes lazítók munkaszélessége kicsi, a lazított talajt a traktor kerekei az újabb fogás művelésekor visszataposhatják
9. környezeti kockázat csökkentése	
10. a talajállapot javulásából következő gazdasági haszon	

No-till (direktvetés):

A no-till, vagy ahogyan Magyarországon ismerjük, a direktvetés, egy olyan talajművelési módszer, amelyben két növény vetése között, azaz az előző főnövény betakarítása és a következő főnövény vetése között nem végeznek talajművelést. Bár ennek a gyökerei az 1940-es évekre vezethetők vissza, de csak a második világháború után kezdték el szélesebb körben alkalmazni. A no-till szigorúan véve nem enged meg semmilyen talajművelési tevékenységet,

tehát csak a vetés, aratás, vetés, aratás ciklikusság alkalmazható. Persze a gyomirtásra megengedett technológiák használhatók (http 4).

Előnyei:

- A no-till technológia használatával a szántással ellentétben növekszik a talaj fedettsége, ezáltal csökken a talajerózió
- javul a talaj fizikai állapota
- nő a vízmegtartó képesség, megmarad a talajszerkezet művelés hiányában
- a talaj biológiai aktivitása növekszik
- csökken a műtrágya és a permetezőszer használata
- csökkennek a termesztési költségek a munkaeszközök, illetve a munkaerőigény • a klímaváltozással szemben ellenállóbb, mivel növeli a talaj szárazságtűrő képességét
- a talajtakarás által javul a talaj hőmérséklet és nedvességtartalma (http 5).

Hátrányai:

- az alacsony humusztartalmú, illetve kevés mikronutrienseket tartalmazó talajokon nehéz az alkalmazása
- a gyorsan kiszáradó, illetve alacsony víztartalmú talajokon is kockázatos a használata
- kihívásokba ütközhet olyan növények termesztése során is, amelyeknél jelentős a gyomnyomás, vagy amelyek magasabb védekezési igényt támasztanak kártevők és betegségek ellen (http 5).

Minimum tillage:

Az Amerikai Egyesült Államokban alakult 1950-ben a csökkentett művelési ráfordítások kezdeményezésével. Egyesítve a biológiai, technikai és az ökonómiai tényezőket a termesztésre pozitívan ható talajállapot kialakítását lehetett elkülöníteni a művelés módjától és eszközétől. A műveletek kombinálása, összevonása, illetve elhagyása lehetővé teszi a talaj szerkezetére ártalmas behatások mellőzését (Birkás 2017).

Egyes tanulmányok kimutatták, hogy a talaj szervesanyag-tartalmának növekedését, az aggregációt és a permeabilitást a minimális talajművelési rendszerek elősegíthetik. Ezzel nagyobb vízellátást biztosít. A csökkentett talajművelés ideális a talaj termékenységének,

vízfelhalmozó képességének növelésére. Szerkezeti stabilitás érhető el a lejtős területeken (Rusu 2014).

Strip till:

Ez a technológia egyre elterjedtebb a gazdák körében. Ennek lényege, hogy a talajnak 20-25 cm szélességű sávokban történik a megmunkálása. A művelet során a talaj többi része érintetlen marad, az előző növény maradványai borítják. Ennek a technológiának az az előnye, hogy kiváló eredményeket nyújt mind száraz, mind megfelelő páratartalmú időszakokban is (http 3).

A Strip-Till módszer a talaj mikrofaunájának fejlődését segíti elő, miközben a növények tápanyagellátását biztosítja a mikroorganizmusok által. Ezek a mikroorganizmusok lebontják a felszínen található megmunkálatlan területek maradványait, ezzel hozzájárulnak a talaj biológiai aktivitásához. A Strip-Till eljárás általában két lépésből áll: ősszel vagy tavasszal végzik a talajművelést, a sávok kialakítását majd ezt követően történik a vetés. Ezzel egyidőben lehetőség van folyékony vagy szilárd műtrágyák kijuttatására is. A műtrágyákat 1-2 rétegben juttatják ki a növények gyökérzetéhez közel. Az amerikai gazdálkodók tapasztalatai szerint a hagyományos módszereket alkalmazó mezőgazdasági termelők általában 220-400 kg nitrogént vagy nitrogéntartalmú terméket juttatnak ki. Ez a technológia azonban lehetővé teszi a műtrágyák pontosabb kijuttatását és az alkalmazott mennyiségek 20-30 százalékos csökkentését (http 3).

Előnyei a klasszikus technológiához képest:

- kétszeres vagy akár négyszeres csökkenése a felhasznált gázolaj mennyiségének
- akár a termelékenység 25%-os növekedését is elősegítheti
- közel 50 százalékkal csökkenhet a műtrágya-fogyasztás
- javítja a talaj mikroorganizmusainak aktivitását
- csökken a berendezések karbantartási költsége, és alacsonyabbak a munkaerő-költségek (http 3)

Hátrányai:

- fontos, hogy a talajművelő eszköz munkaszélessége illeszkedjen a vetőgép szélességéhez

- a berendezés pontos áthaladásának biztosítása érdekében GPS-szel, vagy GLONASSzal történő felszerelése, illetve az adaptált berendezésekre célszerű beruházni
- nehézségeket okozhat korai fagyok esetén a sávos művelés
- lejtős területeken csak rétegvonalakkal párhuzamosan szabad elvégezni a művelést az erózió, és a kimosódás elkerülése érdekében (http 3)

2.5. A kukorica termesztéstechnológiája:

A termesztéstechnológia, és annak elemei nagyban befolyásolják a termesztés gazdaságosságát, jövedelmezőségét. Sok kísérlet folyik a talajművelés módja, tápanyaggazdálkodás és az öntözés kapcsán. Az éves csapadékmennyiség nagy befolyással van a hozameredményekre, ezáltal az öntözés megtérülő lehet (Bai 2021).

Termőhely megválasztása:

A kukorica számára legmegfelelőbb talajok a csernozjom típusú talajok és egyes réti talajok. Hazánk szántóterületének 22%-a ezekből tevődik össze. Kötött talajokon is termesztnek kukoricát, kb. 280-330 ezer hektáron egy évben. Homoktalajon pedig közel 220-250 ezer hektáron (Bai 2021).

Vetésváltás:

A kukorica előveteményként közepesnek minősíthető. Az őszi búzának nagy szerepe van a kukorica vetésváltásában, mivel jó gyomelnyomó képességgel rendelkezik, viszonylag hamar lekerül, és nem zsigereli ki túlságosan a talaj vízkészletét (Pepó és Sárvári 2011).

Jó elővetemények: kalászosok, pillangósok és takarmánynövények

Közepes elővetemények: kukorica, napraforgó

Kerülendő elővetemény: cukorrépa

Rossz elővetemények: cirok, szudánifű, lucernatörés száraz évjáratban.

Magyarországon az egyik legfontosabb feladatok közé tartozik a megfelelő vetésváltás kialakítása mind a klímaváltozás, mind pedig környezetvédelmi szempontok alapján (Papp és Mészáros 2010).

Talajelőkészítés:

A korán lekerülő elővetemények betakarítása után rövid idő elteltével célszerű elvégezni a tarlóhántást. Ez történhet tárcsával vagy kultivátorral. Minden esetben le kell zárni a talajt hengerezéssel. Az őszi alapművelést elvégezhetjük forgatás nélkül nehéz kultivátorral vagy lazítóval, illetve forgatással. Kukorica későn lekerülő előveteményeinél különösen érdemes figyelmet fordítani a megfelelő száraprításra, és növényi maradványok talajba keverésére. A száraz területeken mulcsvetést alkalmazhatunk, amely csökkenti a talaj nedvességvesztését a szármaradvánnyal takart táblákon. Az ilyen vetés elvégzésére alkalmazhatók a mulcsvetőgépek és direkt vetőgépek (Papp és Mészáros 2010).

Tápanyag-gazdálkodás:

A kukorica termését leginkább meghatározó tényező a megfelelő tápanyagellátás. A különböző befektetések elemzése során egyértelműen látható, hogy a megfelelő műtrágyaadagok növelése jelentősen befolyásolhatja a termést. Ennek hatása akár 30-40%-os termésnövekedésben is megnyilvánulhat a kontrollhoz képest (Bai 2021).

1 tonna szemterméssel és a betakarított szárral a kukorica a következő tápanyagokat veszi fel:

N: 28 kg, P_2O_5 : 11 kg, K_2O : 30 kg, CaO: 8 kg, MgO: 3kg

10 t/ha termés eléréséhez 120-180 kg/ha N, 120-180 kg/ha K_2O , 60-100 kg/ha P_2O_5 , hatóanyag szükséges átlagosan.

Az egész vegetáció során hasznosítja a nitrogént, fejlődésének elején ammónia, majd nitrát formájában. A kukorica csírázaskori nitrogénfelvétele mennyiségileg nem jelentős, de rendkívül intenzív. A nitrogénfelvétel üteme folyamatosan magasabb a foszforfelvételénél egészen júliusig, majd az érésig folytatódik. 30 napon a kukorica 3,8 kg N/ha-t, 40 napon 16,5 kg N/ha-t vesz fel összesen. Virágzáskor a nitrogénfelvétel: 4,4 kg/ha (Papp és Mészáros 2010).

Őszi kijuttatás:

Foszfor és kálium kijuttatás: hagyományos mono- vagy komplex műtrágyával, 40-80 kg/ha hatóanyag alacsonyabb szinten, magasabb szinten 80-160 kg/ha (Papp és Mészáros 2010).

Tavaszi kijuttatás:

Két részletben történik a nitrogén kijuttatása, 70-80%-a vetés előtt kombinátorral bedolgozva, a további 20-30% pedig sorközművelő kultivátorozással.

80-120 kg/ha hatóanyagot célszerű kijuttatni alacsonyabb szinten, magasabb szinten 60-90 kg/ha. A foszfort és a káliumot komplex műtrágyával vetés előtt 3-4 héttel juttatjuk ki. Alacsonyabb szinten 40-60 kg/ha, magasabb szinten 60-90 kg/ha hatóanyaggal (Papp és Mészáros 2010).

Vetés:

Egyik leglényegesebb szempont a megfelelő vetésidő megválasztása, ami nem igényel többletköltséget. Mélysége kb. 5-8 cm a lazább talajokon, kötöttebb talajon azonban sekélyebb vetést kedvezőbb alkalmazni. A mélység függ a vetőmag alakjától, méretétől és a minőségétől. Ügyelni kell az egyenletes vetésmélységre, mert ez befolyásolja a homogén kelést és az erőteljes fejlődést. A táblaszéleket és a forgókat kell először elvetni (Papp és Mészáros 2010).

Vetésidő: optimális ideje április 15 és május 5 közé tehető, 12 °C talajhőmérséklet felett.

Csíraszám: 55-75 ezer csíra/ha

Sortáv: 70-76,2 cm, tőtáv: 18-30 cm

Öntözés:

Magyarországon 2019-ben 76 ezer hektáron öntöztek az 5,3 millióhektár mezőgazdasági területből. Ehhez 131 millió m³ vizet használtak fel, főként az Alföldön, melynek 62%-a lineárberendezéssel történt. Az engedéllyel rendelkező öntözési területek aránya alacsony, mindössze 143 ezer hektár (Demeter 2020). Hazánkban az esőszerű öntözés a legelterjedtebb módszer, ezt használják a szántóterület 80%-án. A lineárok, mint korszerű öntözőberendezések kimagasló minőségű öntözésre alkalmasak, azonban magas a költségük (Csajbók 2007).

2019-ben a legnagyobb területen öntözött szántóföldi növény a kukorica volt (Bai 2021).

Betakarítás, szárítás:

A kukorica betakarításának ideje október elejére tehető. Ez függ a szemnedvességtől, időjárástól. A rossz időjárási körülmények között történő aratás, illetve szállítás a talaj állapotában is nagy károkat okozhat, továbbá figyelembe kell venni a terület nagyságát és az üzem méretét. A betakarítás ütemét a szárító- és raktárkapacitás jelentősen befolyásolja. A terményt a megfelelő tárolás érdekében 13-14%-ra kell szárítani. A szárítási költséget közvetlenül a termés hozam, a betakarításkori nedvesség, és az egységnyi nedvesség eltávolításának fajlagos költsége határozza meg (Bai 2021).

2.6. Precíziós szántóföldi növénytermesztés:

A precíziós gazdálkodás eleinte csak a szántóföldi növénytermesztést foglalta magába, de ma már a kertészetben, valamint az állattenyésztésben is alkalmazzák a precíziós technológiákat. Egyre több gazda használja a különböző precíziós rendszereket, amelyek segítik a gazdálkodásukat, és fenntarthatóbbá teszik gazdaságukat.

Magyarországon történő alkalmazása több mint másfél évtizedre visszamenőleg tekint vissza. Mosonmagyaróváron 1999-ben alakult meg a „Precíziós növénytermesztési módszerek” Doktori Iskola, majd megjelentek az első tanulmányok az innovatív technológiáról (Győrffy 2000).

A precíziós növénytermesztés olyan műszaki, termesztéstechnológiai, és informatikai alkalmazások összessége, amelyek hatékonyabbá teszik a termelést, illetve a mezőgazdasági gépüzemszervezést. Ennek eredményeként a termelés hatékonyabbá válik, miközben csökken az inputanyagok felhasználása és a környezetre káros anyagok széleskörű kijuttatása. Ezáltal a precíziós növénytermesztés elősegíti a fenntarthatóbb gazdálkodást és hozzájárul a környezetkímélő megoldások elterjedéséhez a mezőgazdaságban (EIP-AGRI 2015) ([http 6](http://6)). A legnagyobb kihívás a rendelkezésre álló adatok összegyűjtése, feldolgozása és értelmezése. Magyarországon a gazdálkodók körében, akik használják a precíziós technológiát a legnépszerűbb művelet a helyspecifikus tápanyag-utánpótlás (Lencsés et al. 2014).

A helyspecifikus talajmintavételt már kevesebben használják a magyar gazdák körében (Lencsés et al. 2014), pedig a talaj minőségéről gyűjtött adatok nem csupán arról tájékoztatnak bennünket, hogy milyen beavatkozások szükségesek, hanem segítenek megítélni a precíziós tevékenységek hatékonyságát is. Ehhez szükség van egy speciális eszközállományra,

amelyet a gazdák szolgáltatásként is igénybe tudnak venni. Magyarországon a szolgáltatás kihasználása a népszerűbb (Kalmár 2010).

A helyspecifikus technológia által nyújtott pontosságot a növények vetésében is ki lehet használni, ezzel is segítve az inputanyag-megtakarítást. Ez lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy a területen belül változtatni tudják a növények tőszámát a vetés során, így a vetési távolság teljes mértékben az adott körülményekhez igazodik (Kalmár 2010).

Ezeknek a technológiáknak az együttes alkalmazásával jelentős költségmegtakarítás érhető el.

3.Anyag és módszer

3.1. Vizsgálatok célja:

Vizsgálataim célja a forgatásos és forgatás nélküli talajművelési módok összehasonlítása, azok talajállapotra, valamint a kukorica fejlődésére és termésképzésére gyakorolt hatásának értékelése. Egy 9,4 hektáros táblán két eltérő alaptermésűvelési módot alkalmaztam. A tábla egyik felén forgatásos (szántás), a másik felén pedig forgatás nélküli (lazítás) talajművelést alkalmazva termesztettük a kukoricát.

3.2. A vizsgálatok körülményei:

A gazdaság bemutatása:

A kísérletet Zala vármegyében, Letenye és Becsehely közötti területen végeztem a Kossuth Mezőgazdasági Kft-nél. A gazdaságban növénytermesztéssel foglalkozunk 2000 hektáron. Termesztett növényeink: kukorica, napraforgó, őszi búza, szója, repce, cukorrépa és más. Legnagyobb területen kukoricát termesztünk az éghajlati adottságok miatt. Sok szántóföldi területünk a Mura folyó mentén fekszik, ezáltal kedvezőbb vízellátottságnak vagyunk kitéve. Emellett az évi csapadékmennyiség 650-700 mm körül van, így kiválóan alkalmas a kukorica termesztés szempontjából.

Vannak jobb és kevésbé jó minőségű talajok, amiket igyekszünk a megfelelő művelőeszköz használatával javítani.

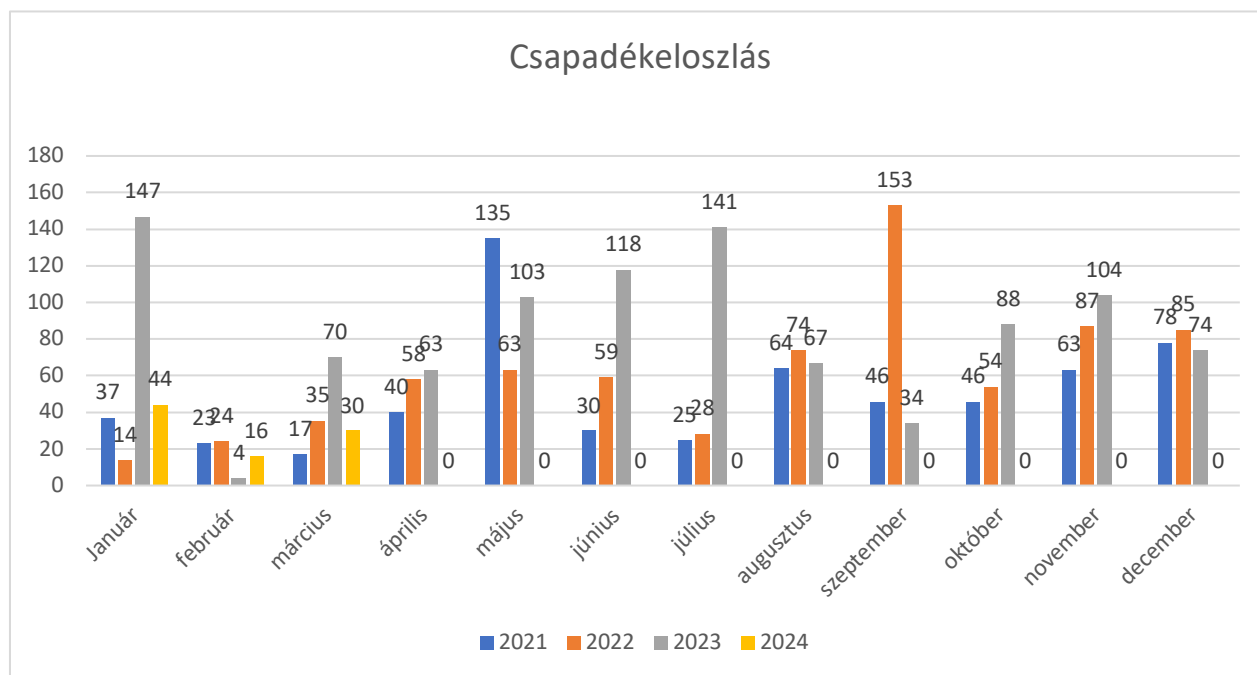
2016 óta forgatás nélküli talajművelést, a tavalyi (2023) évtől néhány területünkön a no-till, illetve min-till technológiákat is alkalmazzuk.

Egyes területek erősen tagoltak, sok a 8-10%-os lejtő. A legtöbb ilyen rész víz okozta erózióknak volt kitéve, ezeket gyepesítettük, így megoldva a víz elvezetését.

Igyekszünk nem túlművelni a talajainkat, helyspecifikus gazdálkodást folytatunk, és ennek segítségével átláthatóbbak a területek adottságai, ehhez tudjuk igazítani gazdálkodásunkat. Az idei, 2024-es évtől csatlakoztunk a Nestlé talajmegújító programjához, melynek célja a mezőgazdasági területek és ökoszisztémájuk megőrzése és helyreállítása.

Éghajlati viszonyok:

A tájra jellemző az enyhén csapadékos, kicsit magasabb páratartalmú éghajlat. Az éves csapadék eloszlása egyenletlen. Főleg június elején és szeptember első felében esik le a csapadék nagyobb része.



3.ábra: Az utóbbi évek csapadékeloszlása
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023)

A csapadékeloszlás az utóbbi négy évben változóan alakult (3. ábra). 2023-ban a kísérlet vetésétől (április) az aratásig (október) 614 mm csapadék hullott. A többi évhez képest is kimagaslóan több volt ebben az évben a csapadékmennyiség. A nagy mennyiségű eső mellett jégeső is hullott júniusban, ami súlyos kárt okozott az állományban, amelynek jelentős része kitört, a száraz egy irányba nézve feküdtek, elmaradt a csőképzés, az esetleges megmaradt csövek a vágóasztal alá kerültek. 30%-os kárt állapított meg a kárszakértő a kísérleti kukoricatáblában. A jégkár következtében az augusztusban végzett méréseimkor golyvás üszög volt megfigyelhető, ami szintén termés kiesést okozott (4. ábra).



4.ábra: Golyvás üszög és jégkár a kukorica állományban *(forrás: saját kép, Letenye, 2023 augusztus 10.)*

Az évi középhőmérséklet 10 °C körül alakul, az ország hűvösebb részei közé tartozik. A napsütéses órák száma az ország többi részéhez viszonyítva alacsonyabb. A klímaváltozás kézzel fogható jeleit, mint mindenhol itt is érzékeljük, ugyanis a tavaszi, nyári, őszi napi hőmérsékletek magasabbak, így az aszályos napok száma is magasabb az előző évekhez képest.

Domborzati viszonyok:

A helyi domborzati viszonyok változatosak, a területre jellemző É, D-i vonulatú dombhátak elhelyezkedése.

Talaj:

A talaj kötött barna erdőtalaj. A pH-ja savanyú, ennek javítására meszeztést alkalmazunk minden évben. A barna erdőtalajok általában jó vízgazdálkodási képességgel rendelkeznek. A domborzati viszonyok változatossága és a vízfolyások hatásai is nagymértékben befolyásolják a talajok alakulását.

A tábla talajadottságai:

3.táblázat: A terület talajadottságai

(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023)

pH	KA	Össz. só	CaCO ₃	Humusz	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Na	Zn	Cu	Mn	SO ₄
7,05	48	0,12	4,6	2,1	45	133	344	428	30	0,6	1,7	119	26,3

3.3. Alkalmazott agrotechnika:

A kísérlet agrotechnikai műveleteinek időpontjai:

4.táblázat: Agrotechnikai műveletek

(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023)

Dátum	Művelet	Gép és eszköz
2022.11.03.	trágyázás, alaptrágya	Axent műtrágyaszóró
2022.11.10.	talajművelés, szárbedolgozás	Horsch HD tárcsa (7,5 m)
2022.11.22.	talajművelés, szántás	Lemken eke
2023.02.24.	talajművelés, lazítás	DTX 300-as lazító
2023.03.09.	talajművelés, szántás elmunkálás	Horsch Joker RT tárcsa (8 m)
2023.03.23.	trágyázás, alaptrágya	Axent műtrágyaszóró
2023.03.23.	talajművelés	Horsch Joker RT tárcsa (8 m)
2023.04.22.	vetés egy menetben NP 20:20	Vaderstad vetőgép
2023.04.24.	növényvédelem, alapgyomirtás	Horsch Leeb permetező
2023.10.11.	aratás, szecskázás	John Deere S780i kombajn

Alapművelés:

Az elővetemény is kukorica volt, amely 2022. október 20-án került betakarításra. A DKC5182 fajtát vetettük előveteménynek, melynek a terméshozama 13,1 t/ha volt. Aratás után a szárbedolgozás következett 2022 november 10-én 7,5 m-es Horsch HD tárcsával. A szárbedolgozásra a nagy tömegű szármagadvány miatt van szükség, valamint a dőlt állomány felaprítására.

A lazításra 2023. február 24-én került sor DTX300 lazítóval 30 cm mélyen. Ekkor bizonyult a talaj állapota és az időjárási körülmények a legmegfelelőbbnek. 4,5 ha volt a terület lazított része. A kverneland DTX300-as lazítónak a lényege, hogy a szárny kialakításából adódóan nem

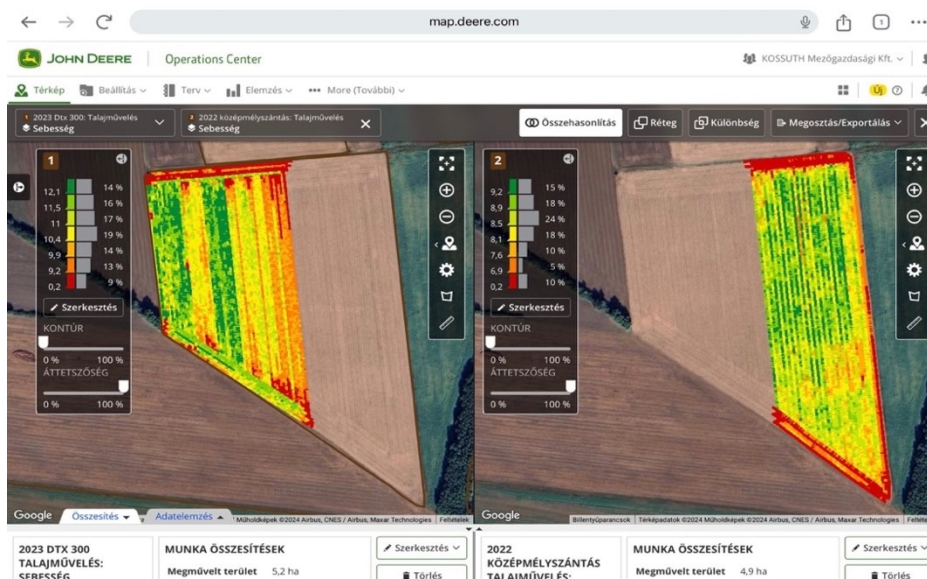
kimondottan lazítja a talajt, hanem szinte megemeli a talaj felső 30 cm-es rétegét, majd visszaengedve megszellőzteti. A két tárcsasor bedolgozza, illetve bekeveri a szármaradványt körülbelül 10 cm mélységben, a végén lévő henger pedig visszatömöríti. A forgatás nélküli talajművelés közben a munkagép sebessége 9,6 km/h volt átlagosan (6. ábra). A termelékenység 2,6 hektár volt óránként. 21,2 l üzemanyag fogyott hektáronként a művelet közben.

A szántás ideje 2022. november 22-ére esett. 25 cm mélyen, közép mély szántást végeztünk (5. ábra). A hozzá megválasztott eszköz Lemken 7-es eke volt. A területnek a megszántott része 4,9 ha. A munkagép sebessége 8 km/óra volt a forgatásos talajművelés közben (6. ábra). Egy óra alatt 2,4 hektárnyi terület került megművelésre. A felhasznált üzemanyag 22,3 l körül alakult hektáronként.



5.ábra: Szántás és bolygatatlan tarló

(forrás: saját kép, Letenye, 2023. október 22.)



6.ábra: A lazítás és a szántás sebessége

(forrás: saját kép, Letenye, 2023. október 11.)

Tavaszi talaj-előkészítés:

A szántás elmunkálását 2023. március 9-én végeztük el egy 8 méteres Horsch Joker RT tárcsával, 10 cm mélyen. A lazított részt ebben az időpontban nem bolygattuk. 2023. március 23-án 46%-os karbamidot juttattunk ki alaptrágyaként, aminek a bedolgozásához szintén a Horsch Joker RT tárcsát használtuk az egész területen.

Vetés:

A választott vetőmag a DKC 5206 fajta (FAO 460-480) volt, amelynek nagyon jó az aszálytűrő képessége, termőhely- és évjárat stabilitásban kiváló, erőteljes a korai fejlődési erélye, gyors a vízleadása. Átlagos vagy átlag feletti termőpotenciállal rendelkező táblákra ajánlják ([http 7](http://7)). A vetést 2023. április 22-én végeztük Vaderstad 16 soros TempoL vetőgéppel, 80000 tő/ha tőszámmal, 76,2 cm sortávval (7. ábra). 4-5 cm mélyen vetettük el, ahol már érzékelhető volt a nedvesség a talajban. Vetéssel egy menetben juttattuk ki, tő mellé a NP 20:20 műtrágyát. A kijuttatott dózis mennyisége 280 kg/ha volt. 11 km/h volt az átlagsebesség vetés közben. Hektáronként 4,4 l üzemanyag fogyott. A vetőgép a legmodernebb informatikai háttérrel rendelkezik, ami annyit jelent, hogy képes három különböző típusú anyag kijuttatására. Képes vetőmagot kijuttatni változó tőszámmal, ehhez igazított változó dóziséjú starter műtrágyát, valamint változó dózisban mikrogranulátumot is.



7.ábra: Drónnal készült kép a vetésről
(forrás: saját kép, Letenye, 2023. április 22)

Növényvédelem:

Alapgyomirtást végeztünk 2023.04.24-én Adengo gyomirtóval. 0,44 l/ ha dózissal juttattuk ki.

A permetezés után egy héttel a szükséges bemosó csapadék elérte a hatását.

Hatóanyag összetétele:

- 225 g/l izoxaflutol (20 m/m%)
- 90 g/l tienkarbazon-metil (8 m/m%)
- 150 g/l ciproszulfamid (13,3 m/m%)

(http 11)

A permetszerek kijuttatását Horsch Leeb önjáró permetezővel hajtottuk végre.

Kelés:

Április 27-én már látható volt a kukorica csírázása (8. ábra). A mag mélységében nedves talajállapot volt érzékelhető. A talaj felszíne morzsás, alsóbb rétegekben aprómorzsás a szerkezete. A bal oldali képen a szántott részen csírázó kukorica látható, a jobb oldalin pedig a lazított. Az utóbbin szármарadványok voltak megfigyelhetők. Csírázás tekintetében nem volt különbség a szántott és lazított oldal között.



8.ábra: A kukorica csírázása és tőtávolsága

(forrás: saját kép, Letenye, 2023. április 27)

A kelés vetés után egy héttel történt meg, megfelelő volt a növény számára a talajállapot. Egyenletes volt a kelés. Május 7-én végzett méréseimnél már 6-7 cm volt a magassága, 2 levél fejlődött ki. Az 5 leveles állapotot május 20-a körül érte el a növény.

Tápanyag kijuttatás:

Az elővetemény lekerülése után alaptrágyaként NPK 4:17:30 műtrágyát juttattunk ki 300 kg/ha mennyiségben, melynek az összetevői nitrogén, kálium, és foszfor tápanyagok voltak.

Tápanyag igénye:

- nitrogén igénye nagy
- foszforigénye közepes, erősen befolyásolja a talajszerkezet romlása, talajnedvesség hiánya és a hőmérséklet csökkenése
- káliumigénye szintén nagy (http 8)

2023. március 23-án juttattuk ki a karbamidot (46%), amit azonnal be is dolgoztunk. 220 kg/ha dózissal lett kijuttatva. Amid-nitrogénjének viszonylag hosszabb a hatástartama. Ezzel a termékkel jók a tapasztalatok alaptrágyázásra, mivel a biokémiai folyamatok alatt alakul át nitráttá és a közbenső termékek nem mosódnak ki a talajból (http 9).

2023. április 22-én vetéssel egy menetben juttattuk ki a NPK 20:20+S műtrágyát 280 kg/ha dózissal, melynek hatóanyagtartalma:

- 20% N (Ammónia nitrogén 14,7%N, Karbamid nitrogén 5,3%N)
- 20% P₂O₅ (Vízben oldódó foszfor 19,5% P₂O₅)
- 27,5% SO₃ (http 10)

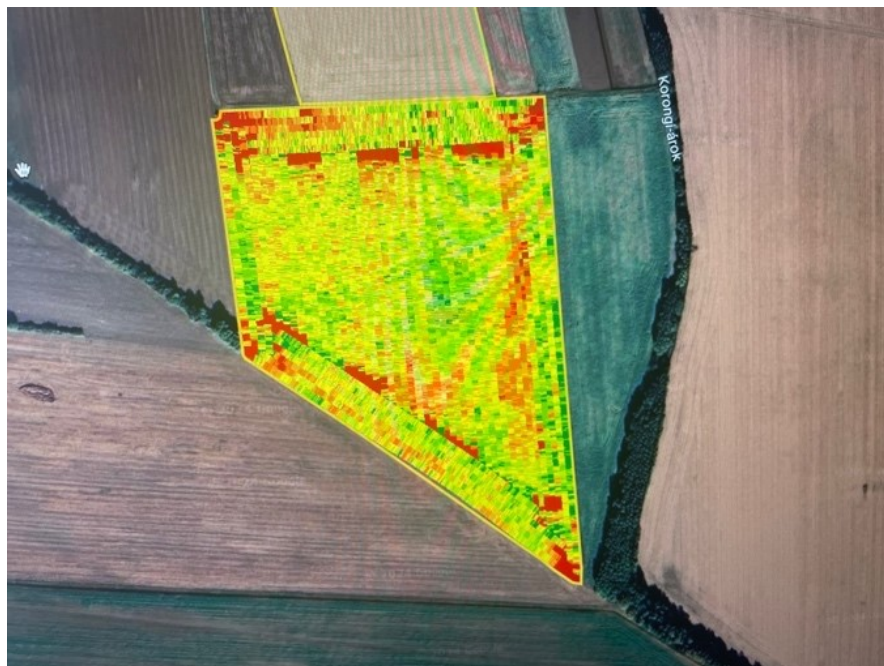
Az összes kijuttatott hatóanyag:

- nitrogén: 170 kg/ha
- foszfor: 107 kg/ha
- kálium: 90 kg/ha

A műtrágyaszórást Rauch Axent 100.1-es műtrágyaszóróval végeztük. 10 m³-es vontatott mérleges műtrágyaszóró, amely alkalmas differenciált műtrágyaszórásra applikációs térképek alapján.

Betakarítás:

A betakarítást 2023. október 11-én végeztük el egy John Deere S 780i kombájnnal, amely 8 soros kukorica adapterrel volt felszerelve. A kombájnnal lévő szoftver képes a hozamadatokat gyűjtésére, rögzítésére, és azok továbbítására. Ezen felül minden olyan adat gyűjtésére, ami egy mai modern eszköztől elvárható. Külön vettem a szántott, lazított, és a dűlő részről a hozameredményeket, amelyet a kombájnnal lévő hozammérő segítségével is tudtam dokumentálni (9. ábra), illetve a mérlegeléskor kapott eredmények alapján is. Nedvességmérést végeztem aratás előtt, közben a My John Deere rendszerből nyert adatokból (10. ábra), és a szárítóba beérkezett terményből. A rendszerből kivett adatok alapján a kombájn átlagsebessége 7,8 km/óra volt aratás közben. 4,4 ha-t takarítottunk be óránként, miközben 11,6 l volt az üzemanyagfogyasztás hektáronként.



9.ábra: My John Deere applikáció által szerkesztett hozamtérkép
(forrás: saját kép Letenye, 2023.10)



10.ábra: Hozammérő rendszer adatai az aratás befejezésekor
(forrás: saját kép, Letenye, 2023. október 10.)

3.4. Vizsgálati módszerek bemutatása:

Talajvizsgálatok:

A vetés előtt a szántott, illetve lazított részen is ásópróbát és ejtőpróbát végeztem. Mind a forgatásos, mind a forgatás nélküli talajon 3 próbát hajtottam végre az ásópróbából, és egyet az ejtőpróbából.

Az ásópróba során egy 30 x 30 cm-es területet ástam ki. A 11. ábrán szemléltetett kiásott minták alapján megállapítottam, hogy milyen a talaj szerkezete, mennyire nyirkos, hol található meg benne a tömör réteg, illetve mennyire alkalmas a művelésre. Az ejtőpróbát, ami a 12. ábrán látható úgy hajtottam végre, hogy 30 x 30 x 30 cm-es talajmintát vettem ásóval, amit közel 1 méter magasból ejtettem le, így megfigyeltem a rög, morzsa, aprómorzsa, por arányát.



11.ábra: Ásópróba lazított és szántott talajból
(forrás: saját kép, Letenye, 2023 április 20)

Talajellenállás/ lazultság vizsgálat:

3 időpontban valósítottam meg a méréseket:

- Vetés előtt: 2023.04.21.
- Kelés után: 2023.05.07
- Betakarítás után: 2023.10.12.

A tábla átlóin végig haladva 10 lépésenként végeztem a talajellenállás vizsgálatot. A méréshez pálcaszondát használtam. Megfigyeltem, hogy a különböző időpontokban hány cm mélyre lehet

leszúrni a pálcaszondát. A lenyomás erőltetése nélkül a talaj első nagyobb ellenállású rétegéig vizsgáltam, mivel a növények gyökerezéséhez ez a mélység elérhető.

Fenológiai mérések:

A kukorica magasságát vettem figyelembe, illetve a levelek számát a vegetatív és reprodukív fázisokban egyaránt.

A kezdeti növekedés szakaszában körülbelül 3-4 naponta jelent meg újabb levél, majd később a melegebb időjárás következtében 1-2 nap is elegendő volt, hogy új levelek fejlődjenek.

6 alkalommal hajtottam végre a méréseket 20-20 növényen:

- 2023.05.07.
- 2023.05.28
- 2023.06.08.
- 2023.06.22.
- 2023.07.12.
- 2023.10.10.

Vetés után 2 héttel, 2023. május 7-én végeztem el az első méréseket az állományban.

Mérőszalag segítségével mértem a kukorica magasságát a szántott, illetve lazított oldalon is 2020 növényt. Nem számottevő mennyiségű muharbolha jelent meg.

A 12. ábrán a bal oldali képen az ép kukorica figyelhető meg, a jobb oldalin pedig a muharbolha kártétele, ami ellen védekezést nem végeztünk.



12.ábra: Az ép kukorica és a muharbolha által okozott kár

(forrás: saját kép, Letenye, 2023. május 7.)

A következő vizsgálatot május 28-án hajtottam végre. 20-20 növénynek vizsgáltam meg a magasságát, illetve, hogy hány levél fejlődött ki eddig az időpontig. Mérőszalagot használtam a magasságok méréséhez. A 13. ábrán látható a szántott, valamint a lazított oldal fejlettsége 5 héttel a vetés után.



13.ábra: Mérések a forgatásos, illetve forgatás nélküli talajon

(forrás: saját kép, Letenye, 2023. május 28)

Június 8-án végzett méréseimkor szintén 20-20 növénynek mértem meg a magasságát, illetve a levelek számát mindkét talajművelési rendszerben. A kukorica magasságát mérőszalaggal mértem.

Június 22-én végeztem a következő vizsgálatokat. 20-20 növényt vizsgáltam a különböző talajművelési technológiákkal művelt részeken. A magasság mérését mérőszalag segítségével kiviteleztem, a talajtól a kukorica legmagasabb pontjáig. Továbbá szemügyre vettem, hogy hány leveles korban volt ekkor a növény.

A 14. ábrán már látható volt a címerhányás. 2023 július 12-én vittem véghez a mérést. Innentől kezdve a növény megállt a növekedésben, nem fejlődött több levél. A kukorica a reprodukzív fenológiai fázisba lépett. A növény magasságát a talajtól a címer tetejéig mértem 20-20 növényen a forgatás és forgatás nélküli oldalon egyaránt. Ezenfelül a mérés során még a levelek számát vettem figyelembe.



14.ábra: Címerhányás a kukorica állományban
(forrás: saját kép, Letenye, 2023 július 12)

2023 október 10-én csőhosszt, illetve területet mértem. 10-10 kukoricacsövet tanulmányoztam a forgatásos és forgatás nélküli területen egyaránt. A forgatás és forgatás nélküli oldalról is olyan csöveket mértem, amelyeket nem értek károk.

A méréshez egy mérőszalagot használtam. A kukorica legvastagabb részén vizsgáltam a területet, továbbá a két legtávolabbi ponton a hosszát.

Termésmennyiségek:

Külön vettem a szántott, lazított, illetve a forgó részét a táblának. Az aratás előtt, 2023. szeptember 30-án termésbecslést végeztem a jégkár következtében, hogy reális eredményt kapjak, mivel a tábla lazított felén volt nagyobb arányban jégverés okozta kár, ami torzítja a teljes betakarítás eredményét.

A termésbecslést úgy hajtottam végre, hogy mind a szántott, mind a lazított részből 10-10 cső kukoricát begyűjtöttem egy vödörbe. Mindkét oldalról véletlenszerűen a csöveket. A tőtávolság 20 cm volt a növények között, a sortáv pedig 0,75m. 10 folyóméterre 50 növény jutott. Lemértem a kukoricacsöveket, majd lemorzsoltam, ezután pedig a szem nélküli csöveket mértem le. A kettőnek a különbségéből megkaptam, hogy hány kg a szántott, illetve lazított

oldalon a 10 cső kukorica lemorzsolts tömege. Ezek alapján ki tudtam számolni, hogy egy hektáron hány tonna termést lehetne betakarítani.

A következő terméshozam mérést aratáskor végeztem, mérlegeléssel, illetve aratás közben a hozammérő segítségével.

Termésbecsléskor és az aratás után is nedvességtartalmat mértem külön a szántott, illetve külön a lazított területen. A betakarítás után a dűlőről betakarított kukorica nedvességtartalmát is megmértem.

4. Eredmények:

4.1. Talajvizsgálatok eredményei:

Ásópróba:

Forgatás nélküli talajművelés:

Az ásópróba során a lazított talajban következőket tapasztaltam: a felszínen szármadaradványok találhatóak, bár a talaj felszíne kiszáradt, a mélyebb rétegekben nyirkos. A felső 3 cm alatt már érzékelhető volt a nedvesség. Morzsás szerkezetű a talaj, amelyben biológiai aktivitást észleltem, gilisztajaratok voltak megfigyelhetők benne.

Forgatásos talajművelés:

A szántott talajon az ásópróba következtében a talaj felszínének körülbelül 8-10 cm-re száraz volt. Mélyebb rétegekben több víz, és magasabb talajhőmérsékletet tapasztaltam. Enyhe tömörödést érzékeltem.

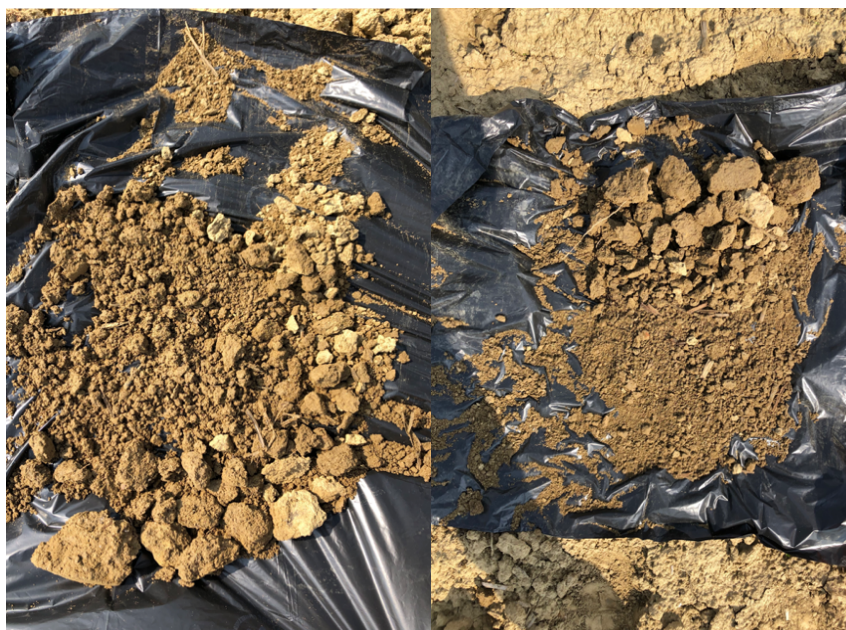
Ejtőpróba:

Lazított talaj:

A minta legnagyobb arányban morzsából, aprómorzsából állt. (15. ábra) A porfrakció egészen elenyésző. Nagy rögök nem voltak találhatóak benne, a rögfrakció kb. 30%-át tette ki a vizsgált talajmintának. Jó a talaj szerkezete, mivel legnagyobb arányban morzsa volt található benne, és a rög-, illetve porfrakció aránya kevesebb volt.

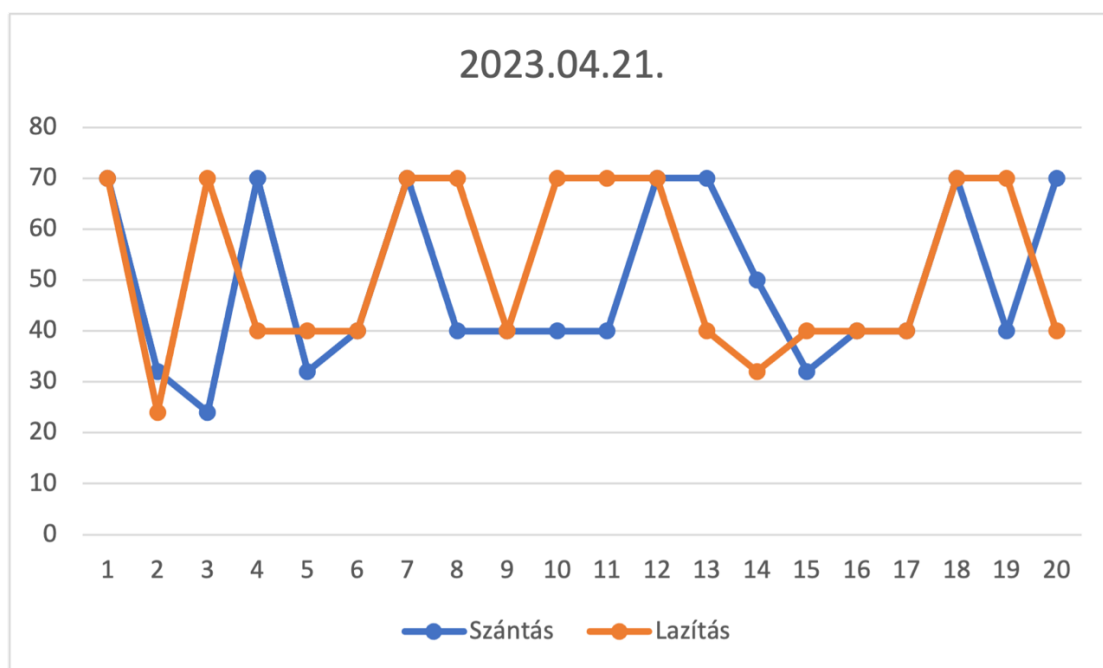
Szántott talaj:

Észlelhető volt porfrakció, nagyobb, illetve kisebb rögök is találhatóak voltak benne. Nagyrészt morzsát és aprómorzsát fedeztem fel a próba során.



15.ábra: Ejtőpróba forgatás nélküli (bal oldal) és forgatásos talajon (jobb oldal)
(forrás: saját kép, Letenye, 2023. április 20).

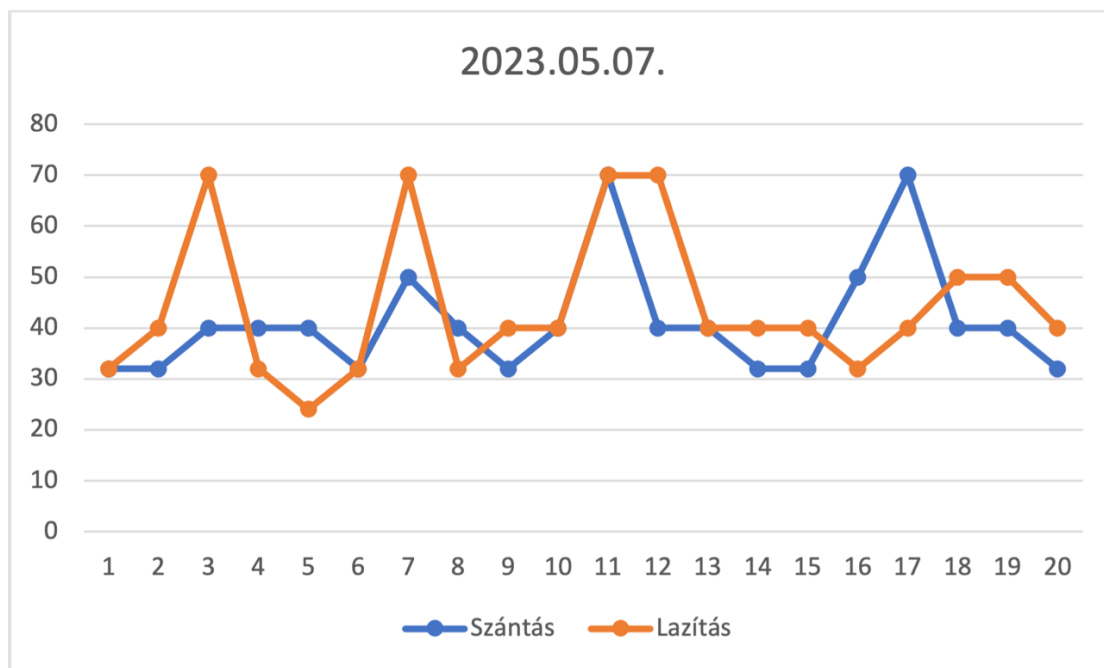
Lazultság vizsgálatok:



16.ábra: Vetés előtti lazultság vizsgálat eredményei
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. április 21.)

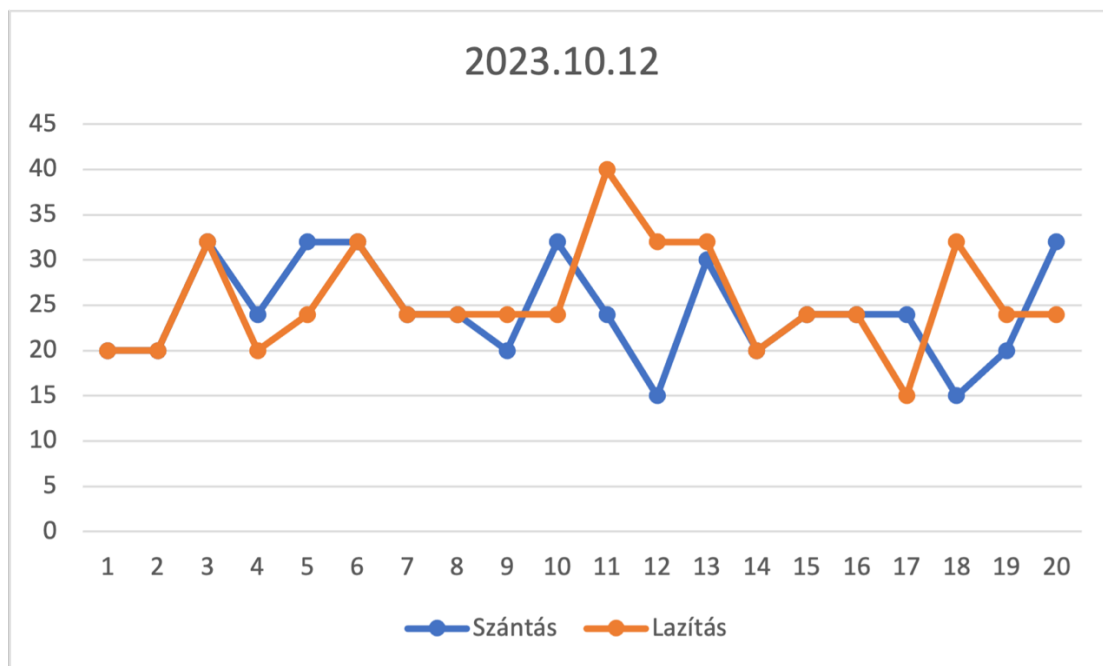
A vetés előtti méréseim a 16. ábrán láthatók. A függőleges y tengely azt a mélységet (cm) reprezentálja, amit a pálca talajba szúrásával kaptam, az x tengely pedig a mérések számát

mutatja. A talajállapot a forgatás, illetve forgatás nélküli művelésnél is jónak volt mondható, mivel 40, illetve több mint 40 cm mélységre is le lehetett bökni a pálcaszondát a legtöbb esetben. Mivel ezen a területen 7 éve talajkímélő művelés volt alkalmazva, ezáltal arra lehet következtetni, hogy a biológiailag aktív réteg is mélyült, nincs káros tömörödés. Ez a mélység kedvezett a kukoricának a gyökök mélyre hatolásánál, és a víz felvételénél.



17.ábra: Kelés utáni lazultság vizsgálat eredményei
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023 május 7.)

A 17. ábrán a kelés utáni pálcaszondás mérések eredményei figyelhetők meg a szántott és lazított talajon egyaránt. Ugyanúgy, mint a vetés előtti vizsgálatoknál is az y tengely a mérőműszer talajba bökésével kapott eredményt ábrázolja, az x tengely pedig a lazultság mérések számát jelképezi. Mindkét talajművelési módnál a legtöbb esetben eléri a 40 cm mélységet, ez okán azt lehet feltételezni, hogy jó a talaj állapota, az egy menetben elvégzett vetés nem okozott tömörödést a talajban. Látható, hogy a forgatás nélküli talajművelésben részesült területen nagyobb arányban elérte a 70 cm-es mélységet, mint a forgatásos művelés esetében.



18.ábra: Betakarítás utáni lazultság mérés eredményei
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023 október 12.)

A 18. ábra a betakarítás utáni lazultság vizsgálat eredményeit ábrázolja. Az y tengely a lazult réteg mélységet szimbolizálja, míg az x tengely a pálcaszondás méréseknek a számát. Az aratás utáni vizsgálatok által mért adatok sem mutatnak nagy eltérést a két különböző talajművelési mód között. Betakarítás után azonban már tömörebb volt a talaj, érzékelhető volt a taposás mindkét alapművelés után. Közepes volt a talaj állapota a mérések nagy része 20-25 cm között alakult.

4.2. Fenológiai mérések eredményei:

2023. 05. 07.:

Az 5. táblázat 4 oszlopában látható a 20-20 mérés, melyek alapján egyenletes volt a kelés a szántott és lazított részen egyaránt, így a terület két része között nem volt tapasztalható különbség, mindössze 0,15 cm. 2 leveles korban volt ekkora a növény. A további mérések szemléltetése konzisztens módon történt a többi növény magasságának dokumentációja során is.

5.táblázat: A kukorica átlag magassága 2 leveles korban

(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023 május 7.)

Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Átlagok (cm)	
5	4	5	6	Szántás	5,15
6	4	6	5	Lazítás	5
5	4	4	5		
5	6	5	4		
4	5	5	4		
4	5	6	5		
5	5	5	6		
4	4	5	6		
6	6	6	5		
6	6	6	5		

2023.05.28.:

A mért adatok mutatják a 6. táblázatban, hogy továbbra sem volt nagy különbség a kukorica magasságában a két különböző talajművelési mód között. Az átlagok alapján a szántott területen magasabb volt csekély mértékkel az állomány. 5-6 db volt a levelek száma.

6.táblázat: A kukorica átlag magassága 5-6 leveles korban
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. május 28.)

Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Átlagok (cm)	
31	33	32	30	Szántás	31,8
32	30	33	29	Lazítás	31,15
32	30	33	32		
33	31	33	31		
32	32	32	29		
30	30	33	32		
32	28	30	32		
31	32	31	33		
30	33	32	31		
31	33	33	32		

2023.06.08.:

Egyes növényeknél egyenletlen növekedés volt megfigyelhető, főleg a forgatás nélküli oldalon. A szántott és lazított rész között továbbra sem volt nagymértékű tapasztalható különbség. A 7. táblázatban látható átlagok prezentálják, hogy a forgatásos művelés területén volt 1-2 centiméterrel magasabb a kukorica. 7-8 levél jelent meg ekkorra.

7.táblázat: A kukorica átlag magassága 7-8 leveles korban

(forrás: saját szerkesztés, Letenye 2023. június 8.)

Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Átlagok (cm)	
50	38	42	54	Szántás	43,85
40	34	50	40	Lazítás	41,1
41	43	38	50		
48	38	43	38		
50	43	48	37		
37	42	45	45		
54	29	40	48		
44	37	43	43		
48	38	37	45		
34	42	45	38		

2023.06.22.:

A 8. táblázatban megfigyelhető, hogy két hét alatt jelentős növekedés történt a kukorica magasságát tekintve. Az eddigi adatok alapján a szántott oldalon fejlődött gyorsabban a növény, azonban az utolsó méréshez viszonyítva itt már a lazított parcellán mértem nagyobb átlagos növénymagasságot. Levelek száma: 10-12 db.

8.táblázat: A kukorica átlag magassága 10-12 leveles korban

(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. június 22)

Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Átlagok (cm)	
110	135	158	150	Szántás	138,8
118	160	150	155	Lazítás	146,2
115	155	155	150		
120	143	135	150		
134	128	145	135		
125	136	150	140		
133	140	142	145		
133	160	155	143		
150	155	157	152		
145	148	146	144		

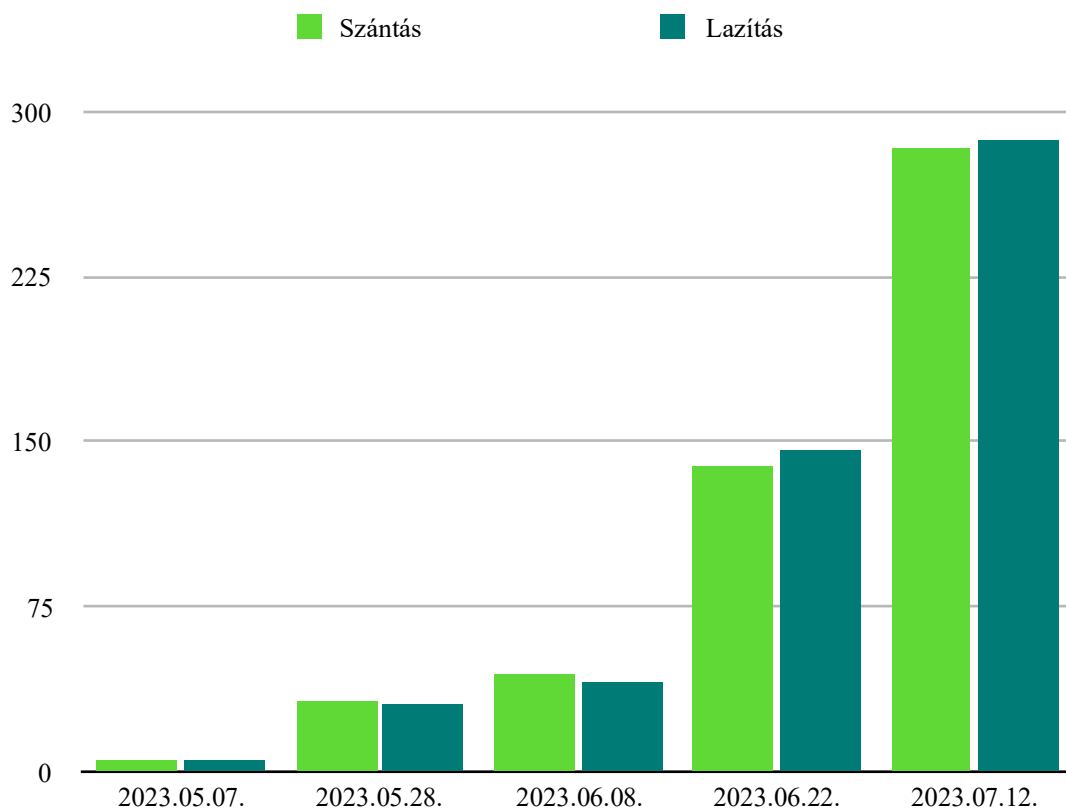
2023.07.12.

Továbbra is egyenletes maradt az állomány, ahogy a 9. táblázatban is megfigyelhető. A címerhányás után már nem mértem növény magasságot, közel 3 méter volt a növények magassága. 13-14 levél fejlődött ki eddig az időpontig.

9.táblázat: A kukorica átlagos magassága 13-14 leveles korban

(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. július 12.)

Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Szántás (cm)	Lazítás (cm)	Átlagok (cm)	
270	280	300	280	Szántás	283,25
275	285	290	270	Lazítás	287
280	285	280	275		
280	290	280	290		
280	300	290	300		
280	295	275	275		
290	290	285	280		
285	290	290	285		
280	285	280	290		
275	300	300	295		



19.ábra: A különböző fenológiai fázisokban a növények átlagos magassága
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023)

A 19. ábra mutatja, hogy az egyes mérési időpontokban nem volt nagy differencia a forgatásos és forgatás nélküli művelés között a növények átlagos magasságát tekintve. Látszólag sem volt elkülöníthető a két oldal, egyenletesen fejlődött az állomány.

2023.10.10:

Csőhosszúságot és cső kerületet is mértem 2023.10.10-én a betakarítás előtt mindkét kezelésben olyan csöveket mértem, amelyeket nem értek károk.

A 10. táblázat szemlélteti, hogy nem volt tapasztalható eltérés a két kezelés között. 20, 5 cm a szántott oldal csőhosszának az átlaga, a lazított részé pedig 20,6 cm. Az átlagos csőkerület 16,15 cm volt a szántott, valamint 16, 35 cm volt a lazított területen.

10.táblázat: Kukorica csőhossz és kerület mérés eredményei*(forrás: saját táblázat, Letenye, 2023 augusztus 10.)*

Csőhossz és kerület											Átlag
Szántásban (hossz, cm)	20	21	19	20	21	20	20	21	22	21	20,5
Lazításban (hossz, cm)	21	19	21	21	22	20	20	20	21	21	20,6
Szántásban (kerület, cm)	16	16	17	17	16,5	15	16,5	17	14,5	16	16,15
Lazításban (kerület, cm)	17	16	16	16	16,5	17	15	16	17	17	16,35

4.3. Termésmennyiségek:

A termésbecslés során a következő eredményeket kaptam:

- Forgatásos talajművelés: 10 cső kukorica lemorzsolt tömege: 1,95 kg. Ez 10 folyóméterre számolva 9,75 kg. Mivel 13333,3 folyóméter 1 ha, így a következőképpen számoltam: $9,75 \times 13333,3/10 = 13$ t/ha a szántott terület becsült terméshozama.
- Forgatás nélküli talajművelésnél: szintén 10 lemorzsolt kukorica tömegét mértem, ami 2 kg volt, azaz 10 kg 10 folyóméteren. Ezt követően a következő eredményt kaptam: $10 \times 13333,3/10 = 13,33$ t/ha a lazított oldal becsült terméshozama.

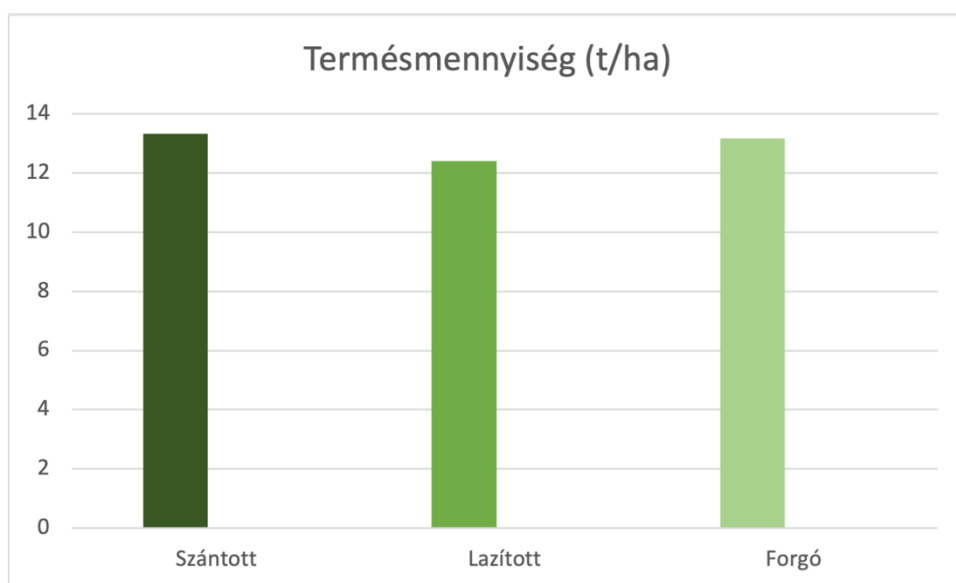
A betakarítás után, a mérlegeléskor a következő eredmények valósultak meg, ami a 20. ábrán és a 11. táblázatban látható:

11.táblázat: A kukorica betakarításkori tömege

(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. október 11.)

Szántásban	Lazításban	Forgón
13,316 t/ha	12,4 t/ha	13,17 t/ha

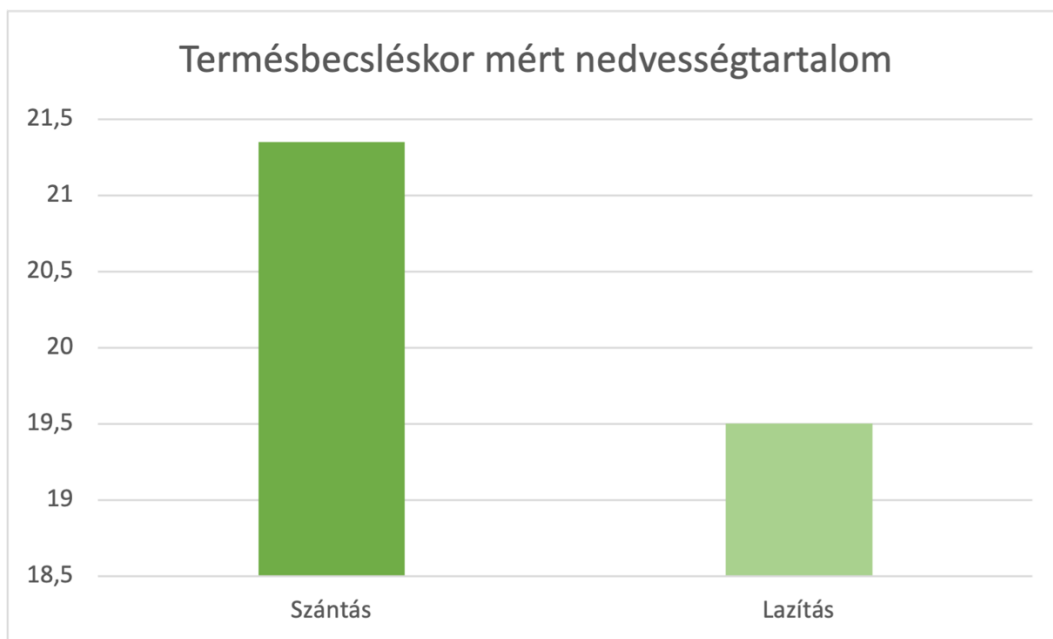
Bár a betakarítás során ellenkező eredmény volt látható, a termésbecsléskor 0,3 t volt különbség a szántott és lazított rész között a forgatás nélküli művelés javára.



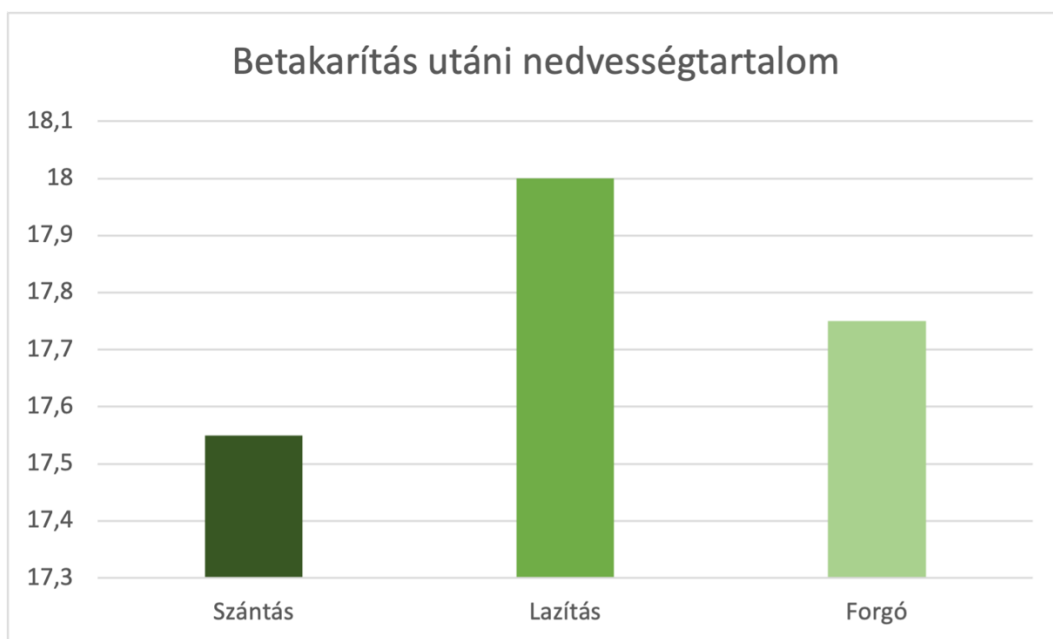
20.ábra: Termésmennyiségek összehasonlítása

(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. október 11.)

A kukorica nedvességtartalmát mértem a termésbecsléskor, valamint a betakarítás után. Mindkét esetben 2-2 mérést hajtottam végre. A termésbecsléskor csak a forgatás és a forgatás nélküli oldalt vizsgáltam, ami a 21. ábrán figyelhető meg. Az aratás után a szántott, lazított, illetve a forgó részről is vettem mintát a már beszállított terményből, amelynek az eredményei a 22. ábrán láthatóak. A nedvességtartalom mérésekhez egy hordozható szemes termény nedvességmérőt használtam. Termésbecsléskor a szántott területről 21,55% volt a kukorica átlagos nedvességtartalma, a lazított oldalról pedig 19,5%. Betakarítás után a forgatásos parcellán 17,5%, a forgatás nélküli területen 18%, a forgón 17,75% volt a növény nedvességtartalma átlagosan.



21.ábra: A kukorica nedvességtartalma a termésbecslés során
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. szeptember 30.)



22.ábra: A kukorica nedvességtartalma a betakarítás után
(forrás: saját szerkesztés, Letenye, 2023. október 11.)

4.4. Költségek számítása:

12.táblázat: Költségek összehasonlítása
(forrás: saját táblázat, Letenye, 2023.)

Műveletek	Szántás	Lazítás	Összesen
<i>Alaptrágya (Ft)</i>	306510 Ft	281490	588000
<i>Műtrágyaszórás (Ft)</i>	24975 F	22938	47913
<i>Szárbedolgozás (Ft)</i>	49951	45876	95827
<i>Szántás/lazítás (Ft)</i>	98000	90000	188000
<i>Szántás elmunkálás (Ft)</i>	50000	-	50000
<i>Műtrágya bedolgozás (Ft)</i>	49951	45876	95827
<i>Műtrágyaszórás (karbamid) (Ft)</i>	24975	22938	47913
<i>46-os karbamid műtrágya (Ft)</i>	597904	549096	1147000
<i>Vetés (Ft)</i>	49951	45876	95827
<i>NP 20:20 műtrágya (Ft)</i>	520756	478244	999000
<i>Pannon starter mega (Ft)</i>	118100	108460	226560
<i>Force, talajfertőtlenítő (Ft)</i>	179075	164455	343530
<i>Vetőmag</i>	455917	418701	874618
<i>Alapgyomirtás (vegyszer árát is tartalmazza) (Ft)</i>	154992	142340	297332
<i>Aratás (Ft)</i>	149857	137624	287481
<i>Szárítás (Ft)</i>	613597	563504	1177101
Összköltségek (Ft):	3444511	3117418	6561929

A 12. táblázat mutatja a szántás és lazítás költségeit. A különbség a két művelési rendszer között a parcellák eltérő méretéből fakadt, mivel a szántás területe 0,4 hektárral nagyobb volt, illetve, hogy a szántásnál egyel több műveletet alkalmaztunk, a szántás elmunkálást. A nyereségnél azonban már volt eltérés a szántott oldal javára, hiszen közel 1 tonnával több volt a hektáronkénti száraz tömege, amit a következőképpen számítottam ki a betakarítás utáni tömeg és a nedvesség% segítségével:

Forgatás nélküli rész: $(100-18) / 86) * 12,4 = 11,82$ t/ha

Forgatásos parcella: $(100-17,55) / 86) * 13,316 = 12,77$ t/ha

A forgatás nélküli talajon a kukorica száraz tömege 11,82 t/ha volt, ami a 4,5 ha-os táblán 53,19 tonna termést jelent. Az eladási ár 71000 Ft/t volt, ami az 53,19 tonna termés következtében 3776490 Ft. A nyereséget úgy számítottam ki, hogy a lazított oldal bevételeiből kivontam az összköltségeit: $3776490 - 3117418 = 659072$ Ft.

A forgatásos parcellán 12,77 t/ha volt a kukorica tömege, a terület mérete 4,9 ha, ezáltal a termés mennyisége 62,57 tonna. A 71000 Ft/t eladási árral számolva a szántott talajon a bevétel 4442470 Ft. A szántott oldalon a nyereség: $4442470 - 3444511 = 997959$ Ft.

A szántott oldalon nagyobb volt a nyereség, mivel a betakarított termés mennyisége is több volt.

5. Következtetések, javaslatok:

A kísérletem során vizsgált két művelési módnak vannak előnyei és hátrányai is. A mai mezőgazdaságban központi kérdés a szántás elhagyása, és a forgatás nélküli talajművelés előnybe helyezése. Véleményem szerint a forgatás nélküli művelésnek több előnye van, azonban a szántást is el lehet megfelelő időben jól végezni. A kísérletem is ezt igazolja, mivel szinte nem volt eltérés a két művelés között sem a növény magasságánál, sem a talajellenállás méréseknél. A termésmennyiségek között volt differencia a betakarítást követően a már említett időjárási viszonyok miatt, azonban az előtte lévő termésbecsléskor csak minimális eltérés volt a két parcella között. Kedvező volt a vizsgálati év tavaszától az időjárás is a csapadékmennyiség szempontjából, az átlagosnál több eső hullott. Ezáltal a forgatásos talajon sem volt jelentősebb vízveszteség. Nem rajzolódtak ki a barázdák az őszi szántás után, így az elmunkálást tavasszal végeztük el. Ha az alpművelés tavaszra, vagy tél végére tolódna ki akkor azt javasolnám, hogy a forgatás nélküli művelést célszerű alkalmazni. Azonban nem minden évben megfelelőek az időjárási körülmények. Úgy gondolom, ha több éven keresztül művelnénk ugyanezzel a módszerrel a területet akkor eltérőbb eredményeket kapnánk. Mivel a 2022-es év előtt ezen a területen 6 éve forgatás nélküli technológia volt alkalmazva, ezáltal arra is tudok következtetni, hogy az egyszeri forgatásos alpművelés, ami szerencsés időjárási körülmények között került elvégzésre kevésbé okozott kárt a talajban. Az utóbbi évek tapasztalatai alapján nem volt elegendő csapadékmennyiség, így a vízmegtartó, talajkímélő művelést részesítettük előnybe. Fontosnak tartom a talajállapot ismeretét, hogy meg tudjuk választani a megfelelő eszközt. A forgatás nélküli talajművelés kisebb mértékben terheli a környezetet, mint a szántás, növeli a biológiai aktivitást, kíméletesebb a talajszerkezethez, illetve a szármaradvány tarlón hagyásával kevesebb nedvesség párolog el a talajból.

6. Összefoglalás:

Az elmúlt években Magyarország mezőgazdaságát kiszámíthatatlan időjárási viszonyok tették próbára. Ezenfelül talán a tavalyi (2023) évben érkezett el a mezőgazdaság egy kritikus ponthoz, a terményárak alakulása, változó előírások, szerkivonások, illetve a már említett változó klíma miatt. Az eddig alapként gondolt agrotechnikai módszer megkérdőjelezhetővé vált. Várhatóan az elkövetkezendő években is hasonlóra lehet számítani, ezért fontos a szemléletváltás a legtöbb magyar gazdálkodónál, aminek véleményem szerint alap eleme a megfelelő alpművelési mód megválasztása. Optimalizálni kell a vízgazdálkodást, ezáltal új talajművelési stratégiákat célszerű alkalmazni. Felhasználva a precíziós technológiákat lehetőségünk van arra, hogy helyspecifikusan gazdálkodjunk, mivel a helyspecifikus gazdálkodás sarkalatos része annak, hogy mélyebben megismerjük, és kielemezzük a terület adottságait, és ehhez igazítsuk gazdálkodásunkat. Ezáltal jelentősen csökkenthetjük a környezet terhelését, mind a tápanyag, mind a növényvédőszer tekintetében, ezért úgy vélem a precíziós rendszerek is elengedhetetlen részei lesznek a fenntartható mezőgazdaságnak.

Kísérletem alatt a szántás és lazítás talajra való hatásait vizsgáltam. A méréseim következtében a talajvizsgálati és fenológiai eredményekből is azt a következtetést vontam le, hogy nem voltak nagy különbségek a talajművelési módok között. A legnagyobb eltérés a költségekben volt megfigyelhető, mivel a forgatásos oldalon nagyobb volt a terméshozam, ezáltal a nyereség is. Azonban, ahogy már a következtetéseim során említettem, hogy a több éven át alkalmazott ugyanazon alpművelésből lehet levonni messzemenő következtetést. Gazdaságunkban, ahol a kísérletemet végeztem érzékeljük a pozitív hatását az évek óta tartó forgatás nélküli művelésnek. A szakirodalmi részben is már tettem említést, hogy a szántásnak is lehetnek előnyei, ha megfelelő időben, kedvező talajkörülmények között végezzük el, valamint, ha egy menetben történik a szántás elmunkálással. Tehát azok a gazdák, akik tisztában vannak a területeik adottságaival, meg tudják ítélni, hogy szükséges e számukra a forgatásos talajművelést alkalmazni.

Azonban az éghajlati változások miatt úgy gondolom, hogy hosszútávon a talajkímélő (forgatás nélküli) gazdálkodás lesz rentábilis, ami által utat biztosítunk a talaj regenerálódására.

7. Felhasznált irodalmak:

Bai Attila (2021): Kukoricatermesztés ökonómiája. In: Nagy János (szerk.): Kukorica, A nemzet aranya- Élelmiszer, takarmány, bioenergia, Szaktudás Kiadó, Budapest, 516 p.

Birkás Márta (szerk.) (2017): Földművelés és földhasználat, Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 482 p.

Birkás Márta (szerk.) (2017): Talajművelési ABC, Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 288 p.

Bocz E. (1992): Morfológia. In: Bocz E. (szerk.): Szántóföldi növénytermesztés, Mezőgazda kiadó, Budapest, 887 p.

Gombos Béla (2021): A kukorica éghajlat- és talajigénye. In: Nagy János (szerk.): Kukorica, A nemzet aranya- Élelmiszer, takarmány, bioenergia, Szaktudás Kiadó, Budapest, 516 p.

Győrffy B. (2000): A biogazdálkodástól a precíziós mezőgazdaságig. Agroforum 11 (2): 1-4 p.

Gruber (2012): Long-term yield and weed response to conservation and stubble tillage in SW Germany, Soil & Tillage Research (121), 49-55 p.

Hajdú József (2022): Talajlazítók és a talajlazítás jelentősége, Mezőgazdasági technika (63. évf.) 12. sz., 21-24 p.

Hartmann (2012): Effects of compaction, tillage and climate change on soil water balance of Arable Luvisols in Northwest German, Soil & Tillage Research, 211-218 p.

Horn (2009): Risk assessment of subsoil compaction for arable soils in Northwest Germany at farmscale, Soil & Tillage Research, 201-208 p.

Imaz, M.J. I. Vinto, P. Bescansa, A. Enrique, O. Fernandez-Ugalde, D. L. Karlen (2010): Soil quality indicator response to tillage and resident management on semi-arid Mediterranean cropland. Soil & Tillage Research (107): 17-25 p.

I'SÓ: GYÖRFFY, I'SÓ, BÖLÖNI (szerk.) (1965): Kukorica termesztés, Mezőgazdasági kiadó, Budapest 411 p.

Kalmár S. (2010): A precíziós növénytermelés üzemgazdasági összefüggései. (NYME Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar). 158 p.

Kirby (2007): Whither soil compaction research, Soil and Tillage Research (93), 472-475 p.

Koltay Albert (1985): Kukorica morfológiája. In: Menyhért Zoltán (szerk.): Kukoricatermesztés kézikönyve, Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 539 p.

Láng (1976): Szántóföldi növénytermesztés, Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest, 408 p.

Lencsés E., Takács I., Takács György K. (2014): Farmers' perception of precision farming technology among Hungarian farmers. Sustainability 6: 8452-8465. DOI 10.3390/su6128452

Mwendena, E.J., J.Feyen (1994): Effects of tillage and rainfall on soil surface roughness and properties, Soil technology, (7), 93-103 p.

Nagy János (szerk.) (2007): Kukoricatermesztés, Akadémiai kiadó, Budapest, 393 p.

Nagy János (szerk.) (2010): Növénytermelés, Crop production, Akadémiai kiadó, Budapest, 85-111 p.

Papp Zoltán, Mészáros Gábor (2010): Szántóföldi technológiai kézikönyv, Növényvédőszer és Műtrágya Kereskedelmi Üzletág, Nádudvar, 287 p.

Paula Ioana, Teodor Rusu (2013): Journal of Food, Agriculture & Environment, WFL Publisher, Science and Technology, Romania, 1227-1231 p.

Pepó Péter, Sárvári Mihály (2011): Gabonanövények termesztése, Digitális tankönyvtár, 86 p.

Regán Péter (2021): A kukorica talajművelési rendszere. In: Nagy János (szerk.): Kukorica, A nemzet aranya- Élelmiszer, takarmány, bioenergia, Szaktudás Kiadó, Budapest, 516 p.

Sergio O. Serna-Saldivar (szerk.) (2010): Chemistry and Technology, Typeset by Global, India, 661 p.

Takácsné György K., Sinka A., Lencsés E., (2011): A sávpermetezés gazdasági összefüggései üzemi tapasztalatok alapján. In: Lukács G (szerk.): Fenntarthatóság és versenyképesség, LIII. Georgikon Napok. Kivonat-kötet. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 717-731.

Teodor Rusu (2014): International Soil and Water Conservation Research, ScienceDirect, Romania, 42-49 p

Internetes források:

http 1:

<https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/a-kukorica-viragzasanakjellegzetessegei-es-az-arra-hato-tenyezok/> (2018 december)

http 2:

<https://agroforum.hu/szakcikkek/talajmuveles/marpedig-a-szantas-kockaztatasa-2/> (2023 szeptember)

http 3:

<https://hirek.agrointel.ro/2021/07/27/strip-till-romaniaban-talajmuvelesi-technologiaelokeszites-vetes-tragyazas/> (2021 július)

http 4:

<https://agroforum.hu/szakcikkek/zoldito/no-till-a-magyar-ugaron-szantofoldinovenytermesztes-talajmuveles-nelkul/> (2022 július)

http 5:

<https://www.magro.hu/agrarhirek/a-no-till-technologia-alkalmazasanak-elonyei-es-korlatozotenyezoit/> (2023 január)

http 6:

<https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/> (2015)

http 7:

https://www.dekalb.hu/documents/131312/1174182/B-D_kukorica_termeklap_DKC5206.pdf

http 8:

<https://genezispartner.hu/novenykulturak/szantofoldi-novenyek/kukorica-2/>

http 9:

<https://nitropet.sk/hu/home-hu/genezis-karbamid.html>

http 10:

http://bigeholding.hu/termekeink/npk_20200.html

http 11:

https://agro.bayer.co.hu/termek/novenyvedelmi_termek/gyomirto_szerek/?id=7

1. ábra: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity

2. ábra:

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdtk.tankonyvtar.hu%2Fbits_tream%2Fhandle%2F123456789%2F8537%2F11-Gabonanoevenyek_termesztese.pdf%3Fsequence%3D11%26isAllowed%3Dy&psig=AOvVaw22ZmrNAh53URWDJe84KaLn&ust=1708523708863000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCKDerPuIuoQDFQAAAAAdAAAAABAD

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke:

Ábrák jegyzéke:

- 1.ábra:** A világ első 10 kukoricatermesztő országa 2022-ben (5.oldal)
- 2.ábra:** Az effektív hőösszeg (°C) alakulása Magyarországi viszonylatban (IV-IX. hó) (8.oldal)
- 3.ábra:** Az utóbbi évek csapadékeloszlása (23.oldal)
- 4.ábra:** Golyvás üszög és jégkár a kukorica állományban (24.oldal)
- 5.ábra:** Szántás és bolygatatlan tarló (26.oldal)
- 6.ábra:** A lazítás és a szántás sebessége (27. oldal)
- 7.ábra:** Drónnal készült kép a vetésről (28. oldal)
- 8.ábra:** A kukorica csírázása és tőtávolsága (29. oldal)
- 9.ábra:** My John Deere applikáció által szerkesztett hozamtérkép (31. oldal)
- 10.ábra:** Hozammérő rendszer adatai az aratás befejezésekor (31. oldal)
- 11.ábra:** Ásópróba lazított és szántott talajból (32. oldal)
- 12.ábra:** Az ép kukorica és a muharbolha által okozott kár (33. oldal)
- 13.ábra:** Mérések a forgatásos, illetve forgatás nélküli talajon (34. oldal)
- 14.ábra:** Címerhányás a kukorica állományban (35. oldal)
- 15.ábra:** Ejtőpróba forgatás nélküli (bal oldal) és forgatásos talajon (jobb oldal) (38. oldal)
- 16.ábra:** Vetés előtti lazultság vizsgálat eredményei (38. oldal)
- 17.ábra:** Kelés utáni lazultság vizsgálat eredményei (39. oldal)
- 18.ábra:** Betakarítás utáni lazultság mérés eredményei (40. oldal)
- 19.ábra:** A különböző fenológiai fázisokban a növények átlagos magassága (45. oldal)
- 20.ábra:** Termésmennyiségek összehasonlítása (47. oldal)
- 21.ábra:** A kukorica nedvességtartalma a termésbecslés során (48. oldal)
- 22.ábra:** A kukorica nedvességtartalma a betakarítás után (48. oldal)

Táblázatok jegyzéke:

1.táblázat: A szántás előnyei és kockázatai (12. oldal)

2.táblázat: Lazítás előnyei és megfontolandói (14. oldal)

3.táblázat: A terület talajadottságai (25. oldal)

4.táblázat: Agrotechnikai műveletek (25. oldal)

5.táblázat: A kukorica átlag magassága 2 leveles korban (41. oldal)

6.táblázat: A kukorica átlag magassága 5-6 leveles korban (42. oldal)

7.táblázat: A kukorica átlag magassága 7-8 leveles korban (42. oldal)

8.táblázat: A kukorica átlag magassága 10-12 leveles korban (43. oldal)

9.táblázat: A kukorica átlagos magassága 13-14 leveles korban (43. oldal)

10.táblázat: Kukorica csőhossz és kerület mérés eredményei (45. oldal)

11.táblázat: A kukorica betakarításkori tömege (46. oldal)

12.táblázat: Költségek összehasonlítása (48. oldal)

9. Köszönetnyilvánítás:

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a konzulensemnek Dr. Percze Attilának a szakdolgozat elkészítésében nyújtott segítségéért.

Szeretném még megköszönni családomnak a támogatást. Külön édesapámnak, aki a kísérlet lehetőségeit biztosította, támogatott és segített mindenben, illetve édesanyámnak, aki határtalan türelemmel állt mellettem.

10. Nyilatkozatok:

Hallgatói nyilatkozat:

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kátai Lora
A Hallgató Neptun kódja: HSMZ1U
A dolgozat címe: A termesztéstechnológiai elemek változásának hatása a kukorica fejlődésére és termésmennyiségére
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat 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.

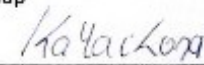
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-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 védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024. év 04. hó 19. nap


Hallgató aláírása

Konzulensi nyilatkozat:

NYILATKOZAT

Kátai Lora (hallgató Neptun azonosítója: **HSMZ1U**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. év 04. hó 19. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.