

**DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR- ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR**

Intézetigazgató:
Dr. PEPÓ PÉTER
egyetemi tanár

**Vetésváltás és tápanyagellátás vizsgálata kukoricánál
csernozjom talajon tartamkísérletben**

Készítette:
Szilágyi Gergely

Konzulens:
Dr. Pepó Péter
egyetemi tanár

Dr. Szabó András
egyetemi adjunktus

**DEBRECEN
2011**

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
1.1. Kukorica származása	5
1.2. Kukorica jelentősége (Világon, és az Európai Unióban)	6
1.3. A Kukorica jelentősége Magyarországon.....	7
1.4. A kukorica felhasználhatósága	8
2. TÉMAFELVETÉS	10
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	12
3.1. Vetésváltás.....	12
3.2. Tápanyagellátás	13
3.3. A tápanyagellátás és a vetésváltási közötti kapcsolat értékelése.....	16
3.4. Az évjárat hatása.....	18
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	22
4.1. A kísérlet helye, a kísérleti parcellák talajtulajdonságai	22
4.2. A kísérlet telep 30 éves meteorológiai adatai	24
4.3. A 2007. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban.....	24
4.4. A 2008. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban.....	25
4.5. A 2009. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban.....	26
4.6. A 2010. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban.....	28
4.7. Az eredmények értékelésének módszere	29
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	30
5.1. A kukorica termesztéstechnológiájának agrotechnikai tényezői.....	30
5.2. A vetésváltás értékelése.....	30
5.2.1. A 2007. év vetésváltásának értékelése	30
5.2.2. A 2008. év vetésváltásának értékelése	31
5.2.3. A 2009. év vetésváltásának értékelése	32
5.2.4. A 2010. év vetésváltásának értékelése	33
5.3. A vetésváltás együttes értékelése	34
5.3.1. A monokultúra hatása a kukorica termésére a vizsgálati években	34
5.3.2. A bikultúra vetésváltás hatása a kukorica termésére a vizsgálati években.....	36
5.3.3. A trikultúra vetésváltás hatása a kukoricatermésére a vizsgálati években	37
5.3.4. A vetésváltás szerepe a termésmennyiségre a vizsgált évek átlagában.....	38
5.4. A tápanyagellátás értékelése.....	38
5.4.1. A tápanyagellátás hatásának értékelése 2007. évben	38
5.4.2. A tápanyagellátás hatásának értékelése 2008. évben	42
5.4.3. A tápanyagellátás hatásának értékelése a 2009. évben.....	45
5.4.4. A tápanyagellátás hatásának értékelése a 2010. évben.....	48
5.4.5. A tápanyagellátás hatása az évek átlagában	50
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	52
7. ÖSSZEFOGLALÁS	55
8. IRODALOMJEGYZÉK	57
9. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	63
10. ÁBRÁK JEGYZÉKE	64

1. BEVEZETÉS

A kukorica a búza és a rizs mellett az emberiség legfontosabb növényei közé sorolható. A világ növénytermesztésének döntő hányada a gabonafélékből áll. A világon megközelítőleg rizst 153,6 millió hektáron, kukoricát 161,9 millió hektáron, búzát 216,9 millió hektáron termesztnek. (FAO 2010). A kukorica (*Zea mays* L.) Amerikából származik. Az eddig talált legidősebb kukoricamaradványok a mai Mexikó területén található barlangokból kerültek elő, ezek körülbelül hatezer évesek. A szemek pelyvásak és kisméretűek voltak. Elsődleges géncentrumát azonban a kutatók Peru területén feltételezik; valószínűleg a mostani kukorica őse innen terjedt el az amerikai kontinens különböző pontjaira, Mexikón át egészen az Egyesült Államok területére.

Kolumbusz Kristóf két matróza találta meg a kukorica őseit Kuba belsejében, amit a megtalálók „mahiznak” nevezték el. Ezt követően kezdődött meg a kukorica európai elterjedése, mivel a tengerészek 1493-ban magukkal hozták az újonnan megismert növény magjait Európába. A kukoricának ekkoriban még nem voltak kontinensünkön károsítói, sem kártevői, ezért igen hamar nagy népszerűséget szerzett magának a jó termőképességével és a könnyű kezelhetőségével. Ezen tulajdonságai miatt szinte megállíthatatlanul elterjedt Európában, és népszerűsége azóta is tart nálunk Magyarországon is. Magyarországra a kutatók szerint török segítséggel a 16.század végén jutott el Erdélyen keresztül - erre utal a török búza népies elnevezése -, de nem zárják ki az Itáliából történő behozatalt sem, amire szintén van nyelvi emlékünknél „tengeri” vagy „tengeri búza” néven.

Számos magyar népdal, gyermekmondóka őrzi a kukorica nevet, jelezve, hogy termesztése szorosan egybeforrott a magyar kultúrtáj történetével.

„Ez a tábla kukorica, de sárga,
Talán bizony melegben lett kapálva,
Eső se jár, mégis megnő magasra,
Nem vagyok a galambommal haragba..”

A kukorica jelentőségét a világban kiemeltnek tekinthetjük, mivel az ipari felhasználás mellett a közvetlen emberi fogyasztása is jelentős. Egyes földrészekben a kukoricát emberi fogyasztásra is termelik (pl. Afrika, India, Latin-Amerika, Afrika), ahol a közvetlen humán felhasználás a 100 %-hoz közelít. A Kárpát-medencében is bizonyos népcsoportok körében a

közvetlen emberi fogyasztás jelentősnek tekinthető. Azonban hasonlóan hazánkhoz a többi országban is a kukoricát közvetlen állati felhasználásra termelik a kedvező beltartalmi értékei miatt.

A világ kukorica termesztésében két kiemelkedő ország van, amelyek mind termőterület nagyságában, mind a termés mennyiség tekintetében meghatározóak. Ennek a két országnak a terméshez viszonyított aránya a világ termelésében bőven meghaladja az 50%-ot. Magyarország méretei miatt a világ termeléséhez körülbelül 1 %-kal járul hozzá, ami csekélynek tekinthető. Azonban kis országgént is a magyar vetőmag előállítás világhírű, amely a nyolcvanas években érte el a fénykorát. A kukorica vetőmag szaporító területek nagysága 47 388 ha volt. 2009-ben 33 807 ha-ral meghaladtuk az 1995-ben év szintjét, azonban a 2011-év 21 997 ha sajnos csak a csúcslőállításunk fele. Az Európai Unióban meghatározó kukoricatermelő országok közé sorolhatjuk Olaszországot, Franciaországot valamint Romániát (1. táblázat).

1. táblázat: Főbb kukoricatermesztő országok fontosabb mutatóinak alakulása

Terület/ország	Vetésterület (ezer ha)	Részesedés a világ vetésterületéből (%)	Termésátlag (kg ha ⁻¹)	Termés- mennyiség (ezer t)	Szántó- területi arány (%)
<i>Világ</i>	161016,5	100	5109	822630	11,41
<i>USA</i>	31825,6	19,76	9658	307371	18,67
<i>Kína</i>	29882,9	18,55	5556	166024	21,25
<i>Brazília</i>	14445,2	8,97	4085	59007	24,27
<i>India</i>	8300,0	5,15	2324	19289	5,23
<i>Indonézia</i>	4003,3	2,48	4077	16320	18,19
<i>Nigéria</i>	3845,0	2,38	564	2168	10,53
<i>Argentína</i>	3412,1	2,11	6452	22014	10,49
<i>Ukrajna</i>	2440,1	1,51	4691	11446	7,52
<i>Románia</i>	2432,2	1,51	3227	7848	28,43
<i>Franciaország</i>	1702,0	1,05	9293	15816	9,23
<i>Olaszország</i>	1053,4	0,65	9010	9491	14,7
Magyarország	1199,6	0,74	7471	8962	26,12

Forrás: FAO adatok alapján saját szerkesztés

„Sajnálatos tény, hogy a kukorica termésátlagai ott a legkisebbek, emellett az évi növekedési ráta is a legalacsonyabb, ahol a legtöbb ember éheznek, tehát Ázsiában, Dél-Amerikában, Afrikában. Ez a kukoricatermesztés eszközigenyességével is összefüggésbe hozható, hiszen a mai színvonalon kukoricát jól termelni csak azok az országok képesek, ahol elegendő gép, műtrágya, növényvédőszer és nem utolsósorban szaktudás áll rendelkezésre, ez pedig főleg az iparilag fejlett országokra jellemző.” - írta Menyhért Zoltán 1985-ben. Megállapítása sajnos

ma is igaz, azzal együtt, hogy a világ megnövekedett energiaszükséglete, a kukorica innovatív felhasználási lehetősége erőteljesen e kultúrnövényünk felé fordította a kutatók érdeklődését.

A szakdolgozatom célkitűzése az, hogy összefüggéseket keressek az eltérő műtrágya mennyiségek felhasználása és a várható termésmennyisége között. Az eltérő tápanyag mennyiségek hogyan befolyásolják a termés várható mennyiségét és termésstabilitást csernozjom talajon.

1.1. Kukorica származása

„A kukorica származása annál rejtélyesebb, minél több ide vonatkozó szakirodalmat találunk. Származása és őse egyaránt ismeretlen. WEATHERWAX (1954) egy teljes könyvet szentel a kukorica vad őseinek. Annyi bizonyos, hogy a kukorica önállóan az ember nélkül képtelen a szaporodásra. A földre kerülő magjai kicsíráznak ugyan, de az ember gondoskodása nélkül új növény nem fejlődik ki.

Ma tulajdonképpen azt sem tudjuk, hogy Amerika melyik mai országát tekintsük őshazájának. Azt ugyanis, amiről *BONAFOUS* (1936) írt, hogy óvilágú származású, már a múlt évszázadban megcáfolták, és a mai szerzők kivételével nélkül elismerik amerikai származását. Abban viszont, hogy a géncentrum hol volt, már nem teljesen egységes a felfogás. *GEISLER* (1980) szerint a kukorica őshazája feltehetően Dél-Brazília és Paraguay területére tehető, és elsődleges domesztikációja Peru területén volt, innen terjedt el másodlagosan Közép-Amerikában és Mexikóban. Ezzel szemben *GALINAT* (1979) amellet tör lándzsát – és valószínűleg igaza van -, hogy a kukorica származási helye Mexikó, valamint Közép-Amerika, és innen terjedt el Bolívia, Peru, Brazília és Argentína, valamint Észak-Amerika felé.” (*Menyhért Z. 2005*)

Az inka, maja és azték eredetmondákban a kukorica nagy szerepet játszik, egységesen égi eredetűnek tartják, sőt egyes mondák szerint az embereket is kukoricaliszból gyúrták össze az istenek (1. ábra).



1. ábra Kukorica istenség Közép-Mexikó

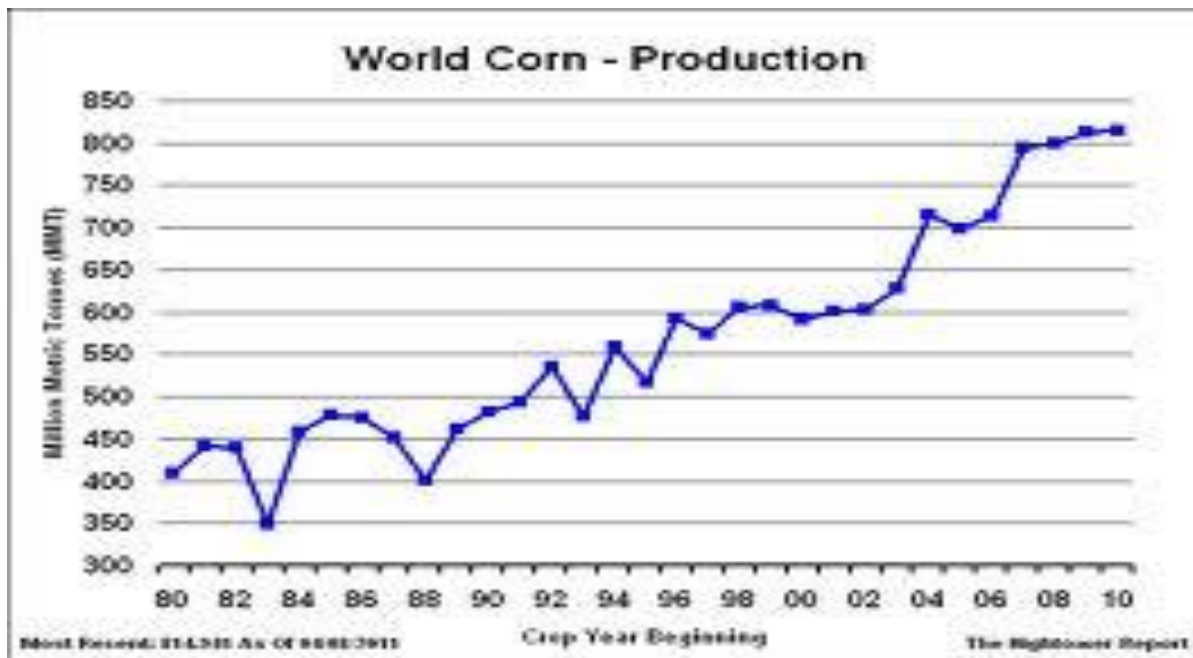
Forrás: www.google.hu/kukorica-isten

Eredetéről, származásáról két elméletet fogadnak el a kutatók: az egyik szerint egy egynyári pázsitfűféle, egynyári teozinte (*Zea mexicana*) az őse, míg Paul C. Mangelsdorf szerint egy ma már kihalt vadon élő kukorica – a pelyvás kukorica - hibridizációjából jött létre. Ma a világon ismert legrégebbi kukoricaelet 6250 éves, amelyet egy mexikói barlangban találtak és korát tömeg spektrofotométer segítségével állapították meg.

1.2. Kukorica jelentősége (Világon, és az Európai Unióban)

A világon a kukorica vetésterülete 155 millió ha, termésátlaga $4,3 \text{ t ha}^{-1}$. A legnagyobb termesztője az USA, közel 35 millió hektáron 9 t ha^{-1} feletti termésátlaggal. Kínában, Brazíliában, Mexikóban jelentős területen termesztik, de a termése csak $2-4 \text{ t ha}^{-1}$. Európában Franciaország $1,7-1,8$ millió hektáron 10 t ha^{-1} , Olaszország $1,1$ millió hektáron 11 t ha^{-1}

körüli termésátlagot ér el. Mindkét országban az öntözés is jelentős szerepet játszik a kiemelkedő termések elérésben (2. ábra).



2. ábra: A világ kukoricatermelésének alakulása

Forrás: http://www.cmegroup.com/trading/agricultural/grain-and-oilseed/corn_learn_more_reports.html

1.3. A Kukorica jelentősége Magyarországon

„Magyarországra Olaszországból vagy Dalmáciából 1590-ben hozták be, de megjelent a törökök közvetítésével is Erdélyen keresztül, ahonnan 1611-ben maradtak írásos feljegyzések a termesztéséről.

Magyarországon a kukorica vetésterülete 1,2 millió hektár körüli. A kukoricatermesztés történetéhez tartozik, hogy az 1900-as években Amerikából behoztuk a lófogú (dent típusú) kukoricát, amely az addig termesztett sima szemű (flint típusú) kukoricánál nagyobb termésre képes és gyorsabb a vízleadó képessége is. 1940-1950-es években megjelentek a fajtahibridek (két szabadelvirágzású fajta kereszteződéséből származó F1 nemzedék 10-15%-kal adott nagyobb termést, majd 1953-ban Pap Endre előállította az Mv 5-ös beltenyésztett hibridet, amely 1965 után terjedt el. A beltenyésztett hibridek 20-30%-kal képesek nagyobb termésre, szintén a szabadelvirágzású fajtákhoz hasonlítva.”(Antal, 2005)



3. ábra: A kukorica vetésterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon 1921-2008 között

Forrás: Sárvári, (2009)

„Kukoricatermesztésünk fejlődése az 1980-as évekig rendkívül dinamikus volt (3. ábra). 1970-től nőtt a kemikáliák felhasználása, nőtt a műszaki, technikai háttér, korszerű biológiai alapok (hibridek) kerültek a termesztésbe, nőtt a szakértelem, ennek következtében a kukoricatermesztésünk a világ élvonalába került. Ebben az időben a genetikai haladás 1960-1980 között $151,5 \text{ kg/ha}^{-1}$, Amerikában a genetikai haladás ugyanebben az időben 124 kg ha^{-1} volt. A hektáronkénti termésátlag vonatkozásában USA és Franciaország mögött a harmadikok voltunk. Az évenkénti terméssingadozásunk csak 10-20% volt, napjainkban pedig a 40-50%-ot is meghaladja” (Antal, 2005).

1.4. A kukorica felhasználhatósága

A kukorica felhasználhatósága igen tág, a világ számos országában jelentős népelelmezési cikk, az állati takarmányozásban is igen széleskörűen felhasznált és kedvelt takarmányfélése.

A kukorica ipari felhasználása a dráguló kőolaj termékek miatt egyre széleskörűbbé vált az elmúlt években.

Magyarországon a megtermelt kukoricát szinte teljes egészében állati takarmányozásra használják. Élelmezési célra egyes népcsoportok fogyasztották, tradicionális ételnek számított pl. Erdélyben nemcsak a román nemzetiségűeknél, hanem a magyar lakosság körében a puliszka. Magyarország egyes vidékein a kukoricaliszból ill. darából, kásából készített ételek, a görhe, az édes málé, de használták a kukorica kását töltött káposzta készítésnél, vagy hurkatöltésnél is. Legváltozatosabban az Őrségben készítették el, használata azonban nem vált általánossá.

Napjainkban azonban a kukorica felhasználása reneszánszát éli a reformélelmezésben. Számos élelmiszeripari termék előállításánál használják a kukoricalisztet adalékanyagként, de egyre népszerűbb a különböző reggeliző pelyhek alapanyagaként, fogyasztják fagyaszttva önmagában, vagy zöldségmixként, különösen nagy szerepe van a gluténmentes diétában.

Nyári időszakban rendezvényeken, strandokon, vásárokon továbbra is közkedvelt a főtt kukorica, valamint a magyar mozikultúrában is elterjedt a popcorn, illetve az előre csomagolt mikrózható félkész termékek megjelenésével az otthon is elkészíthető pattogatott kukorica.

A kukorica ipari felhasználása a leglátványosabban azonban az elmúlt évtizedekben fejlődött, különösen fontos a bioetanol gyártás, de növekszik a keményítő és szeszgyártás is. A sörgyártásnál felhasznált adalékanyagok 30 %-a is kukoricából származik.

2. TÉMAFELVETÉS

A magyarországi vetésszerkezet döntő hányadát a gabonafélék családja uralja, az egyéb növények csoportjába tartozó növények nagymértékben visszaszorultak. A „Zöld Forradalomnak” köszönhetően, - amelyet Borlaug professzor indított el -, számos újítást sikerült elérniük. Ennek megfelelően a termésátlagok jelentősen nőttek az új technológiák hatására a gabonanövényeknél. Ilyen eljárások közé tartozott a nemesítés előtérbe helyezése, valamint újabb termesztési technológiák bevezetése. A kukorica termesztése Magyarországon kiemelkedő nagyságú, vetésterülete körülbelül 1,2 millió hektár körül mozog.

Magyarország helyzete az Európai Unióban jelentősnek tekinthető, mivel a vetőmag és csemege előállításában az elsők között vagyunk. A kukorica termését nagymértékben a következő tényezők határozzák meg:

- vetésváltás
- tápanyagellátás
- vetéstechnológia (tőszám, vetésidő)
- növényvédelem

A magyarországi kedvező adottságokat számos probléma fenyegeti évről évre. Megállapítható, hogy az aszályos években például a borsó jobban szárítja a talajt, ezért a kukoricát még jobban fenyegeti az évről évre fellépő aszály kártétele. Szakdolgozatom célja egy olyan komplex vetésváltási és tápanyag visszapótlási rendszer kialakítása, ami a fokozatosan nyíló agrárrollóban a megfelelő segítség lehet a mezőgazdaságból élők számára. A témában már számos szakirodalom született, ami egy olyan alap a mostani generáció számára, amiből csak fejlődni lehet. A mai változó világban a termés nagysága a társadalmi és gazdasági fejlődés egyik igen fontos alapját képezi, amire már számos szerző felhívta a figyelmet.

A 21. században a mezőgazdaságnak olyan elvárásokkal kell szembenéznie, mint az egyre bővülő ipari kereslet, a világ növekvő lakossága miatti egyre nagyobb élelmiszer igények. Amellett a jó minőségű termékek iránt egyre nagyobb a kereslet a lakosság körében. Az elvárások egyre fokozódnak, mivel a termelési tényezők egyre drágulnak, és romlik a környezetünk.

Ezt a globális klímaváltozás, amely különféle káros talaj degradációs problémákkal párosulhat.

Az egyre aszályosabb évek miatt a vetést célszerűbb hamarabb megkezdeni, azonban a túl korai vetés miatt a csírák fagykár érheti. Megoldás lehet korai érésű kukoricafajták használata, amelyekkel ellensúlyozható az aszály hatása. Az aszály elleni védekezés egyik másik megoldása lehet az öntözés, amelyet vetőmag kukoricánál használnak, nagymértékben a gazdaságossága miatt. A kukorica egyedfejlődésében kritikus időpontok vannak, a legfontosabbak a címerhányás előtti időszakot tekinthetjük. A második legfontosabb, a kukorica női virágzatának megjelenése, illetve a szemtelítődés időszaka, ami a legnagyobb gond szokott lenni Magyarországon. A másik igen komoly probléma a világ mezőgazdasági termelésében az, hogy a termőterületek nagysága igen alacsony, gyakorlatilag ezt már növelni nem lehet, illetve a meglévő területek nagysága egyre csökken.

Ezekhez a gondokhoz sajnos párosul az egyre növekvő népesség, ami várhatóan még nagyobb kihívások elé fogja állítani a mezőgazdaságot.

Sajnálatos módon a nagyüzemi mezőgazdasági termelés miatt Magyarországon a vetésváltás teljesen leszűkült. A kukorica esetében gyakorlatilag már csak a búzát tekinthetjük előveteménynek, ami részleges monokultúrát okoz. A hazai növénytermesztés színvonalát csak akkor lehet fejleszteni, illetve ami ennél fontosabb, fenntartani, ha a vetésváltás és a tápanyagellátottsági viszonyokat vizsgáljuk egy komplex egészen belül. Számos szakirodalom foglalkozik ezzel a témakörrel, valamint kutatók már évtizedekkel ezelőtt kutatási eredményekből mérhető, negatív hatásokat mutattak ki.

Számos olyan új tényező léphet fel, ami problémákat okozhat, gondoljunk csak a kukoricabogárra, ami 1995 óta országosan ismertté vált károsítása miatt. A vetésváltás szerepe ilyen esetekben mutatkozik meg igazán, mivel a bogár károsítása főleg a monokultúras kukoricát sújtja.

A kukorica termesztésében véleményem szerint ezeket a kutatásokat folytatni kell, csak így lehet egy szakszerűbb vetésváltást, valamint ehhez szervesen hozzá kapcsolódó tápanyag visszajuttatási programokat létrehozni.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Vetésváltás

ANTAL (2005) szerint a vetésváltásnak jelentős szerepe lehet az aszály kedvezőtlen hatásainak mérséklésében és az amerikai kukoricabogár elleni védekezésben is.

A kukorica ahhoz a néhány szántóföldi növényhez tartozik, amely korábban önmaga után is sikerrel volt termesztendő.”

NAGY (2007) egyetért a kutatókkal, mivel a kukorica az előveteménnyel szemben nem igényes, ezért könnyű vetésforgóban elhelyezni. Egyetért LÁNG munkájával, miszerint az elővetemény betakarítása után az őszi talajmunkákat időben kell elvégezni.

BOCZ (1992) szerint a búza kiváló, a lucerna pedig jó elővetemény a kukorica számára.

ANTAL (2005) véleménye szerint az 1980-as évek szárazságának nagyobb gyakorisága arra kényszerítette a termelőket, hogy a kukoricát (még a korábbiaknál is nagyobb mértékben) viszonylag jobb termőhelyekre összpontosítsák. Az adott táblák vetésszerkezetében nőtt a kukorica aránya, s a kukoricának többévi, önmaga után történő termesztése. A kukorica nagy víz- és tápanyagfelvételével, vetésváltás nélküli termesztésével az évek során fokozódik a talajok víz- és egyes tápelemek hiánya is, ezért monokultúrában a kukorica termése nagyobb mértékben ingadozik, s a kukorica szemtermésének minősége is gyengébb, mint vetésváltásban.

MENYHÉRT (1985) szerint vetésváltáskor megváltozik a termőhelyen a vetésidő, a betakarítás ideje, a talajmunkák ideje, a kijutatott vegyszer hatásspektruma, más a kultúrnövény fiziognómiája, állománysűrűsége, fejlődési ritmusa, az általa megszabott mikroklíma stb.

JOVANOVIĆ et al. (2007) szerint a kukorica termesztendő monokultúrában is, azonban ez a rendszer a talaj degradációval jár, elősegíti a kártevők és betegségek megjelenését, valamint termés csökkenéssel jár.

GYŐRFFY (1976) figyelembe véve a saját és a külföldi tapasztalatokat arra a megállapításra jutott, hogy bár a kukoricát huzamosabb ideig hatásosan lehet monokultúrában termesztetni, mindig célszerűbb a vetésváltás. Leggyakoribb előveteménynek GYŐRFFY is a búzát jelöli meg (természetesen az önmaga utáni esetektől eltekintve), megjegyzi azt is, hogy saját kísérleteiben a legnagyobb termést búza után kapta.

Magyarországi üzemi gyakorlatban van példa a hosszú időn át tartó monokultúrák termesztésére (pl. Bábolna, 18 év).

MENYHÉRT (1985) egyetértett SIN és PINTILIE véleményével, akik bebizonyították azt, hogy még a búza-kukorica bikultúra gyommennyisége és a kukorica termése között is szignifikáns különbség van.

SÁRVÁRI et al. (2005) szerint a vetésváltás és a monokultúrák termesztés nagymértékben befolyásolja a termesztés hatékonyságát. Továbbá a vetésváltásnak jelentős szerepe lehet az aszály kedvezőtlen hatásainak mérséklésében, és az amerikai kukoricabogár elleni védekezésben is.

GYÓRFFY (1976) gyakorlati tapasztalata azt mutatta, hogy a legnagyobb kukoricatermés a búza utáni első évben remélhető, ami valószínűleg elsősorban a jobb talaj-előkészítés javára írandó. Ettől kezdve még jó tápanyag-ellátottság ellenére is csökkent a termésátlag, nőtt viszont az 1 tonna szemtermés előállításához felhasznált műtrágya-hatóanyag mennyisége.

A terméscsökkenés mértéke évente 367 kg ha^{-1} volt a monokultúra első 5 évében, az 1 t szemtermés előállításához szükséges műtrágya-hatóanyag mennyisége pedig $3,4 \text{ kg ha}^{-1}$ növekszik évente.

Ebből azt a következtetést vontuk le - más irodalmi adatokkal összevetve-, hogy az üzemi szerkezetben a kukorica lehetőleg ne haladja meg az 50 %-ot, és a kukoricát lehetőleg búza után, vagy önmaga után (de 3 évnél nem hosszabb ideig) termesszük.

NAGY (2007) szerint a vetésváltáson alapuló növénytermesztés szükségességét több tényező is alátámasztja. A talaj termékenységének fenntartása és növelése csak a vetésváltáson alapuló rendszerben lehetséges.

SÁRVÁRI (2010) szerint a vetésváltás nagymértékben meghatározza a kukorica termése mellett az NPK műtrágya agroökológiai optimumát is.

3.2. Tápanyagellátás

ANTAL J. (2005) véleménye szerint a kukorica a nagy tápanyagigényű növények közé tartozik, a harmonikus NPK műtrágya kijuttatását a termésben hálálja meg. „A kukorica az ásványi elemek közül legtöbbet a nitrogénből igényel. Jelentős a káliumigénye, mérsékelt a kukorica foszforigénye. Nem elhanyagolható a Ca- és a Mg igény sem.

JOVANOVIĆ et al. (2007) szerint a kukorica hozamának egyik fő eleme a trágyázás.

BOCZ (1976) vizsgálata során kedvezőbb időjárású esztendőben, vagyis 1969-ben és 1970-ben, a műtrágya hatékonysága négy-ötszörösen volt nagyobb.

Azonban BOCZ (1976) megemlíti azt is, hogy kedvezőtlen vízellátottságú évjáratokban a nagyobb tápanyagszint hatására a termés csökkenés is a legnagyobb.

PAPP (2007) vizsgálatai szerint, ha a kukorica tápanyagigénye ki van elégítve, akkor az esetleges kártételnél a gyökérregeneráció erőteljesebb, gyorsabb, így kisebb termésveszteség alakul ki. Vizsgálatai szerint, azokon a táblákon, ahol nem védekeznek a kukoricabogár lárvái ellen és csak minimális tápanyagot adtak, ott katasztrofális károk keletkeztek, ami elérte az 5 – 8 t ha⁻¹ veszteséget.

BERZSENYI et al. (1993) véleménye megegyezett BARBER- rel (1976) aki szerint a kukoricanövény- más gabonafélékhez hasonlóan – az átlagos kijutatott N-műtrágya mennyiségének mindössze a felét adszorbeálja a vegetációs periódusban, másrészt – a szemtermés növekedés ellenére – az egységnyi N-műtrágyára vetített szemtermés mennyisége jelentősen csökkent a korábbi évtizedekhez viszonyítva.

JOVANOVIC et al. (2007) szerint a tápanyagellátás nagyon fontos tényezője a kukorica termésének.

EDWARDS (1985) különböző talajművelési rendszerek vizsgálata során azt a megállapítást tette, hogy a kukorica-szója vetésváltása hozta a kukorica legnagyobb termésmennyiség növekedését.

DANG QUOC LAP et al. (1993) szerint a legnagyobb szemtermést az N₁₀₀P₄₈K₈₇ trágyaszinten kapták mindegyik évben, azonban a magasabb növényszám termésnövelő hatása évjárattól függően változott.

NAGY (2007) szerint különböző elővetemények után eltérő mennyiségű nedvesség marad a talajban, mely az utána következő növény trágyaszükségletét és a kiadagolt trágya termésnövelő hatását is módosítja.

GÁBORJÁNYI et al. (1992) kísérleteik alapján érdekes megállapításra jutottak: minél magasabb szintű volt a kukoricanövények nitrát-nitrogén ellátása, annál kedvezőbb lett a kórokozó felszaporodása is.

JÁNOSSY et al. (1957) szerint az istállótrágyát legjobb nyáron, augusztusban közép mélyen a talajba keverni. A trágya enyészetéhez ezáltal tavaszig elegendő idő áll rendelkezésre. A szántást azonnal el kell munkálni, le kell hengerezni, mert ezzel az esetleges ürességet

megszüntetjük, a trágyát a nyirkos talajhoz nyomva elősegítjük az enyészet gyorsabb megindulását.

PEPÓ (2007) szerint a kukorica előveteménye jól mérhető, erőteljes hatás gyakorol a termés mennyiségére.

LÖNHARDNÉ et al. (1993) egyetértettek BERZSENYI (1992) kutatásával, aki N hatását vizsgálta a kukorica biomassa produkciójának szempontjából. Megállapításai szerint a növekvő N-dózisok hatására a biomassa produkció és a szemtermés a vizsgált N-dózis tartományban $y=a+bx+cx^2$ másodfokú függvénnel szignifikánsan jellemezhető.

MENYHÉRT (1985) szerint a tápanyag hatékonyságának növelése végett a műtrágyázással alkalmazkodjunk:

- a kukorica tápanyagfelvételének dinamikájához
- a talaj és műtrágya-kölcsönhatásokat irányító fizikai és kémiai tulajdonságokhoz
- (talajnál és műtrágyánál egyaránt)
- a termesztés egyéb agrotechnikai tényezőihez, a komplex agrotechnikai rendszerhez.

NAGY (1995a) a műtrágyázás hatásaiból megállapította, hogy a műtrágyázás nélkül a termés kiesés igen nagy (1541 kg ha^{-1}). Hektáronként nitrogénből 120 kg + foszforból 90 kg + káliumból 105 kg hatóanyag dózist alkalmazva 1541 kg ha^{-1} volt a termés növekedése.

RÁCZ et al. (2011) vizsgálataik szerint a 120 kg ha^{-1} nitrogén hatóanyagot tartalmazó tápanyag-ellátottsági szinthez tartozó optimális tenyészidei csapadékösszeg $350\text{--}400 \text{ mm}$ közötti, figyelembe véve a természetes csapadék tájegységre jellemző mennyiségét és eloszlási sajátosságait, átlagosan legfeljebb $80\text{--}120 \text{ mm-es}$ öntözéssel történő kiegészítés javasolható.

PROKSZÁNÉ et al. (1995) terméseredményeik alapján a vizsgált hibridek átlagában, éréscsoportonként 200 kg ha^{-1} -os N-műtrágyaszintnél volt a legmagasabb a termés, a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva. Igazolódtak BERZSENYI et al (1986) megállapításai, miszerint a N-műtrágyázásra a kukorica elsődlegesen a termés növekedésével reagál, és másodlagosan a fehérjetartalom növekedésével.

NAGY (2010) szerint, ha a kukoricát monokultúrában termesztik, a trágyázásáról és növényvédelméről maradéktalanul gondoskodni kell. A trágyaadag nagyságát elsősorban a termőhelyi viszonyok, a vízellátás, valamint a hibridek igényei befolyásolják.

SZÉLL et al. (2010) talajvizsgálati eredményei szerint műtrágya nélküli termesztéssel, vagy kevés műtrágya használata esetén a talajunk tápanyag készletét zsaroljuk. A túlzó mennyiségű nitrogén műtrágya ($280 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N-hatóanyag}$) használatával viszont az altalajunkat NO_3^- nitrogénnel szennyezhetjük.

NAGY (2010) szerint rendkívül kedvezőtlen, hogy a szervesztrágya-felhasználás is a korábbi 22–24 millió tonna/év felhasználásról 3–4 millió tonna/év felhasználásra esett vissza. Hazánkban mindezek következtében a tápanyagmérleg negatív, a terméssel kivont tápanyagnak csak a 60%-át juttatják vissza, ennek következtében a talajok termékenysége folyamatosan csökken.

3.3. A tápanyagellátás és a vetésváltás közötti kapcsolat értékelése

Ennek a két termelési tényezőnek az összefüggése már régen foglalkoztatja a mezőgazdasági kutatókat. Számos olyan új tényezőt sikerült a kutatóknak már felismerniük, amit a köztermesztésben átvéve, pozitív változást hozott a termesztésben. A kutatásoknak azért nem szabad soha megállnia, mert a gyakorlati szakemberek számára ez az egyetlen fejlődési út a rentábilisabb termelés eléréséhez.

BERÉNYI et al. (2007) elemezve a 2004., 2005. és a 2006. éveket arra a megállapításra jutott, hogy a vetésváltás illetve a tápanyagellátás a legerősebb tényező volt a kukorica termésére.

BOCZ (1976) véleménye szerint a N érvényesülését a talaj tulajdonságain, a növényfaj és – fajta sajátosságain kívül főleg az ökológiai tényezők szabják meg.

NAGY (2007) kutatása GYÖRFFY (1976) munkáját igazolja, mivel az eredmények rámutatnak arra, hogy a műtrágya reakció mellett figyelembe kell venni a természetes tápanyag hasznosító képességet.

BOCZ (1976) is úgy vélekedik, hogy a környezeti adottságok közül a műtrágyák érvényesülését az egyes évek időjárása, vízellátottsága jelentősen befolyásolják.

NAGY (2007) kutatása során egyetért BOCZ (1976) munkájával, a műtrágyák hatóanyagainak, – első helyen a nitrogénnek – a hasznosulásánál a vízellátottság játszik kiemelkedő szerepet.

JOVANOVIC et al. (2007) kutatásai alapján arra a megállapításra jutott, hogy a vetésváltás növelte a kukorica termés mennyiségét 19%-kal, a monokultúrás kukoricatermesztéshez képest. Kutatásai során eltérő vetésváltásokat használt, különféle növekedést tapasztalt a

monokultúrához viszonyítva: 12%, 22%, és 22%, terméstöbblet kukorica-búza, kukorica-szója és kukorica-búza-szója váltásban.

NAGY (2007) a korábbi munkáiban azt tapasztalta, hogy a növény vízellátottsága a csapadékmennyiség mellett az alkalmazott agrotechnika, talajművelés, trágyázás, öntözés, és tőszám függvénye.

SÁRVÁRI (2010) szerint a vetésváltásnak kiemelkedő szerepe van a tápanyagellátáson kívül az amerikai kukoricabogár lárvája elleni védekezés szempontjából is. Kedvező hatása van továbbá a harmonikus NPK műtrágyázásnak, az optimálisnál nem nagyobb növényesűrűségnek is.

BERZSENYI (1996) szerint a trágyázási kezelésekre szignifikáns volt az évjárat és a vetésforgó hatása. A kísérleti adatokból arra lehet következtetni, hogy az istállótrágyázás és a növényi maradványok (kukoricaszár, búzaszalma) visszajuttatása NPK kiegészítéssel a kukoricatrágyázásnak hatékony módszere. Az istállótrágyázás egyúttal fokozza a termésstabilitást is.

NAGY (2007) elfogadja KÖNNICKE, KISMÁNYOKI, RUZSÁNYI véleményét, miszerint a talaj szakszerűbb és sokoldalúbb használata vetésváltásos termesztés esetén jobban biztosított, mint monokultúrában, amely a tápanyagait és vízkészletét egyoldalúan használja.

HUZSAI et al. (2007) szerint a trágyázás egyértelműen növeli a talaj nitrát és nitrit tartalmát. Vetésváltásban a nem trágyázott parcellákon alacsony, 5-7 ppm, a 120 N kg/ha parcellákon közel háromszor ennyi, 17-21 ppm a nitrát és nitrit tartalom.

SÁRVÁRI et al. (2006) véleménye szerint a kukoricatermesztésben, az utóbbi időben felértékelődött a vetésváltás jelentősége, Kedvező vetésváltás és megfelelő tápanyag ellátás esetén 15 év átlagában trikultúrában (borsó – búza – kétszer kukorica) 11,4 t/ha, bikultúrában (kétszer búza – kétszer kukorica) 10,1 t/ha, míg monokultúrában 9,8 t/ha terméseredményt sikerült elérniük kísérleti körülmények között.

Ezt bizonyítja, hogy a vetésváltás a műtrágyázás hatékonyságát nagymértékben befolyásolja, továbbá bizonyítja a harmonikus tápanyag visszapótlási jelentőségét.

SÁRVÁRI et al. (2010) pár év elteltével a következő következtetéseket állapította meg. Kedvező vetésváltásban, trikultúrában (borsó – őszi búza – kukorica – kukorica) 20 év átlagában 1,58 t ha⁻¹-ral, bikultúrában (őszi búza – kukorica – kukorica – őszi búza) 1,25 t ha⁻¹-ral nagyobb termést kaptak a monokultúrában termesztett kukoricához viszonyítva. A vetésváltás a kukorica termésstabilitását is nagymértékben befolyásolta. Kedvező és

kedvezőtlen években egyaránt trikultúrában a legstabilabb a kukorica termése, ugyanakkor a környezeti feltételek javulásával szintén a trikultúrás kukorica képes a legnagyobb – akár 18 t ha⁻¹ – terméseredményre. A vetésváltás egyik fontos kérdése az őszi szántás szerepe. NAGY (2007) debreceni tartamkísérleti kutatási eredményei azt bizonyítják, hogy csernozjom talajon – legalább átlagos csapadékelátottság esetén – az őszi szántás trágyázás nélkül, vagy kis trágyaadagok használata esetén, segítve a talaj tápanyagainak feltárását, számottevően növeli a kukorica termését.

3.4. Az évjárat hatása

BERZSENYI (1993) véleménye szerint a száraz és csapadékos években a csövenkénti szemszámot összehasonlítva megállapítható, hogy száraz években N-műtrágyázás nélkül a szemszám nagyobb mértékben, 28,6 %-kal csökkent, a csapadékos évekhez viszonyítva. A N-műtrágyázás hatására a száraz években a szemszám kisebb mértékben (8,2-10,3 %) csökkent a csapadékos évek azonos trágyakezeléseihez viszonyítva.

BERÉNYI et al. (2007) vizsgálata alapján a legnagyobb többletet a műtrágyák hatása mellett nyilvánvalóan a kedvező 2004. évjárat hatása okozta.

NAGY (2007) előző több évtizedes kutatási eredményei azt mutatják, hogy a kukoricahibridek műtrágya reakciójára jelentősen hat az évjárat – ezen belül elsősorban a csapadék.

ÁRENDÁS (2007) vizsgálatai is jól mutatják az évjárat milyenségét, a legutóbbi nyolc év, az 1999-2006 közötti periódus Martonvásáron mért főbb meteorológiai paraméterei alapján. Igazolódik a régi tapasztalat, mely szerint a nincsen két egyforma év.

BERZSENYI et al. (1994) kutatása rávilágít az évjárat jelentős hatására is, amely megnyilvánul a szemtermés nagyságában, továbbá a maximális szemtermést meghatározó optimális növényzámban. A kísérletben mért adatok alapján a csapadékos évjáratok átlagában a maximális szemtermés 8,21 t ha⁻¹, ezzel szemben száraz évek átlagában a szemtermés 6,65 t ha⁻¹ volt.

DANG QUOC LAP et al. (1993) kutatásaik alapján a száraz évjárat oly mértékben limitálta a biomassza produkciót, hogy a hibridek növényzám- és műtrágya reakciója egyáltalán nem tudott érvényre jutni. Különösen nagymértékű volt a termésredukció a száraz 1990. évben.

NAGY (1996) szerint az évjáráthatás miatt az aszályos években a terméskülönbség valamivel kisebb, azonban kedvező csapadékellátottság esetén a kukorica tavaszi szántásban 1-1,4 t ha⁻¹-al termett kevesebbet, mint az őszi szántásban.

Szerinte őszi szántásban az évjáratok közötti különbség kisebb (0,6 t/ha), a terméstöbblet aszályos évben 3,1 t ha⁻¹, átlagos csapadékellátottság esetén 3,7 t ha⁻¹.

JOVANOVIC et al. (2007) szerint a kukorica vetésváltásnak hatása a kukorica termésére különleges volt az évjáratnak köszönhetően. Nem volt szignifikáns különbség a monokultúrás, illetve kukorica-búza termése között a 1998., 2001., valamint a 2003. évben.

NAGY (2010) érdekes megállapítást tesz: az éves csapadékösszegek alapján kalkulálva szembetűnő, hogy a csapadékoság növekedésével nem feltétlenül nő a termés, ezt az „anomáliát” egyfelől a referencia-időszak és a kukorica tenyészidejének különbözősége, másfelől pedig a viszonylag alacsony esetszám (n=17) figyelembevétele okozza.

LENTE et al. (2009) vizsgálati eredményei alapján arra a következtetésre jutott, hogy az évjárat vízellátottsága, mint abiotikus stressz tényező volt a legnagyobb hatással a kukorica termésére, valamint meghatározta az optimális tőszámot és trágyaadagot.

NAGY (2010) szerint az évjárat hatása a jövőben a Kárpát-medencére vonatkozó éghajlat változási előrejelzések szerint az aszályos időszakok és a hőmérsékleti szélsőségek előfordulásának valószínűsége emelkedni fog a jövőben.

PROKSZÁNÉ et al. (1995) szerint az eltérő évjáratokban a kukorica hibridek a N adagok növelésére eltérő termésnövekedéssel reagáltak.

BERZSENYI (1996) kispárcellás vizsgálataiból szignifikáns különbségeket mutatott ki a N-műtrágyakezelések között, valamint az eltérő évjáratok összehasonlításában.

NAGY (1995b) munkája során egyetért BOCZ (1968) valamint DEBRECZENI és DEBRECZENINÉ kutatásaival (1983), szerintük különösen aszályos évjáratban jelentős a tényezők reakciója, kukoricatermesztésben a vízellátás, illetve a műtrágya meghatározó szerepe csökken.

PEPÓ (2009) kutatásai szerint száraz évjáratban a vetésváltás igen jelentős hatást gyakorolt a kukorica termésére, míg kedvező évjáratban ez a hatás mérsékelt volt (a monokultúrához viszonyított terméstöbblet bi- és trikultúrában 3390–3862 kg ha⁻¹, ill. 350–150 kg ha⁻¹. Aszályos évjáratban az öntözés maximális terméstöbblete 4270 kg ha⁻¹ (mono-), 3264 kg ha⁻¹ (bi-) és 2681 kg ha⁻¹ (trikultúra) volt.

SÁRVÁRI et al. (2005) szerint a globális felmelegedés következtében a jövőben még nagyobb gondunk lesz a vízhiány, amely akár a növénytermesztés szerkezetén és a termesztéstechnológián történő változtatást is szükségessé teheti.

NAGY (2007) véleménye szerint az időjárás - mivel szabályozza a termőhely hő és nedvességellátottságát - hatással van a talajban lejátszódó anyagátalakulásra, a növények növekedésére, tápanyagfelvételére, így a trágya érvényesülésére is (FEHÉR 1954, FEKETE et al. (1967), BOCZ (1976), LÁNG et al. (1983), BICZÓK et al (1988), FILEP (1988), NAGY (1988), SZÁZ (1988), HOLLÓ (1993), JOLÁNKAI (1993), RUZSÁNYI ÉS PETŐ (1993), HALL et al. (1994).

SZÉLL et al. (2010) eredményei alapján a műtrágyázott parcellák termésadatai is azt igazolják, hogy még a jó vízellátottságú talajon is jelentős évjáráthatással kell számolnunk.

PEPÓ et al. (2007) véleménye szerint a csapadékkal jól ellátott évben az elővetemény hatás mérsékeltebb volt, mint szárazabb évjáratban, azonban így is markáns hatás mérhető.

VÁNYINÉ et al. (2010) kutatásai szerint, a kukorica termésmennyiségének alakulásában az optimális vetésidő megválasztása, – különösen száraz években – döntő jelentőségű a megváltozó körülményekhez való alkalmazkodásban.

NAGY (2009) kutatásai alapján a száraz, aszályos évjáratban (2007. év) a termés az optimális vetésidőben volt szignifikánsan a legnagyobb (6111 t ha^{-1}). A kedvező vízellátottságú évjáratban (2008. év) a korai vetéssel érték el a nagyobb terméseredményt (8910 t ha^{-1}), az eltérő vetésidőpontok terméseredményei között azonban nem volt szignifikáns különbség.

Az évjáráthatása mellett fontos tényező a vetés ideje is, amivel az évjárat káros hatását lehet csökkenteni.

Kijelenthető, hogy az évjárat hatása egy meghatározó tényező, mivel a tápanyag hasznosulásra nagymértékben hat. Várhatóan a következő években ez a tendencia nem fog megállni, ami nagy akadályokat gördít a mezőgazdaságból élők számára. Sajnálatos tény viszont, hogy a szélsőséges időjárási elemek egyre nagyobb valószínűséggel jelennek meg hazánkban is, gondoljunk csak elmúlt évek csapadékos nyaraira.

Emellett sajnos jelentős az emberi tényezőkből eredő károkozás. Terméscsökkenés következett be a kukoricánál is, mivel nem figyeltek oda kellőképpen a növényvédelemre, a talajművelést nem hajtották végre megfelelően, valamint az agrotechnikai elemeket nem optimálisan alkalmazták.

Megoldás lehet az aszályos években, ha okszerű vetésváltással, megfelelő agrotechnika mellett, alkalmazkodóbb tulajdonságú növényfajtákat választunk ki. Azonban kijelenthető, hogy a magyarországi termesztési feltételek összességében kedvezőek a sikeres kukoricatermesztéshez.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kísérlet helye, a kísérleti parcellák talajtulajdonságai

A vizsgálatokat a 2007-2010. években végeztem a Debreceni Egyetem AGTC KIT Látóképi Kísérleti Telepen végzett kutatások alapján. Látókép a 33. számú út mellett helyezkedik el. A kísérleti telep, valamint annak a környéke síknak tekinthető. Genetikailag terület talaja a mészlepedékes csernozjom csoportba sorolható. A talaj a IV. vízgazdálkodási osztályba tehető, ez a csoport vízbefogadó képessége alapján a közepes vízgazdálkodási csoportba sorolható be. A diszponibilis víz nagysága a vízkapacitásnak körülbelül az 50%-át foglalja magába. A vízkapacitási érték a talaj egy méteres mélységéig 275 mm, illetve egy és két méteres mélység között ez az érték 265 mm. A talajvíz mélysége körülbelül 3-5 méter között szokott változni, a talajvíz tartós esőzések hatására sem emelkedik a két méternél magasabbra. A kísérletben 3 vetésváltási rendszert alkalmaztunk a Ruzsányi-féle kísérletben, amelyek a következők voltak: monokultúra (kukorica), bikultúra (kukorica-búza), trikultúra (kukorica-búza-borsó).

2. táblázat: Ruzsányi Professor Úr által beállított kísérlet elrendezése

				2
4	3	5	1	
5	4	2	3	1
3	5	1	2	4
1	2	3	4	5

A kísérletben öt különféle tápanyagszintet alkalmaztunk (2. táblázat). A kontroll parcellákban nem alkalmaztunk műtrágyázást (1). A 2-5. parcellákon eltérő műtrágyaadagokat juttattunk ki:

- (2) $N_{60}P_{45}K_{45}$
- (3) $N_{120}P_{90}K_{90}$
- (4) $N_{180}P_{135}K_{135}$
- (5) $N_{240}P_{180}K_{180}$

A tápanyagszintek ($N_{60}P_{45}K_{45}$) hatóanyaggal növekedtek a kísérletben. A következő táblázat szemlélteti az előbbieket (3. táblázat):

3. táblázat: A kijutatott műtrágya hatóanyagai tápanyagszintenként

Kezelések típusai	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
1. kezelés	0	0	0
2. kezelés	60	45	45
3. kezelés	120	90	90
4. kezelés	180	135	135
5. kezelés	240	180	180

Forrás: saját adatok

A területen a vetésváltás, illetve műtrágyaadagok kijuttatása mellett minden vetésváltásban ugyanazok voltak az agrotechnikai műveletek. A kísérletben egységes agrotechnikai elemeket alkalmaztak a vetésváltási típusokban.

A talajművelés minden kísérlet esetében ugyanúgy zajlott, a monokultúras kukorica betakarítása után egy tarlóhántás következett, míg a bi-, és trikultúra esetében első számú szempont a gyomosodás mértéke volt, ha elérte a kritikus szintet azután következett a tarlóhántás.

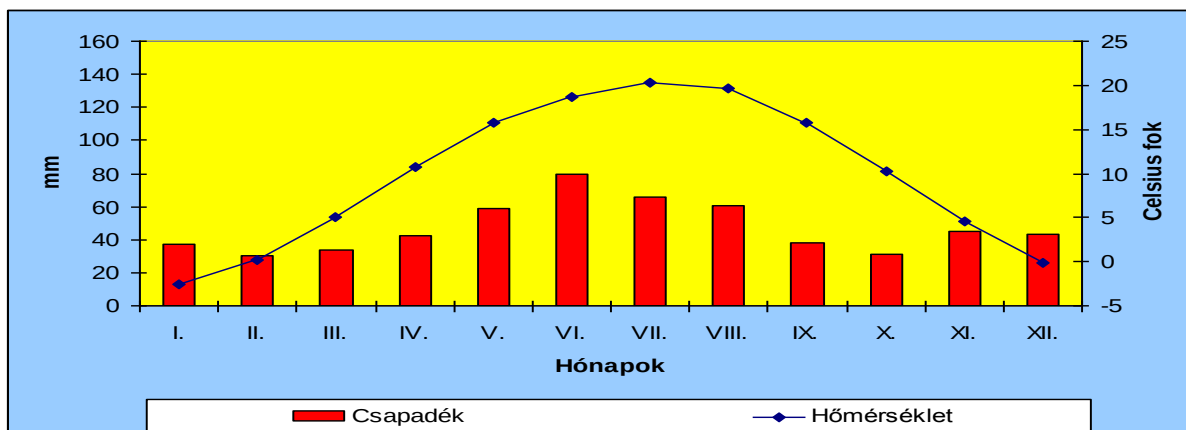
Az őszi időszakban szórták el kézzel a kijelölt műtrágya mennyiséget parcellánként. Ezt követően őszi szántás következett, 32-34 cm mélyen.

Ezt követően tavasszal szántáselmunkálás következett, amit germinátorral hajtottak végre a telep dolgozói. A vetést megelőzően magágy készítés történt. Minden évben végeztek talajfertőtlenítést, a teflutrin hatóanyagú Force 1,5 G mikrogranulátummal, amit 12 kg ha⁻¹-os dózisban juttattak ki.

A gyomok ellen pre- illetve posztemergens szereket használtak, illetve ha a vegyszeres kezelés nem volt megfelelő, mechanikai sorközművelést végeztek a területen.

4.2. A kísérlet telep 30 éves meteorológiai adatai

A 4. ábrán a Látóképi Kísérleti Telep 30 éves csapadék és hőmérsékleti átlagát láthatjuk havi bontásban. Megállapíthatjuk, hogy 30 év átlagában júniusban volt a legtöbb, illetve októberben hullott a legkevesebb mennyiségű csapadék. A hőmérsékleti maximum júliusra tehető, ilyenkor kedvezőtlen csapadék ellátottság mellett légköri aszály is jelentkezhet.



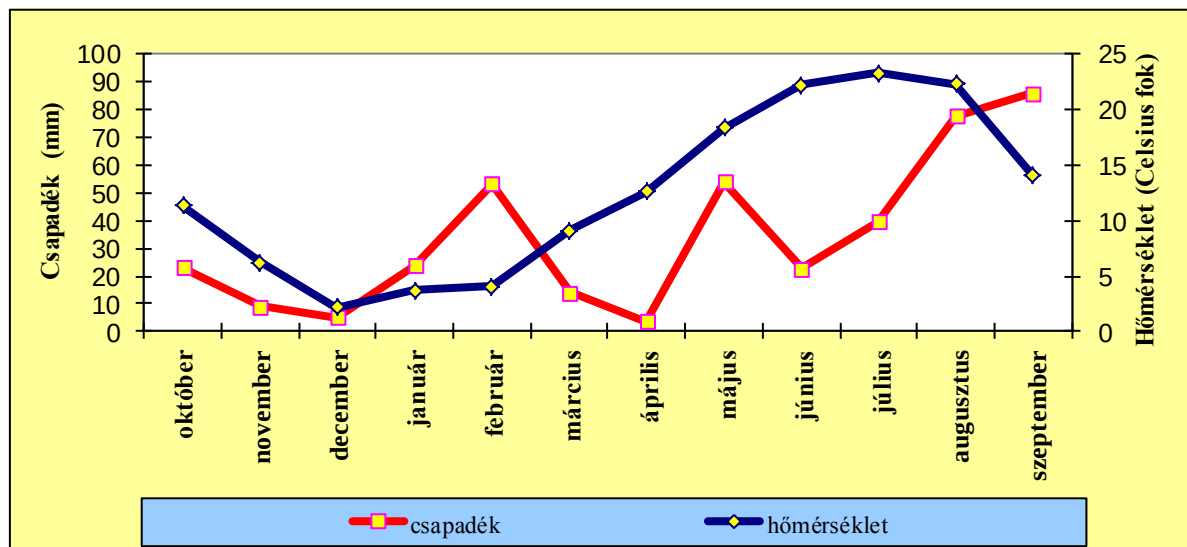
4. ábra: A kísérleti telep 30 éves hőmérséklet és csapadék adatai

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP

4.3. A 2007. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban

A csapadék és hőmérsékleti adatokat 2006 októberétől dolgoztam fel a 2007. év szeptemberéig. A 2007. évet száraz évek közé sorolhatjuk, mert a kritikus időben kevés mennyiségű csapadék hullott. Április hónapban mindösszesen 3,6 mm eső esett, ami negatívan befolyásolta a kukorica csírázását (5. ábra).

Összesen csak 412 mm csapadék hullott, aminek a jelentős része a vegetációs időszak végén esett. A kritikus hónapokban áprilistól májusig mindössze 80 mm, illetve azt követő két hónapban 117 mm csapadékkal gazdálkodhattak a növények. A 2007. évre jellemző volt a meleg nyári időjárás, amely normális feltételek mellett kedvező a kukorica számára.



5. ábra: A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása a 2007. évben

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007

Sajnos a meleg időjárás miatt a növények fejlődésnek indultak, azonban nem volt megfelelő mennyiségű víz a talajban, ami éreztette a hatását a tenyésztés később felében. Nagyobb mennyiségű csapadék hullott augusztusban 77,6 mm (4. táblázat), ami érdemi változást már nem okozott a kukorica állományban. A száraz év miatt a betakarítás hamarabb elkezdődött, a megszokott évjáratokhoz képest.

4. táblázat: A csapadék mennyiségének alakulása a 2007. évben

2007. évi csapadék átlagok (mm)												
okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	Összes
22,9	9,2	5	23,9	53,2	14	3,6	54	22,8	39,7	77,6	86,1	412
128,2						197,7						
						80,4		117,3				

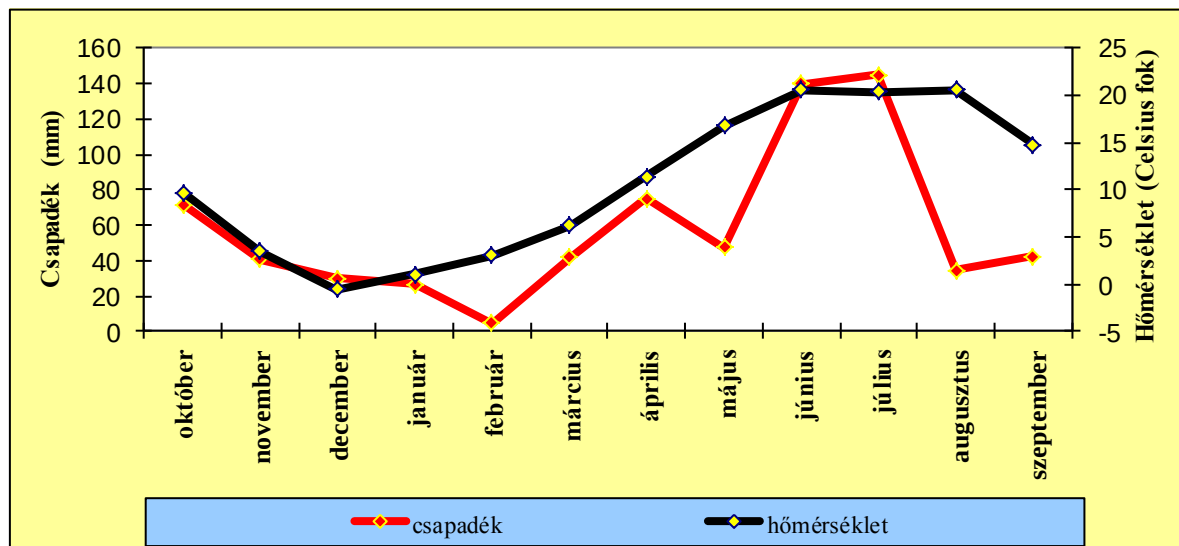
Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007

4.4. A 2008. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban

A 2008. év időjárását látjuk a 6. ábrán. A 2008. évet kiválóan tekinthetjük az időjárás szempontjából, mert a kukorica termesztéséhez megfelelő csapadék és hőmérséklet állt rendelkezésre. A vizsgált periódusban a csapadék mennyisége októbertől szeptemberig 698 mm nagyságú volt, amely a 2007 évhez képest nagy mennyiségű csapadéknak tekinthető.

Egy aszályos évet (2007) egy csapadékosabb év (2008) követett. A téli hónapokban jelentős mennyiségű csapadék hullott Látóképen. Októbertől márciusig a csapadék mennyisége 215 mm volt (5. táblázat).

A csapadék mennyiség nagyobb része elraktározódott, ami igen kedvezően hatott a kukorica fejlődésére a vetést követően. Az év következő részében is kedvezőnek tekinthetjük a csapadék nagyságát, egyedül május hónapban volt kevesebb csapadék, ami a fő növekedési időszaka a kukoricának.



6. ábra: A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása a 2008. évben

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2008

Augusztusban ez a tendencia változott, mert az eddigi bőséges csapadékelátottság megváltozott. Egész augusztusban csak 35 mm eső hullott, ami alulmúlta az átlagos csapadék mennyiséget (60,7 mm).

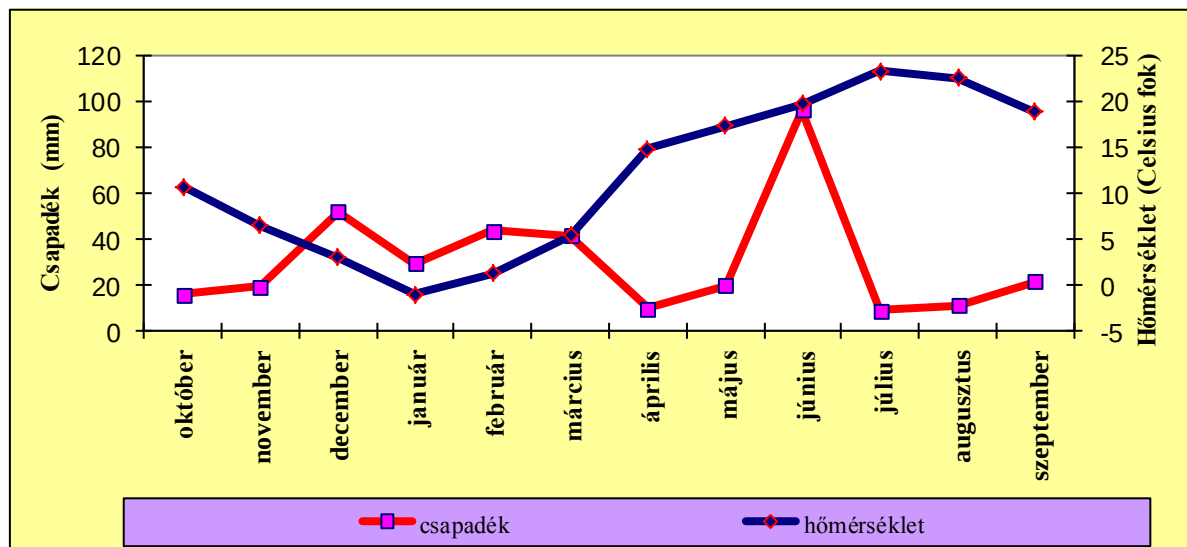
5. táblázat A csapadék mennyiségének alakulása a 2008. évben

2008. évi csapadék átlagok (mm)												
okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	Összes
71,4	40,9	29,8	26,4	4,6	41,7	74,9	47,6	140,1	144,9	34,2	42,2	698,7
214,8						441,7						
						262,6						

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2008

4.5. A 2009. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban

A 2009. évi tenyészidőszak végéig nagyon kevés csapadék hullott; októberben, valamint novemberben is kevesebb, mint 20 mm csapadék volt. Októbertől szeptemberig a csapadék mennyisége nem haladta meg a 400 mm-t. A tenyészidőszakban mindösszesen 147 mm csapadékot mértünk Látóképen.



7. ábra: A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása 2009. évben

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2009

Ez a tendencia folytatódott a következő hónapokban is, a csapadék mennyisége szélsőséges maradt. A hőmérséklet a téli időszakban egészen enyhe volt, azonban a 2009. év tavaszán az átlaghőmérséklet alacsony volt. Ezt követően egy dinamikusabb felmelegedés következett, a júliusi átlaghőmérséklet 23,4 fok volt.

Április hónapban volt a legkevesebb csapadék (9,9 mm). Márciusban azonban ennek a mennyiségnek a négyszerese hullott, így komoly probléma nem lépett fel a magágykészítés műveleténél.

A júliusi kevés csapadék mennyiséget megsínylette a kukorica, mivel csak 9,2 mm (6. táblázat) csapadék hullott. A rendkívül meleg augusztusban, a csapadék hasonlóan a júliusához, alig volt 11,3 mm.

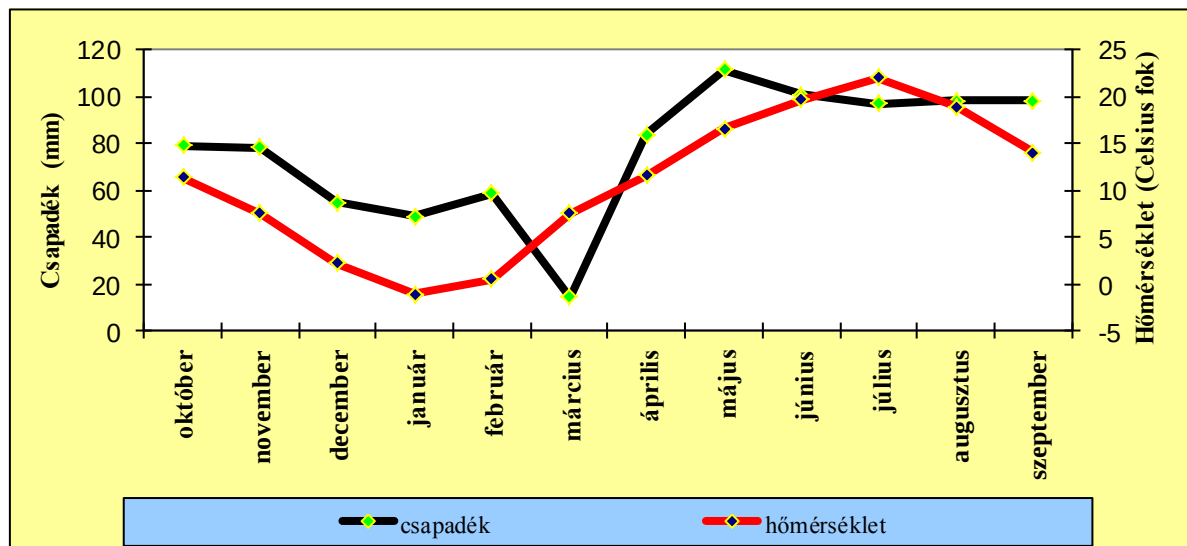
6. táblázat: A csapadék mennyiségének alakulása a 2009. évben

2009. évi csapadék átlagok (mm)												
okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	Összesen
16,1	19,8	52,2	29,5	44	41,6	9,9	20,1	96,6	9,2	11,3	21,7	372
203,2						147,1						
						126,6				20,5		

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2009

4.6. A 2010. évi hőmérséklet és csapadék alakulása havi eloszlásban

A 2010. év csapadék mennyiségének nagysága miatt az extrém csapadékos kategóriába sorolhatjuk (8. ábra). A vizsgált időszakban, azaz októbertől szeptemberig, a lehullott csapadék mennyiség 924 mm volt. Ez a mennyiség ebben a régióban ritkának számít. Már a téli időszakban lehullott a vizsgált hónapok csapadékmennyiségének egyharmada.



8. ábra A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása 2010. évben

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2010

7. táblázat: A csapadék mennyiségének alakulása a 2010. évben

2010. év csapadék átlagok (mm)												
okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	Össz
79,3	78,3	54,9	48,8	58,6	14,4	83,9	111,4	100,9	97,2	98,3	98,4	924,4
334,3						491,7						
						296,2			195,5			

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2010

A legkevesebb mennyiség 14,4 mm nagyságú volt amely március hónapban esett (7. táblázat). Ezt követően minden hónapban a csapadék mennyisége közelített a 100 mm-hez, illetve meg is haladta azt. A vizsgált időszakban a legtöbb csapadék (111 mm) május hónapban esett. Hűvös év volt a 2010. év a kukorica számára, kedvezőtlenek voltak a hőmérsékleti tényezők. A vegetációs időszakban a lehullott csapadék mennyiség az 500 mm-hez közelített. Bizonyos években az éves csapadék mennyiség 500 mm volt. A 2007. évben októbertől - szeptemberig vizsgált időszakban csak 412 mm csapadék hullott. Ez az év bővelkedett csapadékban, ami sok problémát okozott a betakarítás alkalmával.

4.7. Az eredmények értékelésének módszere

A kapott adatokat főleg a *Microsoft Excel*[®], illetve *SPSS for Windows 13.0* programok segítségével tudtam feldolgozni. Az eredmények statisztikai értékelésénél kéttényezős variancia analízist alkalmaztunk. A trágyázás és a vetésváltás termésre gyakorolt hatását regresszió analízissel kaptam meg.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. A kukorica termesztés-technológiájának agrotechnikai tényezői

A kukorica monokultúrás termesztésének negatív hatásai évről évre markánsabban jelentkeznek, mivel a talajból történő jelentős víz- és tápanyagfelvétel miatt kedvezőtlen körülmények alakulnak ki, és a talajművelésben is nehézségek lépnek fel. Felszaporodnak a sok gazdasági kárt okozó állati kártevők, amelyek a következők lehetnek:

- gyapottok-bagolylepke
- kukoricamoly,
- a kukoricabogár

Ezek az állati kártevők számos problémát idéznek elő a kukorica növekedése során, amelyek ellen védekezési lehetőségek a következők:

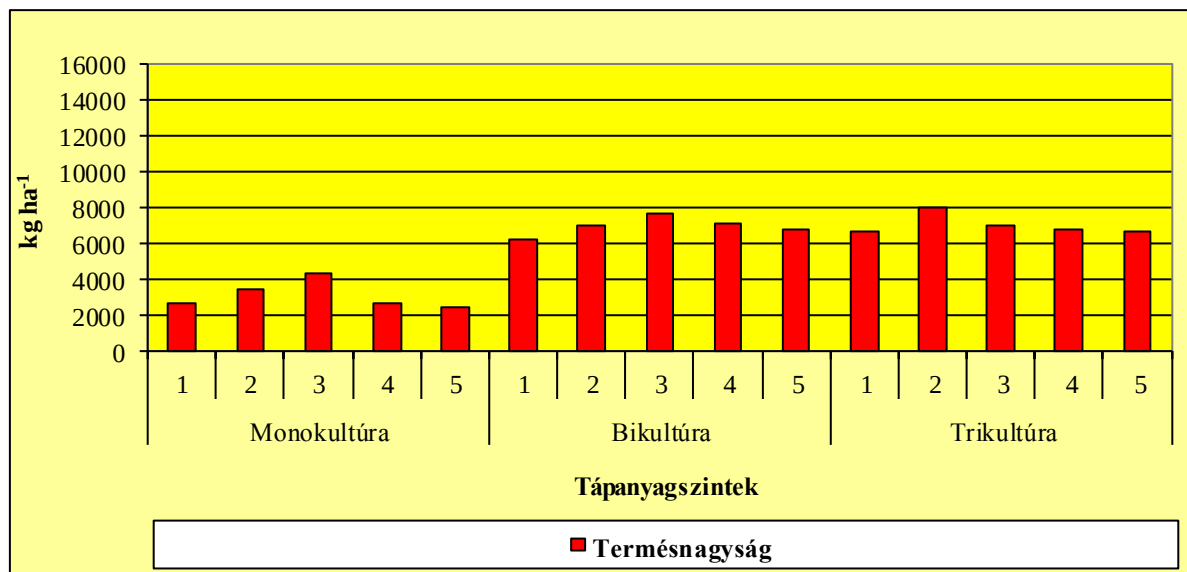
- szakszerű növényvédelem
- optimális tőszámválasztás
- megfelelő mennyiségű tápanyagellátás

A felsorolt tulajdonságok többlet ráfordítás nélkül alkalmazhatók. A kukoricatermesztők a vetésváltási rendszert alkalmazzák az állati kártevők, valamint a gyomnövények visszaszorításában. Azonban sokan, annak ellenére, hogy tudják, a monokultúrás kukorica milyen veszélyeket rejt magában, nem alkalmaznak vetésváltást.

5.2. A vetésváltás értékelése

5.2.1. A 2007. év vetésváltásának értékelése

Az adatok alapján összehasonlítottam a 2007. év mono-, bi-, és trikultúra közötti termés különbségeket. A kapott adatokból egyértelműen látszott, hogy különböző vetésváltások között mekkora eltérések vannak évjáráttól, tápanyag ellátástól függetlenül.



9. ábra: 2007. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása a terméseredmények alapján

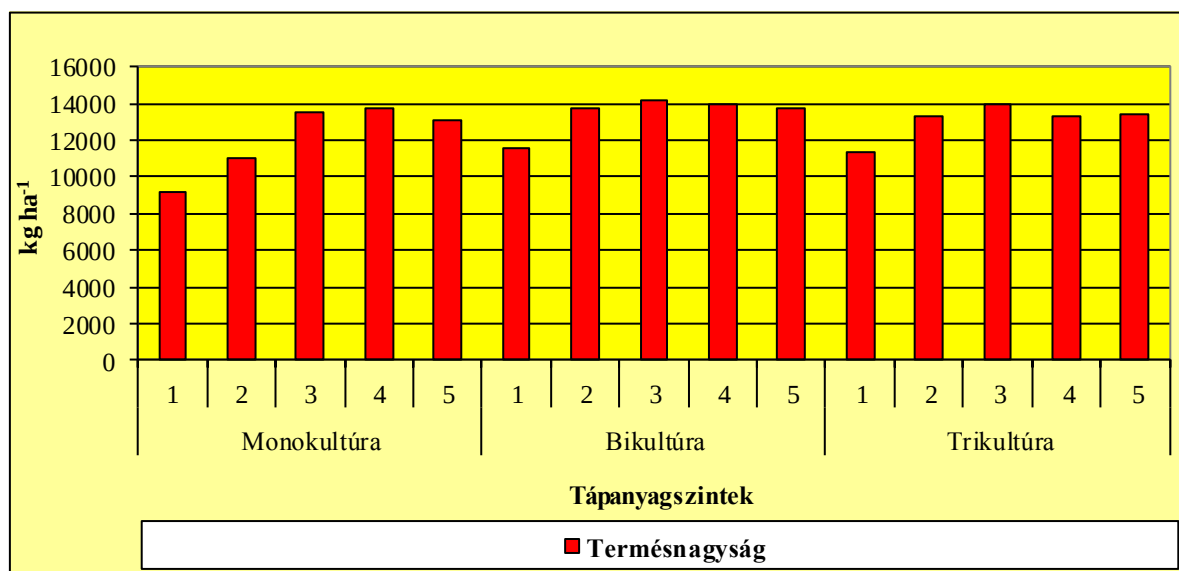
Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007

A legkevesebb termést a monokultúra adta, kiemelkedő volt a többihez képest a 3. ($N_{120}+PK$) tápanyagszint termése (4316 kg ha^{-1}). A monokultúrában a legkevesebb termést az 5. tápanyagszinten kaptuk (1990 kg ha^{-1}). Ennél a termésátlagnál már jóval többet termelt a bikultúra, ahol a kukorica előveteménye a búza volt. A monokultúra 3. tápanyagszintjét hasonlítva a bikultúra 3. tápanyagszintjével ($N_{120}+PK$) 3390 kg ha^{-1} terméskülönbséget kaptam. Érdekes, hogy a trikultúra jóval több termést hozott, mint a monokultúra. A trikultúra 2. tápanyagszintje ($N_{60}+PK$) adta a 2007. év legnagyobb termését, (7998 kg ha^{-1}). A monokultúrában a legnagyobb termésmennyiség a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) 4316 kg ha^{-1} volt. A trikultúrában olykor még kevesebb termést kaptunk mint a bikultúrában. A bikultúra 2. tápanyagszintje ($N_{60}+PK$) hozta a legnagyobb termést, (7706 kg ha^{-1}) volt, amit a trikultúra 2. tápanyagszintje 298 kg ha^{-1} -al haladt meg. A bikultúra 5. tápanyagszintje ($N_{240}+PK$) 199 kg ha^{-1} -al adott több termést mint a trikultúra 5. tápanyagszintje. Ez az év a kukorica termesztés szempontjából igen száraz év volt, amit a termés adatok is mutattak (9. ábra).

5.2.2. A 2008. év vetésváltásának értékelése

A 2008. évet a kukorica termelés szempontjából kedvező tényezővé tekinthetjük, mivel a növények számára a csapadék bőségesen állt rendelkezésre. A vetésváltás jelentősége a kedvező időjárási viszonyok miatt nem olyan markánsan jelentkezett, mint a 2007. évben,

ahol a vetésváltásnak jóval nagyobb hatása volt. Átlagos évekhez képest a vetésváltásnak jóval kedvezőbb hatása volt (10. ábrán).



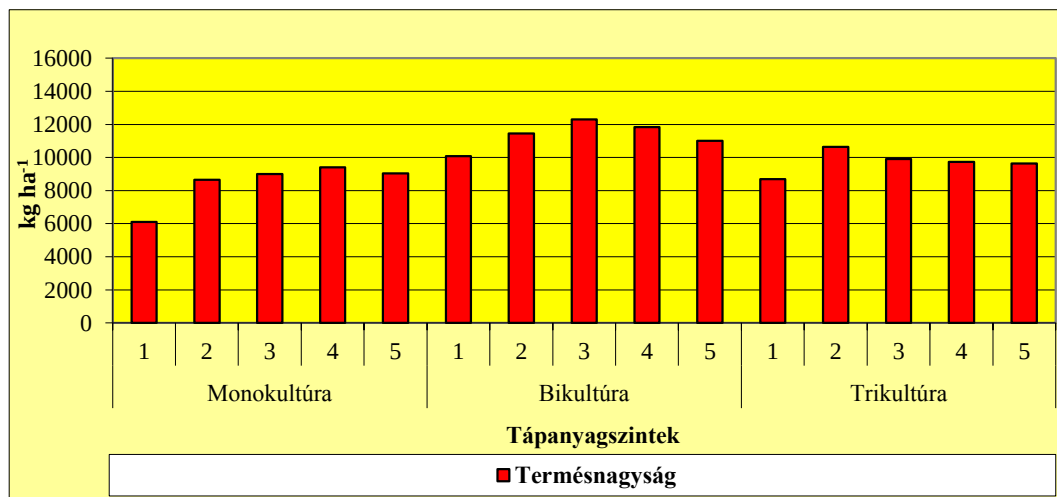
10. ábra: 2008. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása terméseredmények alapján

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2008

A 12. ábrán szembetűnő, hogy nincsenek nagy szélsőségek, a tápanyagszintek közötti eltérések viszont mutatják, hogyan reagáltak a növények a kijutatott mennyiségekre. A legkevesebb termést, átlagban a monokultúra hozta, ahol markáns különbségek vannak a kontroll, illetve a tápanyagszintek között, a többi vetésváltási típushoz képest. Minden egyes vetésváltási rendszerben a 3. tápanyagszintnél ($N_{120}+PK$) majdnem ugyanannyi termést kaptunk, ami körülbelül 13500-14200 kg ha⁻¹ intervallumban mozgott. Monokultúrában a legnagyobb termést a 4. tápanyagszinten (13787 kg ha⁻¹) kaptuk, bikultúrában a 3. tápanyagszinten (14137 kg ha⁻¹), és a trikultúrában szintén a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) (13987 kg ha⁻¹) realizáltunk. A kapott eredményt egyértelműen az évjárat pozitív hatása okozta, mivel megfelelő mennyiségben állt rendelkezésre csapadék a kedvező klimatikus tényezők mellett. A vetésváltás pozitív hatása a kedvező feltételek miatt nem tudott olyan markánsan megmutatkozni, mint szárazabb, kedvezőtlen körülmények között.

5.2.3. A 2009. év vetésváltásának értékelése

A 2009. év vetésváltásának az értékelését a 13. ábra mutatja be. A 2009. év termesztési adottságai nagyban eltértek az előző évekhez képest, mivel jóval kevesebb csapadék hullott, aminek következtében a feltételek kedvezőbbek voltak. Ebben az évben a csapadék mennyisége jóval az optimális alatt maradt.



11. ábra: 2009. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása terméseredmények alapján

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2009

Az aszály következtében a növényeknél mind vegetatív, illetve generatív növekedésbeli problémák jelentkezték.

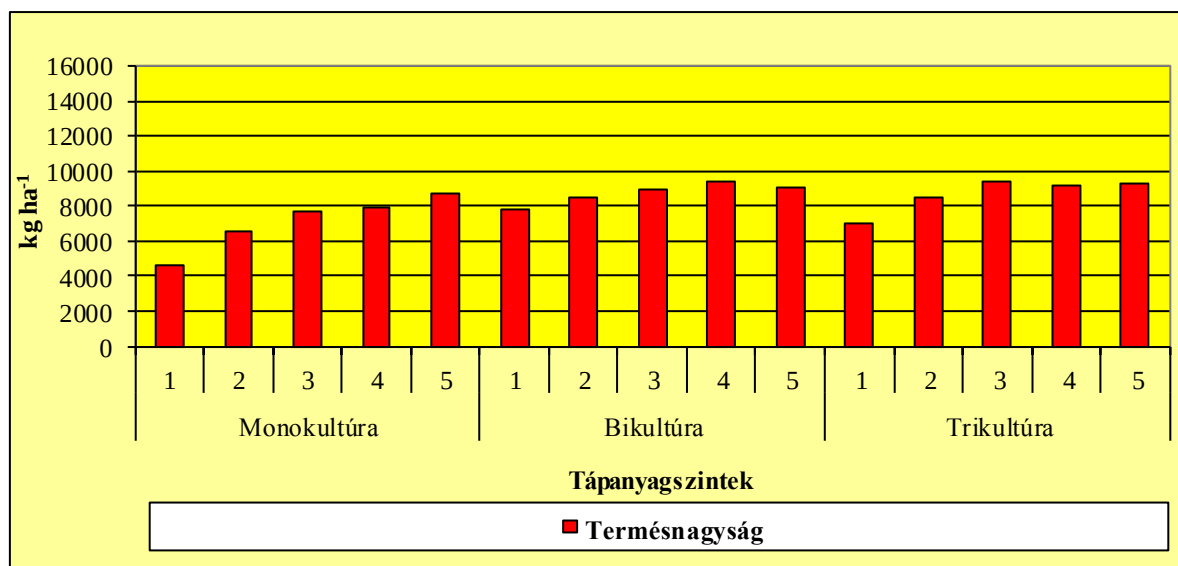
A csapadékhiány miatti különbségek jól érzékeltetik azt, hogy vetésváltások között csapadékszegény időszakban milyen hátrányok jelentkezhetnek. Ha összehasonlítjuk a mono-, és trikultúrát akkor szembetűnik a jelentős terméskülönbség. A trikultúrában a legnagyobb termést a 2. tápanyagszint adta ($N_{60}+PK$), ami 10641 kg ha^{-1} volt. A bikultúra terméseredményei jóval erősebben felülmúlták a trikultúra eredményeit. A 2009. évben a legtöbb termést a bikultúra 3. tápanyagszintje ($N_{120}+PK$) adta, (12295 kg ha^{-1}) hasonlóan a 2008. évhez. A trikultúrában a 2. tápanyagszinten ($N_{60}+PK$) 10641 kg ha^{-1} termés volt a maximum. Az eredmények alapján megállapítható hogy aszályosabb, vízhiányosabb években célszerűbb a bikultúrát előtérbe helyezni szemben a mono-, ill. a trikultúrával (11. ábra).

5.2.4. A 2010. év vetésváltásának értékelése

A 2010. év erősen csapadékos évjárata hűvös nyárral párosult, ezért a termesztési feltételek nem voltak kedvezőek. A kapott eredmények azt mutatták, hogy a jelentős csapadék hatására az ősszel kiszórt műtrágya mennyiségek jobban tudtak hasznosulni, mint az előző években. A legtöbb termést minden vetésváltásban a 4. és 5. tápanyagszinten kaptuk, amely:

- monokultúrában 7800-8800 kg ha⁻¹
- bikultúrában 9000-9400 kg ha⁻¹
- trikultúrában 9100-9300 kg ha⁻¹

intervallumban mozgott.



12. ábra: 2010. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása terméseredmények alapján

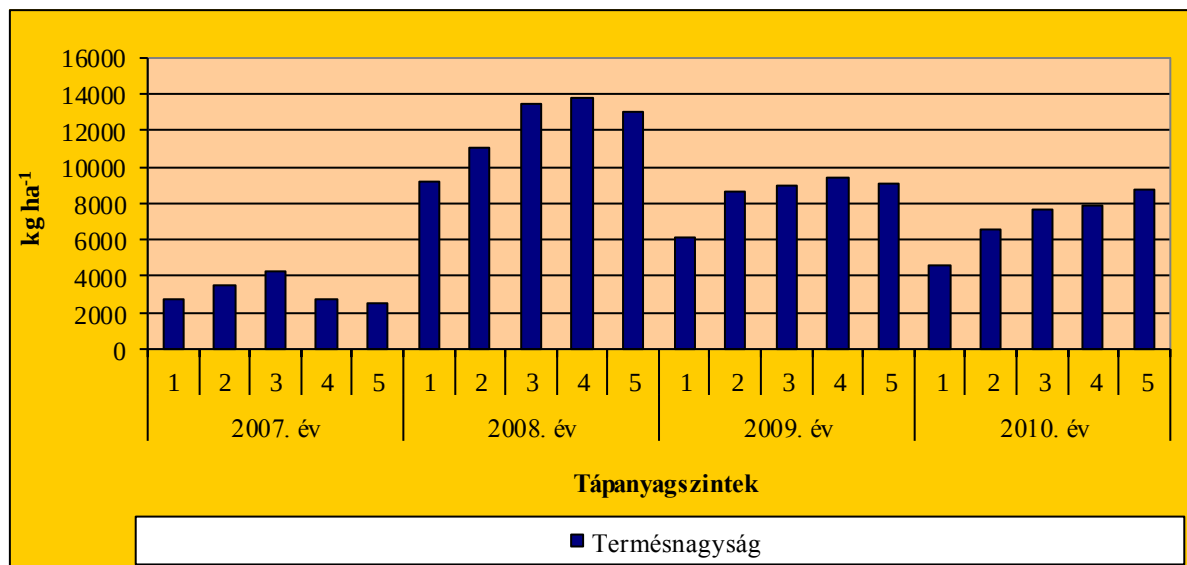
Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2010

Ebben az évben a termést legjobban limitáló tényező a kijuttatott műtrágya mennyiség volt. Az 5. tápanyagszinten N₂₄₀+PK mennyiségű műtrágyamennyiség lett kijuttatva a vizsgált években. Összehasonlítva a mono-, bi-, és trikultúra 5. tápanyagszintjét gyakorlatilag szinte megegyező termést kaptunk – kis különbségekkel – a vetésváltási rendszerek között. Monokultúrában 8726 kg ha⁻¹, bikultúrában 9006 kg ha⁻¹, illetve trikultúránál 9242 kg ha⁻¹ termést értünk el. A tápanyagszintek közötti különbségek minden vetésváltásban mutatják azt, hogy erősen csapadékos évben az egyik meghatározó a kijuttatott műtrágya mennyiség (12. ábra). A műtrágya dózis bikultúrában nem jelentős mértékben, de jobban hatott a termésre, mint a trikultúra esetében, ami valószínűleg a borsó elővetemény hatásának tudható be.

5.3. A vetésváltás együttes értékelése

5.3.1. A monokultúra hatása a kukorica termésére a vizsgálati években

A 13. ábra jól szemlélteti azt, amit már BERZSENYI (1993) valamint NAGY (2006) említenek munkáikban. Az évjárat hatása igen meghatározó termelési tényező az egyéb agrotechnikai elemek mellett.



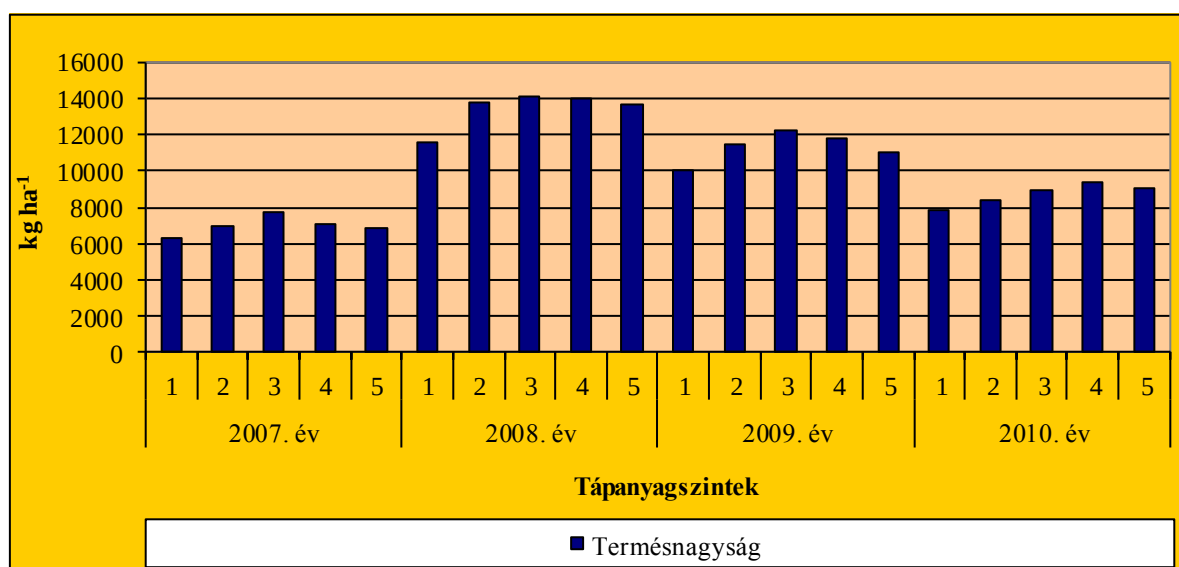
13. ábra: A monokultúra hatása a kukorica termésére a vizsgálati években

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007-2010

A kapott termésátlagokra csak az évenkénti időjárási tényezők voltak hatással. A monokultúras vetésváltási típusban minden évben ugyanazokat az agrotechnikai műveleteket végeztük. A tápanyagszintekre az évenként eltérő klimatikus viszonyok hatottak, a tápanyagszintek terméseredményei eltérően reagáltak a vizsgált években az egységes termesztési technológia mellett. A kapott termésátlagokból egyértelműen kijelenthető, hogy a különböző vizsgálati évekre a kukorica hogyan reagált. A 2007. év volt a negatív rekord a vizsgálataim során, mert a legkevesebb termést ez az év adta. Ha visszagondolunk mekkora aszály sújtotta Magyarország ezen régióját is, könnyen megérhetjük a termés eredmények alakulását. A 2008. év igen kedvező volt, ebben az esztendőben minden feltétel kedvezett a kukorica termesztésének. A csapadék bőségesen állt rendelkezésre a vegetációs időszakban, a napsütötte órák száma optimális volt. A termésadatokból egyértelműen kijelenthető, hogy a kukorica mennyivel jobban preferálta ezt az évet, mint a 2007. évet. Ezt követően megint egy szárazabb év következett, de még ez az év is felülmúlta a 2007. évi terméseredményeket. A 2010. év egy szélsőségesen csapadékos évjáratnak tekinthető. Nagy mennyiségű csapadék hullott és hűvös volt a nyár, amit a kukorica nehezebben viselt el, ami a termés adatokból látszik, mivel a kukorica termése elmaradt a 2009. évi kukorica termés mennyiségétől.

5.3.2. A bikultúra vetésváltás hatása a kukorica termésére a vizsgálati években

A bikultúra vetésváltás kukorica termésére gyakorolt hatásait lázhatjuk a 14. ábrán. A termés mennyisége a klimatikus tényezők miatt jelentős mértékben változott. Összehasonlítva a monokultúra 4 év terméseredményeit, egyértelműen látszik, hogy bikultúra esetében a kapott termésátlagok jobban közelítenek egymáshoz és nincsenek olyan szélsőséges különbségek, mint a monokultúrárs termesztésnél.



14. ábra A bikultúra vetésváltás hatása a kukorica termésére a vizsgálati években

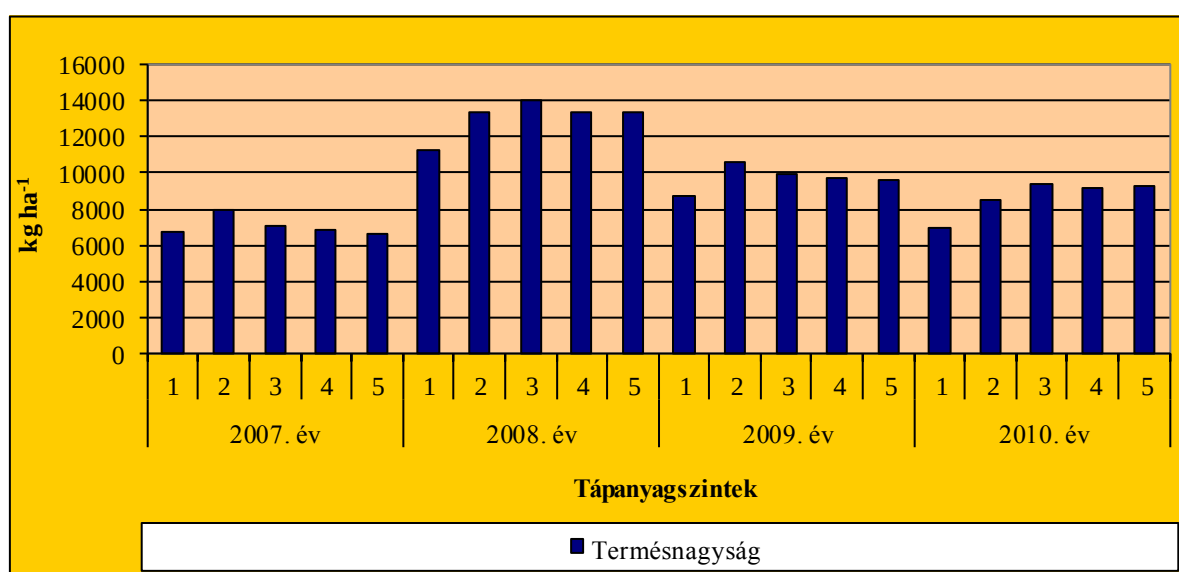
Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007-2010

A várható termésbiztonság a bikultúra esetében jóval nagyobb, mint a monokultúra esetében. A 2007. évi száraz, aszályos, kedvezőtlen körülmények a bikultúrárs termesztésnél sem hoztak rekord mennyiségű termést. A vetésváltással, talajműveléssel, növényvédelemmel számos káros tényező hatását tudjuk csökkenteni. A 2007. évben a csapadék 412 mm nagyságú volt. Ebben az évben a csapadékellátottság gyakorlatilag a legrosszabb kategóriába sorolható. A tenyészidőszak legfontosabb időszakaiban nem volt eső, például áprilisban, alig volt felvehető víz a növények számára. A csapadékhiány következtében a műtrágya reakciók sem tudtak olyan hatásokkal működni, mint normális csapadékú években. A 2008. évi adatok mutatják meg igazán mekkora termésbeli különbségek adódhatnak optimális körülmények között. Az utolsó vizsgált két év sem volt teljesen optimálisnak tekinthető, mivel az egyik száraz volt, míg a 2010. év extrém csapadékos. A kukorica egyiket sem preferálja, szereti a kiegyenlített feltételeket, ahol optimálisan rendelkezésére állnak a termelési feltételek.

5.3.3. A trikultúra vetésváltás hatása a kukorica termésére a vizsgálati években

A 15. ábra szemlélteti a 4 éves trikultúra eredményeit évekre lebontva. Az eddigi eredményekből kiderült, hogy a legtöbb termést a 2008. évben kaptuk, amikor a termesztési feltételek minden tekintetben optimálisak voltak.

Ezt a vetésváltási rendszert vizsgálva az eddigi 4 év nem feltétlenül hozott megfelelő eredményt. A trikultúrának számos előnye van, ami miatt érdemes ezt a vetésváltási rendszert alkalmazni, azonban a legfontosabb tényező mégis a terméseredmény, ami egy rentábilis gazdálkodásnak az alapját képezi.



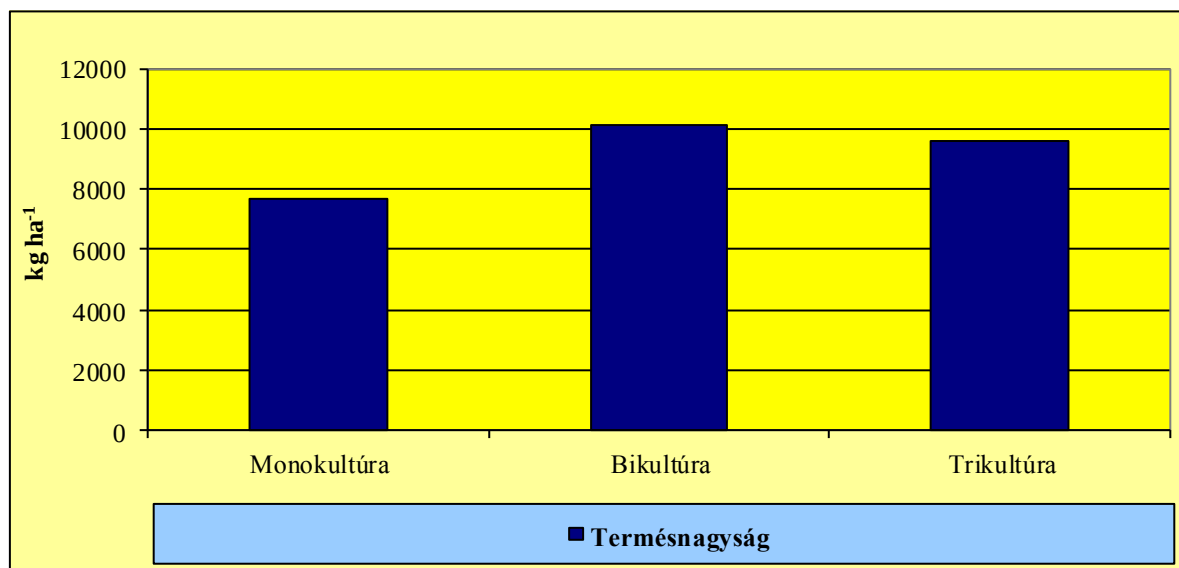
15. ábra A trikultúra vetésváltás hatása a kukoricatermésére a vizsgálati években

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007-2010

A trikultúra a másik két vetésváltási modellhez képest a legstabilabb terméseredményeket produkálta a 4 év átlagában, azonban bizonyos években speciális körülmények mellett a másik két vetésváltási típus is hasonló termést biztosított a kísérleti parcellák vizsgálata során. A monokultúrához viszonyítva egyértelműen beigazolódott, hogy mennyivel pozitívabb hatást fejt ki a kedvező vetésváltási adottságai miatt, azonban a bikultúra esetében ez nem teljesen így alakult. Egyértelműen a trikultúra terméseredményei jóval kedvezőbbek a kísérletben szereplő más vetésváltási típusokhoz viszonyítva; összehasonlítva a 13. illetve a 15. ábrát látjuk a terméseredmények közötti különbségeket.

5.3.4. A vetésváltás hatása a termésmennyiségre a vizsgált évek átlagában

A 16. ábrán a vetésváltás termésmennyiségre gyakorolt hatását ábrázoltam a kísérleti évek átlagában. A vizsgálatokból kiderült, hogy amennyiben a 4 éves mono-, bi-, és trikultúra eredményeit átlagoljuk, akkor a bikultúra adta az évek átlagában a legtöbb termést (10115 kg ha⁻¹). Ezt követte a trikultúra, ami 9622 kg ha⁻¹ termést adott, míg az utolsó helyen a monokultúra szerepelt 7699 kg ha⁻¹ eredménnyel az évek átlagában.



16. ábra A vetésváltás hatása a termésmennyiségre a vizsgált évek átlagában

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007-2010

A vizsgált 4 év adatainak átlagértékei alapján egyértelműen kijelenthető, hogy nagyüzemi körülmények mellett kifizetődőbb a bikultúrát alkalmazni, mivel a vizsgált időszakban a bikultúra 494 kg ha⁻¹ terméstöbblettel haladta meg a trikultúra terméseredményét, illetve 2416 kg ha⁻¹-ral a monokultúrák eredményeket.

A trikultúra a monokultúrában elért eredményt 1923 kg ha⁻¹ terméssel haladta meg. A termelésnél mindig a gazdaságosság az első szempont, a kapott eredmények pedig azt mutatják, hogy érdemesebb bikultúrával, azaz búza előveteménnyel kukoricát előállítani.

5.4. A tápanyagellátás értékelése

5.4.1. A tápanyagellátás hatásának értékelése 2007. évben

A tápanyagellátás hatását a kukorica termésére 2007. évben a 8. táblázat szemlélteti. A 2007. év aszályos, száraz időjárásában a kukorica terméseredménye az eltérő tápanyagszinteken a kontrollhoz képest növekedett, azonban az aszályos évek termesztési szempontból kedvezőtlenek.

A fent kapott eredményeket minden esetben a kontrollhoz viszonyítottam. Megállapítható hogy a tápanyagdózisok növelésével a terméseredmények a 3. tápanyagszintig növekedtek.

8. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában 2007. évben

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha ⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha ⁻¹)
Ø	2685	0
N₆₀+PK	3465	780
N₁₂₀+PK	4316	1631
N₁₈₀+PK	2691	6
N₂₄₀+PK	2487	-198

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007

Szembetűnő, ahogy a tápanyagdózisok adott szintig történő emelése, a termés emelkedését idézte elő. A legnagyobb termést a 3. tápanyagszinten kaptuk, N₁₂₀+PK hatóanyag kijuttatása esetén.

Megfigyelhető a 8. táblázatban hogy, egy bizonyos tápanyagdózis után (N₁₂₀+PK) nem növekedett a termés, a műtrágyázás negatív hatást gyakorolt a kukorica termésére.

A 4. (N₁₈₀+PK) valamint az 5. (N₂₄₀+PK) tápanyagszinten termésdepresszió lépett fel. Számszerűleg a kontrollhoz viszonyítva -198 kg ha⁻¹-al lett kevesebb termés mennyisége. Feltételezhetően az aszályos évjárat miatt a trágyázás nem tudott érvényre jutni, sőt a túlzott műtrágyaadag miatt káros növényélettani hatások is felléptek.

A vizsgálatokból kiderült, hogy aszályos évben N₁₂₀+PK-nál több műtrágya kijuttatása a növények produktivitása szempontjából kedvezőtlennek tekinthető.

A monokultúra termés adataihoz képest a bikultúra terméseredményei a 2007. évben sokkal kedvezőbben alakultak. A monokultúrával ellentétben a műtrágyaadagok növelése egészen N₁₂₀+PK tápanyagszintig pozitív hatást gyakorolt a termésre. N₁₂₀+PK műtrágya dózis mellett 1448 kg ha⁻¹-al több termést kaptunk a kontroll területéhez képest (9. táblázat).

9. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2007.évben

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha⁻¹)
Ø	6258	0
N₆₀+PK	7012	754
N₁₂₀+PK	7706	1448
N₁₈₀+PK	7096	838
N₂₄₀+PK	6829	571

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007

A 4. tápanyagszinttől (N₁₈₀+PK) a műtrágya adagok hasznosulása folyamatosan csökkent, ugyanis nagyobb műtrágya dózisok mellett is hasonló értékeket kapunk, mint azokon a parcellákon, ahová kevesebb műtrágya lett kijuttatva.

A 2. (N₆₀+PK) valamint a 4. tápanyagszint (N₁₈₀+PK) közötti termés különbség csak 84 kg ha⁻¹ volt. Bikultúrában, szemben a monokultúrával mindig növekvő termésátlagokat kaptunk. A termés csökkentő hatás a bikultúrában nem volt megfigyelhető.

A trikultúrában a tápanyagellátás hatása a következőképpen alakult. Hasonlóan a monokultúrák termesztéséhez az 5. tápanyagszinten (N₂₄₀+PK) termésdepressziót tapasztaltunk (-86 kg ha⁻¹). A számok tekintetében ez az eredmény azért érdekes, mivel a kontroll területen semmilyen hatóanyag nem lett kijuttatva mégis nagyobb termést produkált mint az 5. tápanyagszint terméseredménye.

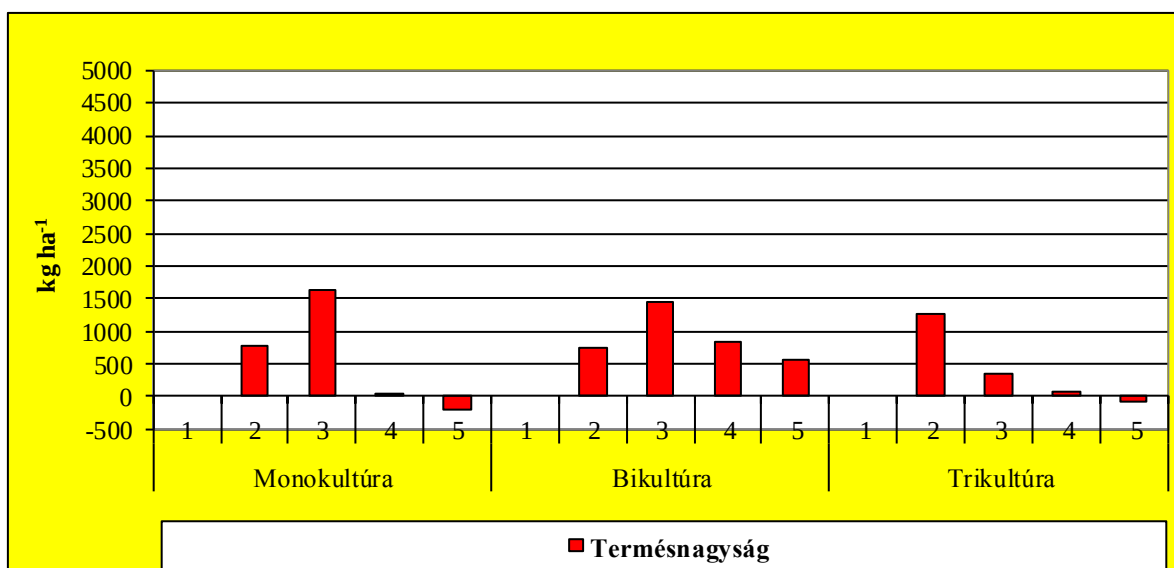
A trikultúrában, szemben az előző két vetésváltási modellhez képest az N₆₀+PK adta a legnagyobb termést, (1282 kg ha⁻¹), és jelentős terméstöbbletet ért el (10. táblázat).

10. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2007. évben

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha ⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha ⁻¹)
Ø	6716	0
N ₆₀ +PK	7998	1282
N ₁₂₀ +PK	7062	346
N ₁₈₀ +PK	6802	86
N ₂₄₀ +PK	6630	-86

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007

A 17. ábra jól szemlélteti a tápanyagellátás hatását az egyes tápanyagszintekre vetésváltásonként, az adott év kontrolljához viszonyítva. A fent említett vetésváltási modellek összehasonlítását összegezve a 18. ábrán láthatjuk. A legkiegyenlítettebb eredményeket 2007-ben a bikultúrától kaptuk az adatok alapján. A legmagasabb terméseredményt a monokultúra adta, mivel a kedvezőtlen hatásokat a műtrágya dózisok nagymértékben javítani tudják.



17. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2007. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007

Ha feltesszük a kérdést, hogy miért pont ez a vetésváltási típus adta a legtöbb termést, akkor a válaszokat az évjárat hatásában, illetve a lehullott csapadék mennyisége körül kell keresni. A 2007. év száraz aszályos időjárása a tápanyagellátásra is nagymértékben kihatott, mivel a kevés csapadék miatt nem tudott a műtrágya megfelelő szinten hasznosulni a kukorica számára. A bikultúrában voltak a legstabilabb terméseredmények mivel ebben az esetben

voltak optimálisak a kukorica számára a termesztési feltételek. Ha a monokultúrát összevetjük a bi-, és trikultúra 3. tápanyagszintjeivel, akkor kijelenthető, hogy az összehasonlításban a legnagyobb termésnövekedést a monokultúra adta. A monokultúra 3. tápanyagszintjén 1631 kg ha^{-1} -al kaptunk több termést a kontrollhoz képest. A bi-, illetve trikultúra esetében a termésátlagok a kedvezőbb vetésváltásnak köszönhetően azonban magasan felülmúlták a monokultúra termés eredményeit. A mono-, és trikultúra esetében a 4. ($\text{N}_{180}+\text{PK}$) valamint 5. tápanyagszint ($\text{N}_{240}+\text{PK}$) alig haladta meg a kontroll termését, illetve mindkét kultúra esetében negatív értelemben is rekordot állított fel.

A monokultúra esetében az 5. tápanyagszint -198 kg ha^{-1} -al maradt el a kontrolltól, míg a trikultúra esetében az 5. tápanyagszint -86 kg ha^{-1} termett kevesebbet.

5.4.2. A tápanyagellátás hatásának értékelése a 2008. évben

A 2008-as évben az évjárat hatásának köszönhetően a termesztési feltételek optimálisak voltak a kukorica számára, a műtrágya adagok kijuttatásával termésnövekedést tapasztaltunk (11. táblázat).

**11. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában
2008. évben**

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha^{-1})	Abszolút terméstöbblet (kg ha^{-1})
$\emptyset$	9154	0
$\text{N}_{60}+\text{PK}$	11057	1903
$\text{N}_{120}+\text{PK}$	13494	4340
$\text{N}_{180}+\text{PK}$	13787	4633
$\text{N}_{240}+\text{PK}$	13058	3904

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2008

A kontrollhoz viszonyítva ebben az évben kiemelkedő terméseket kaptunk, minden növekvő tápanyagszint mellett pozitív hatást láttunk a termés és a műtrágyaadagok között. A legtöbb termést a 4. tápanyagszinten ($\text{N}_{180}+\text{PK}$) kaptunk. Ezen a tápanyagszinten az abszolút terméstöbblet a kontrollhoz viszonyítva 4633 kg ha^{-1} volt. A 2008. évjárat kedvező hatása miatt, a legmagasabb adagú műtrágya kijuttatás az 5. tápanyagszinten ($\text{N}_{240}+\text{PK}$) 3904 kg ha^{-1} termést adott.

A bikultúra hatását vizsgálva egyértelmű terméstöbbletet tapasztaltunk a műtrágyázás valamint a termésmennyiség között. 2008. évben a legtöbb termést a bikultúrától kaptuk (12. táblázat).

12. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2008. évben

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha ⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha ⁻¹)
Ø	11613	0
N₆₀+PK	13740	2127
N₁₂₀+PK	14137	2524
N₁₈₀+PK	14003	2390
N₂₄₀+PK	13688	2075

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2008

A 2008. évben a termésátlagok magasabbak voltak az elmúlt évhez képest, amit az évjárathatásnak köszönhetünk. A legmagasabb terméseredményt a 3. tápanyagszint (N₁₂₀+PK) realizáltuk (14137 kg ha⁻¹), ez a kontrollhoz képest 2524 kg ha⁻¹ különbséget jelentett.

A 2. (N₆₀+PK) illetve a 3. tápanyagszinten (N₁₂₀+PK) 50 kg ha⁻¹ eltéréssel szinte ugyanazt az eredményt kaptuk. Figyelembe véve, hogy négyszer több műtrágya lett kijuttatva kijelenthető, hogy nem volt érdemes a 2008. évben a 4. tápanyagdózis alkalmazása (N₂₄₀+PK) alkalmazni.

A 13. táblázatban a tápanyagellátás szerepét látjuk a trikultúrában. A trikultúrában az abszolút termésrekordot ebben az évben a 3. tápanyagszinten értük el, amikor (N₁₂₀+PK) kijuttatása mellett 13987 kg ha⁻¹ terméseredményt kaptunk. A kontroll területéhez képest a 3. tápanyagszint 2696 kg ha⁻¹-al termett többet.

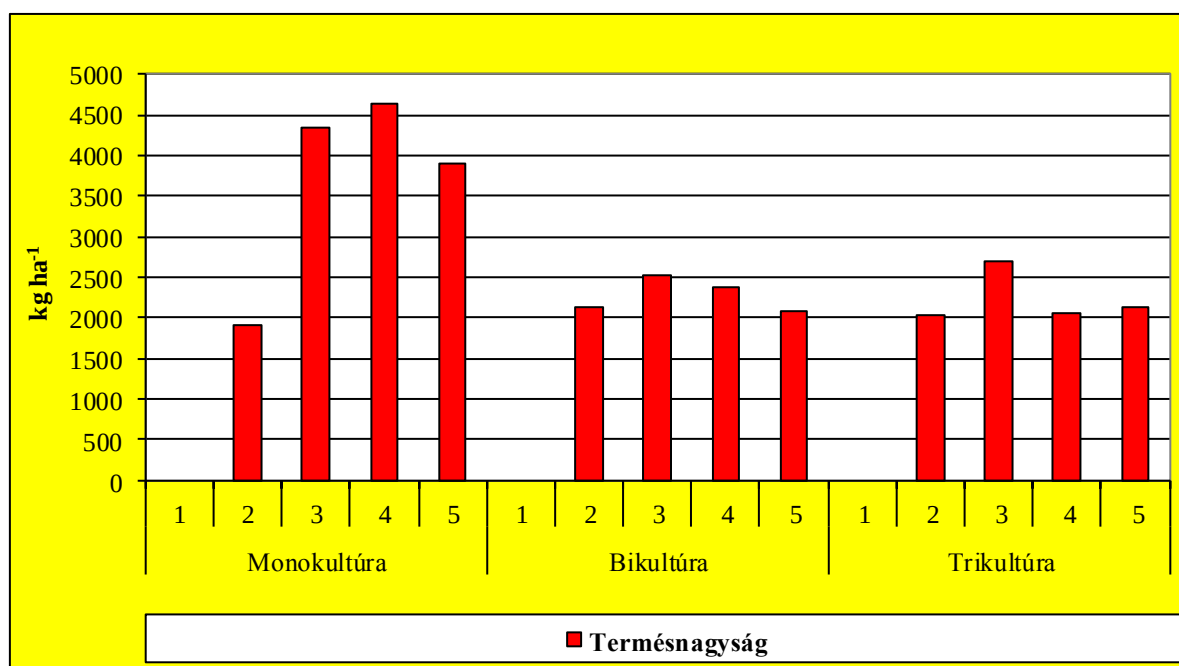
13. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2008. évben

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha ⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha ⁻¹)
Ø	11291	0
N₆₀+PK	13323	2032
N₁₂₀+PK	13987	2696
N₁₈₀+PK	13351	2060
N₂₄₀+PK	13423	2132

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2008

Hasonlóan vizsgálva a többi vetésváltási modellt, azt az eredményt kaptuk, hogy a 4. tápanyagszinten (18. ábra) nagyobb műtrágya adag kijuttatása ($N_{240}+PK$) nem volt gazdaságos. A 20. ábrán láthatjuk a 2008. év műtrágyázásának hatását vetésváltásokként, tápanyagszintenként mindig az adott kontrollhoz viszonyítva.

Elsőre legszembetűnőbb a monokultúrában látható emelkedés nagysága tápanyagszintenként. A három vetésváltási modell közül a monokultúrában voltak a legnagyobb termésátlag növekedések a kontrollhoz képest. Mivel a leegyszerűsödött vetésváltás miatt a műtrágyának a pozitív hatása okozott változást.



18. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2008. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2008

A bi-, illetve trikultúra esetében a termésstabilitás jóval kedvezőbb, mint a monokultúra esetében. A nagyarányú növekedést a kontrollhoz viszonyítva az elővetemény hatásában kell keresni bi-, illetve trikultúra esetében. Ha megnézzük a termésadatokat egyértelműen a bikultúra adta a legtöbb termést a 2008. évben. Az elővetemény hatása miatt sokkal stabilabb terméseket kapunk, azonban a 2008. évi kedvező hatások miatt nagyobb növekedést produkált a monokultúra eltérő tápanyagszinteken a kontrollhoz képest. Ha összevetjük ezen eredményeket a bi-, illetve trikultúra termésnövekedésével a kontrollhoz képest, akkor azt látjuk, hogy egyes esetekben akár kétszer akkora növekedés is megfigyelhető.

Megállapítható, hogy a bi-, illetve trikulturában mindig az adott kultúra kontrolljához viszonyítva a termésnövekedések közel egy intervallumban mozogtak (2000-2700 kg ha⁻¹). A 20. ábra azt bizonyítja, hogy nagyarányú termésnövekedés figyelhető meg minden egyes vetésváltásban. Érdekes, hogy arányaiban ugyanolyan növekedés figyelhető meg a bi-, és trikultúra között. A bi-, és trikultúra 4. tápanyagszinje (N₁₈₀+PK) közötti termésnövekedés nagysága 2000-2400 kg ha⁻¹ között változott, míg az 5. tápanyagszinten mindkét vetésváltási típusban a 2000- 2150 kg ha⁻¹ intervallumban mozgott a terméstöbbség nagysága.

5.4.3. A tápanyagellátás hatásának értékelése a 2009. évben

A 2009. év kedvezőtlen természeti hatásai ellenére a kukorica termesztésében (14. táblázat), a tápanyagellátás pozitív hatását megfigyeltük. A kontrollhoz képest 2545 kg ha⁻¹, 2902 kg ha⁻¹, 3304 kg ha⁻¹, 2939 kg ha⁻¹-ral nagyobb termést kaptunk a 2. (N₆₀+PK), 3. (N₁₂₀+PK), 4. (N₁₈₀+PK) valamint az 5. (N₂₄₀+PK) tápanyagszinten, amit jelentősnek tekinthetünk.

**14. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában
2009. évben**

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha ⁻¹)	Abszolút terméstöbbség (kg ha ⁻¹)
Ø	6106	0
N ₆₀ +PK	8651	2545
N ₁₂₀ +PK	9008	2902
N ₁₈₀ +PK	9410	3304
N ₂₄₀ +PK	9045	2939

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2009

A kukorica a 3. (N₁₂₀+PK) valamint az 5. tápanyagszinten (N₂₄₀+PK) hasonlóképpen reagált a kijuttatott műtrágya mennyiségekre, így a 3. tápanyagszinten (N₁₂₀+PK) kijuttatott műtrágyaadagok jobban hasznosultak szemben az előzővel. A legtöbb termést monokultúrában a 4. tápanyagszinten (N₁₈₀+PK) kaptuk, ami 9410 kg ha⁻¹ volt.

Ebből következik, hogy a kontrollhoz viszonyítva ez a tápanyagszint növelte a termést legnagyobb mértékben. A termésnövekedés 3304 kg ha⁻¹ nagyságú volt, (a kontroll termésének több mint a fele), amely jelentősnek tekinthető.

A a 2009. évben a tápanyagellátás hatását vizsgálva a következőt állapítottuk meg (15. táblázat). A legnagyobb termést a 3. tápanyagszint hozta (N₁₂₀+PK) (2295 kg ha⁻¹), itt

figyelhettük meg a legnagyobb termésnövekedést is a kontrollhoz képest (2210 kg ha^{-1}). A műtrágya reakciók ebben az évben nem alakultak olyan jól, mivel a meleg időjárás mellé kevés csapadék és egyenetlen csapadékeloszlás párosult.

15. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2009. évben

Műtrágya kezelés:	Termés: (kg ha^{-1})	Abszolút terméstöbblet: (kg ha^{-1})
$\emptyset$	10085	0
$\text{N}_{60}+\text{PK}$	11446	1361
$\text{N}_{120}+\text{PK}$	12295	2210
$\text{N}_{180}+\text{PK}$	11831	1746
$\text{N}_{240}+\text{PK}$	11008	923

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2009

Az előzőek következtében a rendelkezésre álló műtrágyaadagok nem tudtak olyan mértékben hasznosulni, mint kedvező csapadékeloszlású évben (2008. év). Az évjárat kedvezőtlen hatása miatt hiába juttattunk ki nagyobb műtrágya mennyiségeket, az a terméseredményben nem mutatkozott meg.

A 16. táblázatban a tápanyagellátás hatását látjuk a trikultúra termésére. A 2009. év kedvezőtlen hatása a tápanyagfelvétel szempontjából a trikultúrában is éreztette hatását, ugyanúgy, mint a mono-, és bikultúra esetében.

16. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2009. évben

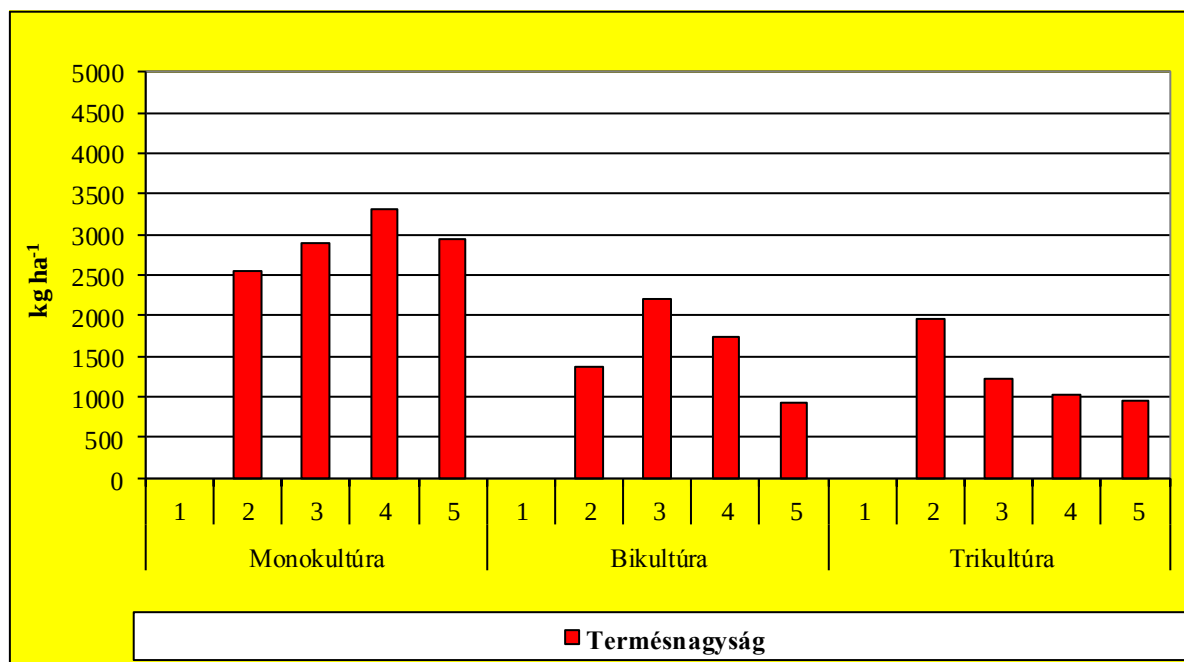
Műtrágya kezelés:	Termés: (kg ha^{-1})	Abszolút terméstöbblet: (kg ha^{-1})
$\emptyset$	8689	0
$\text{N}_{60}+\text{PK}$	10641	1952
$\text{N}_{120}+\text{PK}$	9913	1224
$\text{N}_{180}+\text{PK}$	9727	1038
$\text{N}_{240}+\text{PK}$	9630	941

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2009

A legtöbb termést a 2. tápanyagszinten kaptunk ($\text{N}_{60}+\text{PK}$), ahol 10641 kg ha^{-1} termést regisztráltunk. A kontroll kezeléshez képest a pozitív műtrágya hatás ezen a szinten éreztette legjobban a hatását. A 3. tápanyagszinten ($\text{N}_{120}+\text{PK}$) a termés különbség 1952 kg ha^{-1} -al haladta meg a kontroll kezelés termésmennyiségét.

A 19. ábrán a 2009. év mono-, bi-, és trikultúra terméstöbbletre gyakorolt hatását látjuk. Ez az év sem kedvezett a kukorica termesztésének, azonban a műtrágyaszintek eredményei jól mutatják, hogy kedvezőtlen feltételek mellett hogyan reagál a növény az eltérő műtrágya mennyiségekre. A monokultúra leegyszerűsödött vetésszerkezete miatt a kontrollhoz képest a legnagyobb abszolút terméstöbbletet kaptuk. A monokultúra esetében a 4. tápanyagszintnél ($N_{180}+PK$) volt a legnagyobb növekedés, ami 3304 kg ha^{-1} -al haladta meg a kontroll teljesítményét, amit jelentősnek tekinthetünk. Összevetve a monokultúrák tápanyagszinteket minden egyes tápanyagszint legalább 2500 kg ha^{-1} haladta meg a kontroll teljesítményét.

Ha megvizsgáljuk a bikultúra abszolút termés többletét a kontrollhoz viszonyítva legnagyobb változást a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) látunk, ahol $N_{180}+PK$ műtrágya hatóanyag lett kijuttatva. A bikultúra esetében a 3. tápanyagszint ($N_{120}+PK$) 2210 kg ha^{-1} -al haladta meg a kontroll kezelés termésmennyiségét. Ha megvizsgáljuk a trikultúrában milyen terméstöbblet alakult ki, akkor azt figyelhetjük meg, hogy a 2. tápanyagszint ($N_{120}+PK$) 1952 kg ha^{-1} -al haladta meg a kontroll terület termésadatait. a kapott eredményekből egyértelműen látszott, hogy a műtrágyának eltérő években mekkora szerepe van a termés mennyiség kialakulásában.



19. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2009. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2009

5.4.4. A tápanyagellátás hatásának értékelése a 2010. évben

A 2010. tenyészcím nagyban eltért az előző évektől, mivel extrém csapadékos volt az egész időszak. A 17. táblázatban láthatjuk a tápanyagellátás termésnövelő hatását tápanyagszintenként a 2010. évben. A legkisebb termésmennyiséget a feltételezéseknek megfelelően a kontroll területtől kaptuk, míg a legmagasabbat, a 5. tápanyagszinten ($N_{240}+PK$).

**17. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában
2010. évben**

Műtrágya Kezelés	Termés (kg ha⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha⁻¹)
Ø	4639	0
N₆₀+PK	6584	1945
N₁₂₀+PK	7719	3080
N₁₈₀+PK	7892	3253
N₂₄₀+PK	8726	4087

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2010

A csapadékos évnek köszönhetően a területre kijuttatott műtrágya mennyiségek jobban hasznosultak. Minden egyes tápanyagszint meghaladta a kontroll terület termésmennyiségét, a műtrágya mennyiség növelésével növekedett a termés nagyság is. Átlagos adottságú években, amikor nincs ennyi csapadék, illetve aszályosabb az év, nem tapasztalhatunk ilyen eredményeket. Az 5. tápanyagszint eredménye ($N_{240}+PK$) 4087 kg ha⁻¹-al haladta meg a kontroll kezelés eredményét.

A 18. táblázatban a tápanyagellátás hatását látjuk bikultúra esetében. A 2010. év csapadékos időjárása a bikultúra terméstöbbletére is nagymértékben hatott, mivel nagy mennyiségű csapadék alacsonyabb hőmérséklettel párosult az előző évekhez képest. Hasonlóan a monokultúrához, itt is a nagyobb műtrágya adagok hasznosultak jobban.

18. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2010. évben

Műtrágya kezelés	Termés (kg ha ⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha ⁻¹)
Ø	7840	0
N ₆₀ +PK	8437	597
N ₁₂₀ +PK	8907	1067
N ₁₈₀ +PK	9371	1531
N ₂₄₀ +PK	9006	1166

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2010

A kontrollhoz viszonyítva a 4. tápanyagszinten (N₁₈₀+PK) kaptuk a legnagyobb termést (9731 kg ha⁻¹). Arányaiban, vizsgálva, a 3. valamint az 5. tápanyagszinten ugyanazokat a terméseredményeket kaphatjuk, tehát az 5. tápanyagszint (N₂₄₀+PK) ebben az évben nem volt kielégítő. A 4. tápanyagszint (N₁₈₀+PK) 1531 kg ha⁻¹-ral haladta meg a kontroll kezelés termés mennyiségét.

A 2010. évben a műtrágyahatások hasonlóan alakultak a trikultúrában, mint a mono-, és bikultúrás vetésváltási típusban. A trikultúrában a legnagyobb termést a 3. tápanyagszinten (N₁₂₀+PK) érték el (9424 kg ha⁻¹), a második legnagyobb terméseredményt a 5. tápanyagszint adta (N₂₄₀+PK) (9242 kg ha⁻¹) (17. táblázat).

19. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2010. évben

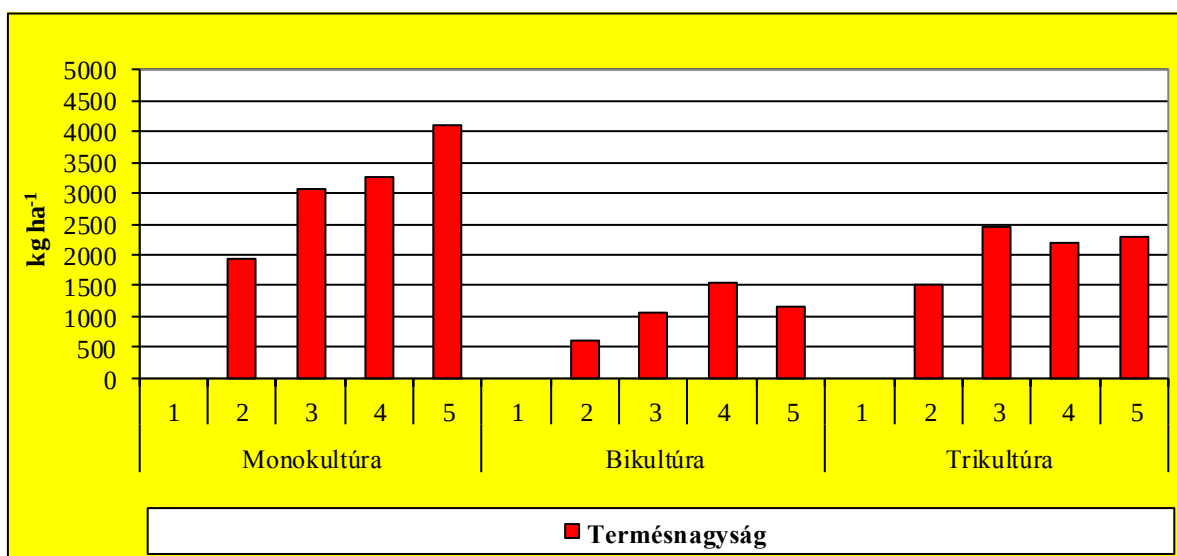
Műtrágya kezelés	Termés (kg ha ⁻¹)	Abszolút terméstöbblet (kg ha ⁻¹)
Ø	6956	0
N ₆₀ +PK	8482	1526
N ₁₂₀ +PK	9424	2468
N ₁₈₀ +PK	9143	2187
N ₂₄₀ +PK	9242	2286

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2010

A kontroll kezeléshez képest a 3. tápanyagszint (N₁₂₀+PK) 2468 kg ha⁻¹ abszolút terméstöbbletet produkált, míg az 5. tápanyagszint (N₂₄₀+PK) 2286 kg ha⁻¹-al haladta meg a kontroll terület termésmennyiségét. az adatokat összehasonlítva megállapítható, hogy extrém csapadékos évjáratokban a műtrágyázás hatása kiemelkedő a termésmennyiségét illetően. A

trikultúra esetében a termés maximumát a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) érték el, és ezen a szinten volt a leggazdaságosabb a műtrágya felhasználás.

A 20. ábrán a 2010. év eredményeit láthatjuk vetésváltásonként vizsgálva a tápanyagszintek hatását az abszolút terméstöbbletre. A vetésváltási típusok közül a műtrágyaadagok hatását legjobban a monokultúra hálálta meg. A legmagasabb abszolút termés többletnövekedést a monokultúrában észleltük a tápanyagtöbblet hatására, azonban a bi-, illetve trikultúrában is jelentős hatást figyelünk meg.



20. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2010. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva

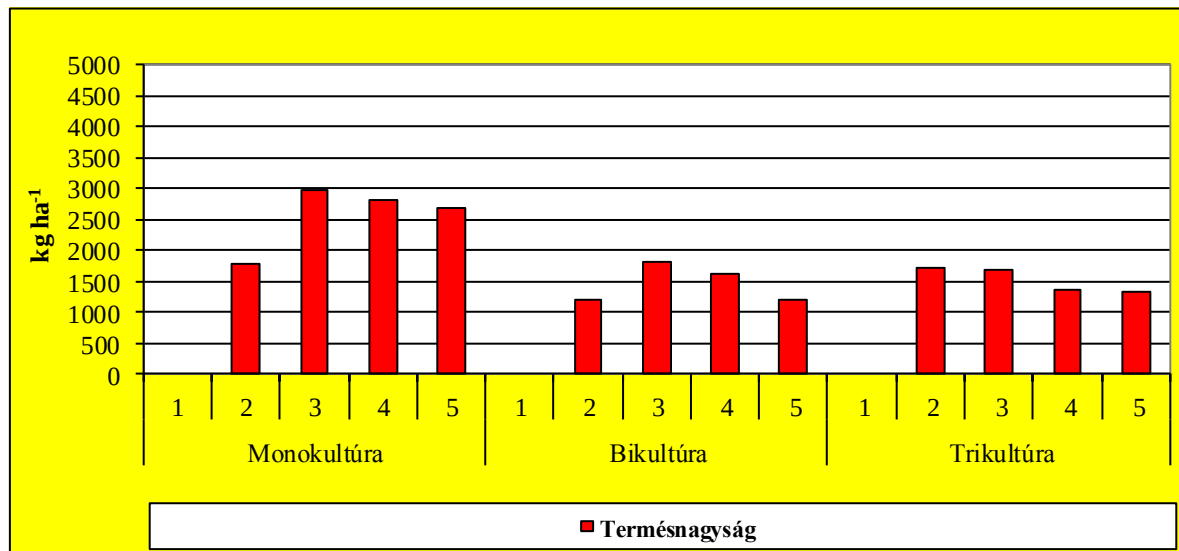
DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2010

A monokultúra esetében a rossz talajadottságok kialakulása miatt jobban igénylik a harmonikus tápanyagellátást.

5.4.5. A tápanyagellátás hatása az évek átlagában

A 21. ábrán az évek átlagában értékelhetjük azt, hogy vetésváltási típusonként a kontrollhoz képest mekkora volt műtrágyázás hatása eltérő tápanyagszinteken. Az évek átlagában a legnagyobb termésnövekedést a monokultúra produkálta a műtrágyaadagok növelésével. A monokultúra esetében a vizsgált évek átlagában a 4. tápanyagszint ($N_{180}+PK$) mellett 2798 kg ha⁻¹ nagyságú növekedést jelentett a kontroll területéhez képest. A bikultúra esetében vizsgálva az 5. tápanyagszintet ($N_{240}+PK$) megállapítható, hogy az állomány a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) adta a legmagasabb terméseredményt, 1450 kg ha⁻¹ volt a

kontrollhoz képest. A trikultúra esetében az évek átlagában, a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) 1597 kg ha^{-1} termésnövekedés volt megfigyelhető. A tápanyagellátás nagysága szintenként módosítja a termés nagyságát vetésváltásonként.



21. ábra: A trágyázás hatása az abszolút termés többletre vetésváltásokként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva a vizsgált évek átlagában

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007-2010

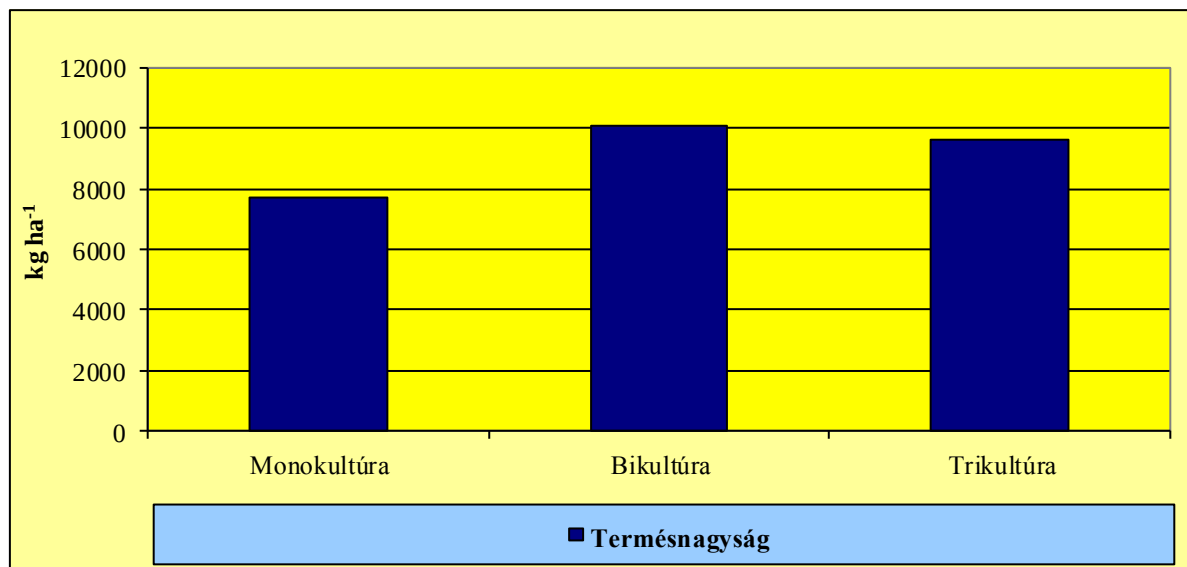
A vizsgált években a kijuttatott műtrágya mennyiségekre monokultúrás termesztés esetén reagált a legjobban a kukorica, mivel a vetésváltás hiányában hatékonyabb tápanyagvisszapótlást igényel szemben a bi-, és trikultúrával szemben. A monokultúrában a kukorica ugyanarról a területről és mélységből használja fel az elemeket. Szárítja a talajt, és évről évre komoly tápanyag visszajuttatást igényel. A bi-, és trikultúrában a vetésváltás kedvező alakulása miatt a kijuttatott tápanyagdózisok nem tudtak akkora hatást kifejteni a termésre. Trikultúra esetében őszi-búza valamint borsó elővetemény után vetünk kukoricát, a feltételek jóval kedvezőbbek, mint monokultúrás termesztés esetén.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vizsgálatok adatai alapján kijelenthető, hogy a vizsgált években 2007-től egészen 2010-ig a vetésváltásnak, valamint a tápanyagellátásnak markáns szerepe volt a kukorica terméseredményeire. A vizsgált években eltérőek voltak időjárási körülmények, a vetésváltás, illetve a tápanyagellátás mellett erős évjáráthatás is érvényesült. Az évjáráthatásnak köszönhetően a növények évenként eltérő eredményeket produkáltak. A kukorica vetésváltásonként minden évben reagált az évjárat jellegére, ezt jól szemlélteti a 9.-10.- valamint a 12. ábra, ahol 4 év átlagában vizsgáltuk az egyes vetésváltási típusok, és tápanyagszintek termésre gyakorolt hatását. Ha az eredményeket összevetjük, megállapítható, hogy minden egyes vetésváltásban a kukorica hasonlóképpen reagált a különböző tényezőkre. Ha összehasonlítjuk a 2007. valamint 2008. évek vetésváltásainak az eredményét (9-10. ábra) akkor érthetjük meg igazán az évjárat szerepét. A 2007. év egy aszályos, száraz év volt, a monokultúra terméseredményeit áttekintve, azonos feltételek mellett, a bikultúra több termést produkált.

A 2008. évben, a vetésváltás, illetve tápanyagellátás mellett az évjáráthatás pozitív tulajdonsága is megjelent. Ebben az évben a körülmények nagyban kedveztek a monokultúrás termesztésnek, ezért csökkent a két vetésváltás közötti terméskülönbség.

Megállapítható, hogy kedvezőtlenebb évjáráthatás mellett a tápanyagellátásnak, illetve vetésváltásnak nagy jelentőséget kell tulajdonítanunk, mivel a kedvezőtlenebb feltételek mellett a monokultúrához viszonyítva a másik két kísérletben pozitív terméseredményeket regisztráltunk. A vetésváltás jelentőségét a kutatások egyértelműen igazolták. A 9. ábrán a vetésváltások összehasonlítása szerepel kultúránként, tápanyagszintenként. A 16. ábra eredményeiből egyértelműen látszott, hogy a bi-, illetve a trikultúra eredményei mennyivel stabilabban és kiszámíthatóbban hozták az eredményeket, szemben a monokultúrás termesztéssel. Évek átlagában vizsgálva a vetésváltás szerepét arra a következtetésre jutottam, hogy a vizsgált 4 év során a legtöbb termést a bikultúrás kísérletben kaptuk; 10115 kg ha^{-1} , majd ezt követte a trikultúra 9622 kg ha^{-1} -ral majd legvégül a monokultúra terméseredménye következett (7699 kg ha^{-1}).



22. ábra A vetésváltás szerepe a termésmennyiségre a vizsgált évek átlagában¹

Forrás: DEBRECEN-LÁTÓKÉP, 2007-2010

A vizsgált évek során a bikultúra 3. tápanyagszintje (N₁₂₀+PK) hozta a legnagyobb eredményeket szemben a monokultúrával illetve trikultúrával szemben.

Véleményem szerint az elmúlt 4 év vizsgálata alapján a bikultúrát érdemes választani, mivel stabilabb terméseredményeket ad, szemben a monokultúrával, illetve felülmúlta a trikultúra terméseredményeit is. Feltételezve, hogy a klimatikus hatás lényegesen nem változik, akkor a bikultúrás termesztés adja a legnagyobb terméseredményeket. A műtrágya adagok növelése főleg a monokultúrás termesztésben hozott a kontrollhoz képest nagy termésnövekedést, míg a bi-, illetve trikultúrában a terméseredmények jóval stabilabbak voltak a különböző tápanyagdózisoknál, mint monokultúra esetében (17. ábra).

Monokultúrában a következő termésnövekedéseket tapasztaltunk:

- 2007. évben a kontroll területéhez képest 1631 kg ha⁻¹-ral kaptunk több termést a 3. tápanyagszinten (N₁₂₀+PK).
- 2008. évben a 4. tápanyagszinten (N₂₄₀+PK) 4633 kg ha⁻¹-ral több termés tapasztaltunk a kontroll területéhez képest.
- 2009. évben a 4. tápanyagszinten (N₁₈₀+PK) 3304 kg ha⁻¹-ral több termést kaptunk.

¹ A 22. ábra azonos a ...ábrával

- 2010. évben az 5. tápanyagszinten ($N_{240}+PK$) 4087 kg ha^{-1} -al több termést realizáltunk.

A vizsgált években elemeztem, hogy a monokultúras termesztésben mekkora növekedést okozott az eltérő tápanyagszintek hatása. Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy monokultúras termesztés esetében a 3. ($N_{120}+PK$) illetve a 4. ($N_{180}+PK$) tápanyagszint adta a legnagyobb termésnövekedést a kontroll területhez képest.

A trikultúra esetében a kijutatott műtrágyának a kontrollhoz viszonyítva nagy termésnövelő hatása van (15. ábra). A trikultúrában vizsgálva a 4 évet célszerű a 2. ($N_{60}+PK$) illetve 3. tápanyagszintet ($N_{120}+PK$) választani, mivel ezen a két szinten volt a legnagyobb a termésnövekedés a kontroll területhez képest.

Az évek átlagában vizsgáltam a műtrágyahatásokat, amelyet a 21. ábra szemléltet. Látható, hogy monokultúras termesztés mellett a bi-, illetve trikultúra hogyan hálálta meg a műtrágya kijuttatást. A legnagyobb növekedést a monokultúra esetében tapasztaltam, amiből arra következtetek, hogy monokultúras termesztés esetében a műtrágya kijuttatás szükséges a növények számára. Évek átlagában vizsgálva a monokultúras kukoricatermesztést, arra a következtetésre jutottam, hogy a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) volt a termésmennyiség a maximális. A termésnövekedés nagysága $4000-14000 \text{ kg ha}^{-1}$ között mozgott. Hasonlóan vizsgálva az évek átlagában a bikultúrát, arra a következtetésre jutottam, hogy a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) volt a terméstöbbség a legnagyobb, az évek átlagában 10761 kg ha^{-1} .

A bikultúrában a 4. tápanyagszint az évek átlagában vizsgálva 10575 kg ha^{-1} -al haladta meg a kontrol terület termését.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaimat a Debreceni Egyetem AGTC KIT Látóképi Kísérleti Telepen végeztem. A TDK dolgozatom során kukoricatermesztésben vizsgáltam a vetésváltás, tápanyagellátás hatását csernozjom talajon, amelyet tartamkísérletben állítottunk be. A kukorica egyike a legfontosabb gabonanövényünknek, ám formagazdaságában nagy változatosságot mutat. Sikeres gazdasági növény Magyarországon is, vélhetően gazdasági jelentősége az elkövetkező évtizedekben is determinálja a honi növénytermesztést. Az eredményes kukorica termesztés egyik alapja az optimális vetésváltás, valamint a tápanyagellátás megtervezése. Az optimális termesztési feltételek mellett azonban megkerülhetetlen az évjáráthatás. Ráadásul az elővetemény a kukorica termesztésében egy olyan kulcsmomentum, amely visszaszorítja a kártevőket, illetve a különféle gyomfajokat.

A kísérletet 3 különféle vetésváltási típusban végeztük el, mono-, bi-, illetve a trikultúrában. Monokultúrában a kukorica után kukorica következett, bikultúra esetén őszi búza- kukorica (mint elővetemény) illetve a trikultúra esetében, ahol őszi búza után borsót, majd kukoricát vetettünk. A vizsgálatokat 2007-től, 2010-ig minden egyes vetésváltásban további öt különféle tápanyagszinten vizsgáltuk, amelyek – röviden - a következők voltak:

- Kontroll
- $N_{60}+PK$
- $N_{120}+PK$
- $N_{180}+PK$
- $N_{240}+PK$

Mindegyik vetésváltásban a kontrollhoz hasonlítottam a tápanyagszintek hatását a terméseredményekre vetítve. A kapott eredményekből azt a következtetést vontam le, hogy az elővetemény pozitív hatással volt a kukorica terméseredményeire.

A legnagyobb termésváltozást, a tápanyagszinteket összehasonlítva a 3. tápanyagszinten ($N_{120}+PK$) kaptam. A vetésváltás szerepét, az évek átlagában is vizsgáltam, amikor is az adott vetésváltási modell terméseredményeit összeadtam, majd azokat átlagoltam.

Vetésváltásnál az évek átlaga mellett, vizsgáltam a négy év átlagát, amiből következtetéseket tudtam levonni a vetésforgók egymás közötti termelési különbségeire vetítve, tápanyagszintenként. Vizsgáltam a műtrágyázás hatását tápanyagszintenként a vetésváltási rendszerekben, továbbá évenként, valamint évek átlagában is.

Kiemelten kezeltem az abszolút terméstöbbletre gyakorolt hatást az eltérő tápanyagszintekre vetítve.

Megállapítottam, hogy kukoricát tápanyag visszapótlás nélkül nem lehet eredményesen termelni, mivel az NPK- ra nagyon igényes növény, terméseredményében azonnal reagál a tápanyagbevitelre.

A műtrágyaadagok a termésre óriási hatást gyakorolnak, ami számunkra azért fontos, mert az anyagjellegű költségek jelentős részét, a műtrágya ára okozza. A legjobban teljesítő tápanyagszint a legkedvezőtlenebb időjárási viszonyok mellett is mindig felülmúlta a többi tápanyagszint termés növelő hatását. A vetésváltás és a tápanyag ellátás mellett, az adott évek csapadék mennyiségének, valamint annak eloszlását is elemeztem, melyből egyértelműen látszik, hogy az évjárat hatása döntően meghatározta a termés mennyiségét, a vetésváltás, illetve a tápanyagellátás hatását. A környezeti tényezők módosító hatásúak. Amennyiben az optimális feltételek nem adóttak, a csapadék, vagy a hőmérséklet limitáló tényező lehet a növénytermesztésben.

Véleményem szerint ezeket a kutatásokat folytatni kell a jövőben is, mivel a feltételeket nem tekinthetjük állandónak. Évről évre mindig változó körülmények adódnak, az időjárási anomáliák egyre nagyobb valószínűséggel fordulnak elő hazánkban, amelyek kihatnak a termelésre. Ezekhez a változó körülményekhez úgy tudunk majd a jövőben alkalmazkodni, ha a vetésváltás és a tápanyagellátás szerepét kellően megismertük. Csak ennek a tudás birtokában tudunk olyan döntéseket hozni, ami biztonságos, kiszámítható terméseredményeket produkál a legoptimálisabb költségráfordítás mellett.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. ANTAL J., JOLÁNKAI M. (2005): A növénytermesztés alapjai Gabonafélék
Mezőgazda Kiadó Bp. (9-10, 301-303.)
2. ÁRENDÁS T. - MARTON L. - CS. BÓNIS P. - BERZSENYI Z. (2007):
Lábon szárítás. Vagy nedvesítés ? Az érett kukorica termésének víztartalmáról
Agrofórum Extra 17, 21-22 p.
3. BERÉNYI S. - VAD A. - DÓKA L. - PEPÓ P. (2007): Effects of fertilization and
croppyears on maize (*Zea mays* L. yields in different crop rotation Cereal Research
Communications 35.2, 241-245 p.
4. BERZSENYI Z. (1992): A N műtrágyázás és a növényszám hatása a kukorica (*Zea
mays* L.) harvest indexének, biomassza produkciójának és szemtermésének változására
az 1980-1990. években Növénytermelés, Bp., Február, 43-59 p.
5. BERZSENYI Z. (1993): A N műtrágyázás és az évjárat hatása a kukoricahibridek
szemtermésére és N-műtrágyareakciója tartamkísérletben az 1970-1991. években.
Növénytermelés, Bp., Február, 49-63 p.
6. BERZSENYI Z. - VARGA K. - BERÉNYI GY.(1994): A növényszám és az évjárat
hatása a kukorica (*Zea Mays* L.) szemtermésének és terméskomponenseinek alakulása az
1981-1992. években. Növénytermelés, Bp., Február 61-77 p.
7. BERZSENYI Z. (1996): Az N-műtrágyázás hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea may* L.)
növekedésére Hunt-Parsons modellel
Növénytermelés, Bp., Február 35-53 p.
8. BERZSENYI Z., GYÖRFFY B.(1996): A vetésforgó és a trágyázás hatása a kukorica
termésére és termésstabilitására tartamkísérletben
Növénytermelés, Bp., Június 281-300 p.
9. BODNÁR E. (1982): A kukoricatermelés technológiája. Kukorica és Iparnövény
Termelési Együttműködés (KITE) kiadványa, Nádudvar
10. BOROS B., SÁRVÁRI M. (2009): A bioetanol előállítás hatékonyságát növelő
kukorica termesztési technológia fejlesztése.
Agrártudományi Közlemények = Acta Agraria Debreceniensis 36: pp. 17-25 p.
11. BOROS B., SÁRVÁRI M. (2011): A kálium műtrágyázás hatása a kukorica hibridek
bioetanol produkciójára.
Növénytermelés 60:(1) pp. 7-25 p.

12. CSERHÁTI S. (1896): Az okszerű talajművelés alapelvei. Pátria részvénytársaság Nyomdája, Bp.
13. BÚZÁS I. et al. (1979): Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ (Bp.) Kiadványa
14. DANG C. (1993): Az elmúlt 20 év reprezentatív kukorica hibridjeinek levélállás, levélfelületi index változásai és összefüggése a terméssel
Növénytermelés, Bp., Február 1-11 p.
15. DANG L., BERZSENYI Z. (1993): A növényszám x műtrágyázás interakció hatása a kukorica (*Zea mays* L.) biomassza produkciójára, szemtermésére és harvest indexére különböző évjáratokban.
Növénytermelés, Bp., Április, 171-185 p.
16. DÓKA L. F. (2008): A kukorica öntözésének és állománysűrűségének hatása a vízháztartásra és a termésre Növénytermelés 57 évf. 237-380 p.
17. GÁBORJÁNYI R. - HOANG D. - VASDINYEI R.(1992): A kukorica nitrogén ellátása és vírusfogékonyság közötti kapcsolat. Növénytermelés, Bp., Augusztus 305-315 p.
18. HUZSVAI L., NAGY J. (2007): A monokultúra és a vetésváltás hatásának vizsgálata a kukoricatermesztésben
19. J. H. EDWARDS, D. L. THURLOW, J. T. EASON (1987) :Influence of Tillage and Crop Rotation on Yields of Corn, Soybean, and Wheat Vol. 80 No. 1, p. 76-80 June 25,
In: <https://www.crops.org/publications/aj/abstracts/80/1/AJ0800010076>
20. JOVANOVIĆ, Z. – TOLIMIR, M. – DLOVIĆ, I. – CVIJOVIĆ, M. (2007): Influences of growing system and NPK-fertilization on maize yield on pseudogley of Central Serbia. Cereal Research Communications, 35. 2. 1329-1330 p.
21. KOVÁCS G. - KOVÁCS M. - BARNABÁS B.(1992): A genotípus és az indukciós táptalaj hatásának vizsgálata kukorica antérakultúrában.
Növénytermelés, Bp., Június 193-201 p.
22. LÁSZTITY B., CSATHÓ P. (1994): A tartós NPK műtrágyázás hatásának vizsgálata búza-kukorica dikultúrában. Növénytermelés, Bp., Április 157-169 p.
23. LENTE Á., PEPÓ P. (2009): Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica termésére csernozjom talajon

- Növénytermelés 58.3, 39-51 p.
24. LÖNHARDNÉ B.É., KISMÁNYOKY T. (1993).: Az istállótrágya és egyéb trágyák hatása a kukorica fejlődésére, asszimilációs felületének alakulására és a termésre. Növénytermelés, Bp., Augusztus 339-349 p.
25. LÖRINCZ J. - SIPOS S. - MENYHÉRT Z. - ÁNGYÁN J. - RADICS L. (1981): Elővetemény-hatás a kukoricatermesztésben. I. Az elővetemény hatása a kukoricaállományokban felhasznált műtrágya hatékonyságára és a hozamokra. Növénytermelés Bp., 30. 557-565 p.
26. MEGYES A. (2008): A kukorica öntözésének technológiai és gazdasági kérdései. Agrárunió 2008, 27-29 p.
27. MENYHÉRT Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve (29-31,295-300,335-340.)
28. NÉMETH I. – PETZ A. – JUNÓ F. – HADÁSZI L. (2002): Az állománykezelések hatásának javítása kukoricában nitrogénműtrágyák segítségével. Növényvédelem 38. (10): 531-536 p.
29. NAGY J. (1995a): A műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. Növénytermelés, 44. 493-506 p.
30. NAGY J. (1995b): A kukoricahibridek műtrágya és öntözővíz reakciója. Agrofórum, 5 (5) 56-62 p.
31. NAGY J. (1996): A műtrágyázás és a talajművelés kölcsönhatása a kukoricatermesztésben Növénytermelés, Bp., 1996, Június 297-306 p.
32. NAGY J. (2007): Kukoricatermesztés, Akadémiai Kiadó Bp. 159-247 p.
33. NAGY J. (2009): A vetésidő hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek termés hozamára és minőségére. Növénytermelés, 58.2, 85-105 p.
34. NAGY J. (2010): A kukoricatermesztés jelene és jövője Növénytermelés 59. 2010.3, 81-111 p
35. NAGY G. - KOMÁROMI J. - KISS J. (2003): Az amerikai kukoricabogár lárvakártételének hatása a monokultúrában termesztett kukorica termés eredményére. Gyakorlati Agrofórum Extra, 14 (4) 9-11. p.
36. GYÖRFFY B., BÖLÖNI J. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.

37. LÁNG G. (1966): Tenyészterület és műtrágyázási kísérletek Mv5 hibrid kukoricával. Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. Akadémiai Kiadó, Bp.] 280-294 p.
38. NAGY J. (1996): A műtrágyázás és a talajművelés kölcsönhatása a kukoricatermesztésben. Növénytermelés 45.3, 297-303 p.
39. NAGY J. (2007): A kukorica talajelőkészítése – vetése. Agroinform 6-8.
40. PEPÓ P. (2009): A kukorica (*Zea mays* L.) termése és növénydőlése száraz és csapadékos évjáratban csernozjom talajon. Növénytermelés 58. 3, 59-66 p.
41. LENTE Á., PEPÓ P. (2009): Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica termésére csernozjom talajon. Növénytermelés 58:(3) pp. 39-51 p.
42. PAPP Z. (2007): Tapasztalatok a kukoricabogár elleni védekezésben. Agrofórum Extra 17.
43. PEPÓ P. (2007): "Új" energianövényünk, a kukorica. Agrofórum Extra 17: 10-12 p.
44. PEPÓ P. (2010): Environmental friendly maize (*Zea mays* L.) production on chernozem soil in Hungary. Journal of Agricultural Sciences = Acta Agraria Dbreceniensis 10: (38) 133-135 p.
45. PEPÓ P. - ZSOMBIK L. - DERZSÉNYI J. (2003): A nitrogén műtrágyaformák szerepe a kukoricatermesztésben. Gyakorlati Agrofórum Extra, 14 (2) 12-15 p.
46. PEPÓ P. - ZSOMBIK L. - VAD A. - BERÉNYI S. (2007): A kritikus agrotechnikai tényezők elemzése a kukoricatermesztésben. Agrofórum Extra 17: 5-6 p.
47. PROKSZÁNÉ P. ZS. - SZÉLL E. - KOVÁCSNÉ K. M. (1995): A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntéstalajon. Növénytermelés, Bp., Február 33-43 p.
48. RÁCZ CS., NAGY J. (2011): A víz- és tápanyagellátottság, illetve -hasznosulás megítélésének kérdései kukorica terméseredmények vonatkozásában. Növénytermelés 60. 1, 97-114 p.
49. SÁRVÁRI M. (1995): A kukorica hibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. Növénytermelés, 44, 179-191 p.
50. SÁRVÁRI M. (2003): A vetésváltás jelentősége a kukoricatermesztésben.

- Agro Napló 200/3, 12-14 p.
51. SÁRVÁRI M., MOLNÁR ZS. (2006): A kukorica termesztése
Őstermelő 2, 60-62 p.
52. SÁRVÁRI M. (2007): Egyes klimatikus és agrotechnikai tényezők hatása a kukoricahibridek gombás fertőzöttségére és a fuzáriumtoxin tartalmára
Agrofórum 18. évf. 2, 55-56 p.
53. SÁRVÁRI M. (2007): A kukorica szárazságtűrése. Értékálló Aranykorona 8. évf.
1-5 p.
54. SÁRVÁRI M. (2008): A kukorica optimális műtrágyázása. Magyar Mezőgazdaság 39
évf. 10.
55. SÁRVÁRI M., BOROS B. (2009): A kukorica hibridspecifikus trágyázása és optimális tőszáma. Agrofórum Extra 27: 40-45 p.
56. SÁRVÁRI M. (2009): A kukorica öntözése. Agro Napló 13 évf. 45 p.
57. SÁRVÁRI M., BOROS B. (2010): A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére. Növénytermelés Bp. 59.3, 37-52 p.
58. SZÉLL E., BÚZA L., GYŐRI Z. (2010): Négy különböző talajtípuson végzett kukorica műtrágyázási kísérletek eredményei Növénytermelés 59.4, 41-61 p.
59. VÁNYINÉ SZ. A., MEGYES A., NAGY J. (2010): Vetésidő és az évjárat hatása a kukorica hibridek termés hozamára és a minőségére
Növénytermelés 59. 4, 63-88 p.
60. ZÁLOVICS B, SÁRVÁRI M. (2006): A tőszám hatása a kukoricahibridek termésére.
Agrártudományi Közlemények = Acta Agraria Debreceniensis (Különszám) 50-61 p.

MELLÉKLET

9. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra Kukorica istenség Közép-Mexikó	6
2. ábra: A világ kukoricatermelésének alakulása	7
3. ábra: A kukorica vetésterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon 1921-2008 között	8
4. ábra: A kísérleti telep 30 éves hőmérséklet és csapadék adatai	24
5. ábra: A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása a 2007. évben	25
6. ábra: A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása a 2008. évben	26
7. ábra: A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása 2009. évben	27
8. ábra A csapadék és hőmérséklet átlagainak alakulása 2010. évben	28
9. ábra: 2007. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása a terméseredmények alapján	31
10. ábra: 2008. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása terméseredmények alapján	32
11. ábra: 2009. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása terméseredmények alapján	33
12. ábra: 2010. év vetésváltási modelljeinek összehasonlítása terméseredmények alapján	34
13. ábra: A monokultúra hatása a kukorica termésére a vizsgálati években	35
14. ábra A bikultúra vetésváltás hatása a kukorica termésére a vizsgálati években	36
15. ábra A trikultúra vetésváltás hatása a kukoricatermésére a vizsgálati években	37
16. ábra A vetésváltás hatása a termésmennyiségre a vizsgált évek átlagában	38
17. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2007. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva	41
18. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2008. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva	44
19. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2009. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva	47
20. ábra: A tápanyagellátás hatása a 2010. évben az abszolút terméstöbbletre vetésváltásonként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva	50
21. ábra: A trágyázás hatása az abszolút termés többletre vetésváltásokként, ill. tápanyagszintenként kontrollhoz viszonyítva a vizsgált évek átlagában	51
22. ábra A vetésváltás szerepe a termésmennyiségre a vizsgált évek átlagában	53

10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Főbb kukoricatermesztő országok fontosabb mutatóinak alakulása.....	4
2. táblázat: Ruzsányi Professzor Úr által beállított kísérlet elrendezése	22
3. táblázat: A kijutatott műtrágya hatóanyagai tápanyagszintenként	23
4. táblázat: A csapadék mennyiségének alakulása a 2007. évben	25
5. táblázat A csapadék mennyiségének alakulása a 2008. évben	26
6. táblázat: A csapadék mennyiségének alakulása a 2009. évben	28
7. táblázat: A csapadék mennyiségének alakulása a 2010. évben	28
8. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában 2007. évben	39
9. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2007.évben	40
10. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2007. évben	41
11. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában 2008. évben	42
12. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2008. évben	43
13. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2008. évben.....	43
14. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában 2009. évben	45
15. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2009. évben	46
16. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2009. évben.....	46
17. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére monokultúrában 2010. évben	48
18. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére bikultúrában 2010. évben	49
19. táblázat: A tápanyagellátás hatása a kukorica termésére trikultúrában 2010. évben.....	49