

Debreceni tartamkísérletek 40 éves eredményei

PEPÓ PÉTER

Debreceni Egyetem MÉK

Növénytudományi Intézet, Debrecen

Bevezetés

A növénytermesztés technológiai folyamatában az adott növény termésmennyiségére, termésbiztonságára és termésminőségére jelentős számú ökológiai, biológiai és antropogén (agrotechnikai) tényező hat. Ezek a tényezők egyenként, individuálisan is jelentős mértékben tudják befolyásolni a kultúrnövények termésképződési folyamatait, de még nagyobb számú azon kapcsolatok sokasága, amelyek a tényezők közötti kölcsönhatások eredményeként jelennek meg. Szükség van tehát szabatos, ellenőrzött feltételek mellett beállított szántóföldi kísérletekre, amelyek lehetőséget nyújtanak egy-egy, vagy több tényező termésképződésre gyakorolt hatásainak pontos meghatározására. A növénytermesztési fejlesztések mellett alapadatokat, nélkülözhetetlen információkat szolgáltatnak a növénynevelés, a talajtan, az agrokémia, a növényvédelem és egyéb diszciplínák adatbázisához, ugyanakkor jelentősen hozzájárulnak a szaktanácsadási munkához, a klímaváltozás hatásainak meghatározásához, illetve az ahhoz történő adaptációhoz, a környezetvédelmi feladatok, az élelmiszerbiztonsági problémák megoldásához is.

A tartamkísérletek különleges értéket képviselnek a növénytermesztési diszciplínákban. A növénytermesztés az elmúlt évtizedek során egyre inkább multidiszciplináris tudománnyá alakult át, amelyben egyesülnek az alap-alapozó (növénytan, növényélettan, talajtan, agrokémia, agrometeorológia stb.) és alkalmazotti diszciplínák (növénykórtan, herbológia, növényvédelmi állattan, műszaki ismeretek, földműveléstan, élelmiszertudomány stb.). A tartamkísérletek nemzeti értéket képviselnek és a fejlettebb országokban ennek megfelelő erkölcsi, tudományos és anyagi megbecsülést is kapnak. Sajnos ez Magyarországon nem így van. Egy-

egy kutató, egyetemi oktató elszántsága, jövőbe vetett hite kell ahhoz, hogy ezek a tartamkísérletek fennmaradjanak, tovább folytatódjanak. Egyúttal azt is hangsúlyozni szükséges, hogy a tartamkísérletek eredményei messze túlmutatnak az agrárium területein. Napjainkban, de még inkább a jövőben a tartamkísérletekben elért eredmények hasznosan szolgálhatják a társadalmi-politikai döntéseket (pl. foglalkoztatottság, társadalmi rétegek helyzete, munkaerő piaci trendek stb.), a műszaki-innovációs fejlesztéseket (új gépek, precíziós technológiák stb.), a klímaváltozások negatív hatásainak mérséklését, a környezetvédelmi döntéseket és még hosszan folytathatnánk a felsorolást.

A Debrecen-Látóképi Kísérleti Telepet 1983. évben létesítettük, ebben az évben kerültek a tartamkísérletek is beállításra. A tartamkísérletek létesítésében sok-sok szakember vett részt, közülük is kiemelkedő szerepet játszott Dr. Bocz Ernő, Dr. Ruzsányi László, Dr. Nagy János és Dr. Pepó Péter. A tartamkísérletek alapítása tehát 40 évre tekint vissza. Ez alatt az idő alatt nagyon sok oktató, kutató, technikus kapcsolódott be a mindennapi munkába közülük Dr. Vad Attila és Török Tamás személye emelhető ki. A tartamkísérletek olyan alapot jelentenek, melyre szilárdan építhettek a társdiszciplínák kutató-oktatói (földműveléstan, genetika, talajtan, agrokémia, agrometeorológia, növényvédelem stb.).

Az elmúlt 40 év alatt sok-sok millió kísérleti adat került rögzítésre és feldolgozásra, melyek közül csak a legfontosabbak bemutatására nyílik lehetőség a korlátozott terjedelem miatt.

Anyag és módszer

A kísérleti telep Kelet-Magyarországon, a Hajdúságban található (É.sz. 47°33' K.h. 21°27'). A kísérleti telep területe kiegyenlített, homogén, ami kiváló lehetőséget biztosított a tartamkísérletek és egyéb kísérletek beállítására.

A kísérleti telep talaja a hajdúsági löszháton kialakult mészelepedékes csernozjom talaj. A kísérletek indulása (1983. év) előtt elvégzett talajvizsgálati eredmények (1. táblázat) azt bizonyították, hogy a terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható ($A_k=43-45$). A humusztartalma átlagos ($Hu\%=2,7-2,8$), a humuszréteg vastagsága 80 cm körüli. A felső talajrétegek kémhatása közel semleges ($pH_{KCl}= 6,4-6,6$). A mészelepedékes talaj foszfor-ellátottsága közepes (AL-oldható P_2O_5 133 mg/kg), a káliumellátottsága pedig közepes-jó (AL-oldható K_2O 240 mg/kg).

1. táblázat. A kísérleti terület talajvizsgálatai (Debrecen)

Talaj-réteg (cm)	pH (KCl)	K _A	CaCO ₃ (%)	Hu-musz (%)	Össz. N (%)	NO ₃ + NO ₂ (mg/kg)	P ₂ O ₅ AL-oldható (mg/kg)
0-25	6,46	43,0	0	2,76	0,150	6,20	133,4
25-50	6,36	44,6	0	2,16	0,120	1,74	48,0
50-75	6,58	47,6	0	1,52	0,086	0,60	40,4
75-100	7,27	46,6	10,25	0,90	0,083	1,92	39,8
100-130	7,36	45,4	12,75	0,59	0,078	1,78	31,6

Talaj-réteg (cm)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	SO ₄ (mg/kg)	K ₂ O AL-oldható (mg/kg)
0-25	332,4	38,0	2,80	5,86	438	9,25	239,8
25-50	405,4	66,2	0,80	4,54	406	9,13	173,6
50-75	366,6	55,4	0,58	3,64	339	10,80	123,0
75-100	249,0	67,8	0,48	2,24	74	7,95	93,6
100-130	286,6	62,6	0,84	1,64	4	22,98	78,0

Kedvezőek a talaj vízgazdálkodási jellemzői is (2. táblázat). A talaj térfogat-tömege a művelt rétegekben 1,40-1,45 g/cm³, az alsóbb rétegekben pedig 1,25-1,29 g/cm³. A pórustérfogat 46-54% között változik a talajszelvényben. A kísérleti terület talaja kedvező vízbefogadó és víztartó képességgel rendelkezik. A növények vízellátása szempontjából mértékadó 0-200 cm talajrétegben a VK_{min}-ig telített talaj 600-650 mm vizet képes befogadni, amelynek mintegy 50-60%-át teszi ki a diszponibilis víz (DV). A talajvíz átlagos mélysége 3-5 m, még csapadékos évjáratban sem emelkedik 2 m fölé.

Az éghajlati-időjárási feltételeket a kontinentális és gyakran szélsőséges viszonyok jellemzik. Különösen igaz ez a lehulló csapadék mennyiségére és annak eloszlására, de szélsőséges viszonyok tapasztalhatók a hőmérsékleti értékek alakulásában mind a vegetációs perióduson belül, mind azon kívül. A csapadék 30 éves átlaga 548,6 mm, amely trendjében folyamatos csökkenést mutat az elmúlt évtizedekben (3. táblázat). A legcsapadékosabb hónap a július (68,7 mm), míg a legszárazabb a január (29,2 mm). A sokévi éves átlaghőmérséklet 10,6 °C (3. táblázat), amely tendenciájában növekedést mutat. A leghidegebb hónap a január (-1,0 °C), míg a legmelegebb a július (21,3 °C).

2. táblázat. A kísérleti terület talajának vízgazdálkodását jellemző mutatók
(Debrecen)

Talajréteg (cm)	Térfogat- tömeg (Tt)	Pórus térfogat (P%)	Gravitációs pórustér + levegő- zárvány (Pg+1%)	Minimális víz- kapacitás (VK _{min} %)	Holtvíz- tartalom (HV%)	hy
5-25	1,433	45,93	11,53	33,65	15,55	2,715
27-33	1,410	46,73	7,05	37,75	15,70	2,783
47-53	1,275	51,90	12,50	36,87	14,75	2,755
97-103	1,285	51,55	8,73	40,93	11,13	2,168
122-128	1,268	52,20	7,23	43,10	9,38	1,853
147-153	1,268	52,13	6,68	43,95	9,03	1,778
197-203	1,230	53,70	6,30	46,00	8,50	1,690

3. táblázat. A meteorológiai feltételek változása a tartamkísérletekben
(Debrecen-Látókép)

Hónap	Csapadék (mm)			Havi középhőmérséklet (°C)		
	1961- 1990	1981- 2010	1991- 2020	1961- 1990	1981- 2010	1991- 2020
Január	37,0	29,7	29,2	-2,6	-1,4	-1,0
Február	30,2	31,0	35,2	0,2	0,1	0,7
Március	33,5	30,2	30,5	5,0	5,1	5,6
Április	42,4	52,8	44,0	10,7	11,1	11,7
Május	58,8	64,0	54,3	15,8	16,6	16,4
Június	79,5	66,5	64,6	18,7	19,4	19,9
Július	65,7	66,1	68,7	20,3	21,3	21,3
Augusztus	60,7	49,0	49,7	19,6	20,7	21,1
Szeptember	38,0	47,5	48,5	15,8	15,8	15,9
Október	30,8	37,9	41,0	10,3	10,4	10,4
November	45,2	41,6	39,7	4,5	4,6	5,2
December	43,5	43,7	43,2	-0,2	-0,1	0,1
Átlag (°C)	-	-	-	9,8	10,3	10,6
Összesen (mm)	565,3	560,1	548,6	-	-	-

Polifaktoriális tartamkísérlet

A polifaktoriális tartamkísérlet beállítása, kezelése

A szántóföldi növények termés mennyiségét, minőségét, termésstabilitását, agronómiai és növényfiziológiai folyamatait az ökológiai feltételek, az alkalmazott genotípus (fajta/hibrid), valamint az agrotechnikai elemek nem külön-külön, hanem egymással szoros kölcsönhatásban határozzák meg. Célszerű ezért ezeket a tényezőket együttesen magukba foglaló olyan kísérletekben vizsgálni, amelyben a kezelések állandóak. Ilyen polifaktoriális tartamkísérletben vizsgáljuk a hazánkban legnagyobb területen termesztett szántóföldi növényfajok (őszi búza, kukorica) agronómiai reakcióit (kiegészítve a borsóval [szójával], vetésváltási okok miatt).

A polifaktoriális tartamkísérlet 1983. évben került beállításra. A kísérlet split-split-plot elrendezésű, az ismétlések száma négy. A kísérlet teljes területe 100 500 m² (10,5 ha), a kísérletben vizsgált parcellák bruttó területe 46 m². A kísérletben 1080 parcella vizsgálatát végezzük. A kísérletből származó adatok (több százezer adat) olyan adatbázist jelentenek, amely értékelésével részben új tudományos, részben új gyakorlati eredményekhez juthatunk. A polifaktoriális tartamkísérletben a következő tényezők vizsgálatát végezzük:

- Vetésváltás
 - monokultúra (kukorica termesztése 1983. év óta)
 - bikultúra (búza-kukorica vetésváltás évenként)
 - trikultúra (borsó [szója]-búza-kukorica vetésváltás)
- Tápanyagellátás

A vizsgált szántóföldi növényfajok specifikus igényeit figyelembe véve a tartamkísérletben alkalmazott műtrágya adagok. A P és K adagokat 100%-ban, a N adagok 50%-át őszi, a N második 50%-át tavasszal juttatjuk ki.

	Műtr. kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		(kg/ha)		
Búza	1	0	0	0
	2	50	35	40
	3	100	70	80
	4	150	105	120
	5	200	140	160

	Műtr. kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		(kg/ha)		
Kukorica	1	0	0	0
	2	60	45	45
	3	120	90	90
	4	180	135	135
	5	240	180	180

	Műtr. kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		(kg/ha)		
Borsó	1	0	0	0
	2	35	30	25
	3	70	60	50
	4	105	90	75
	5	140	120	100

- Vízellátás
 - Ö₁ = öntözés nélkül (természetes csapadék)
 - Ö₂ = a vízhiány 50%-ának visszapótlása öntözéssel
 - Ö₃ = a vízhiány 100%-ának visszapótlása öntözéssel
 - A kezelések 2020. tavaszától a következőkre módosultak:
 - Ö₁ = öntözés nélkül (természetes csapadék)
 - Ö₂ = öntözés nélkül + meszezés (2020. tavaszán 6,0 t/ha CaCO₃)
 - Ö₃ = öntözés
- Növényfaj specifikus kezelések
 - Búza
 - Eltérő intenzitású növényvédelmi modellek
 - extenzív
 - átlagos
 - intenzív
 - Kukorica
 - Eltérő állománysűrűség alkalmazása
 - 40 ezer növény/ha
 - 60 ezer növény/ha
 - 80 ezer növény/ha

- Borsó
 - Eltérő vetésidők
 - korai vetésidő
 - átlagos vetésidő
 - megkésett vetésidő

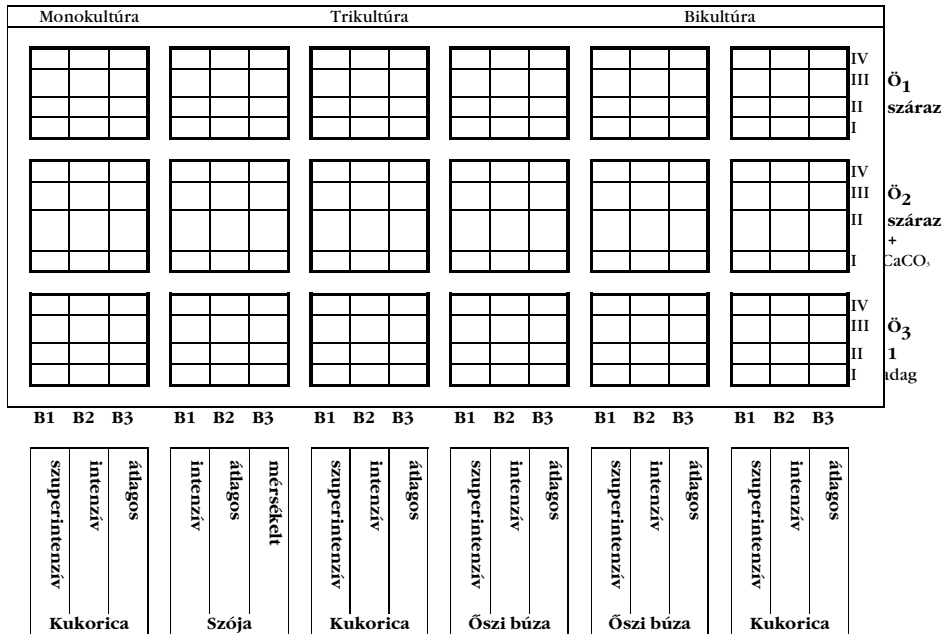
A kezelések 2019. őszétől a következők szerint módosultak:

- Búza - növénytermesztési modellek
 - átlagos
 - intenzív
 - szuperintenzív
- Kukorica - növénytermesztési modellek
 - átlagos
 - intenzív
 - szuperintenzív
- Szója - növénytermesztési modellek
 - mérsékelt
 - átlagos
 - intenzív

A polifaktoriális tartamkísérlet elrendezését az *1. ábra* tartalmazza.

A tartamkísérlet hosszú időtartama (40 év), a kísérletben vizsgált agrotechnikai tényezők fontossága és száma (négy tényező) lehetőséget biztosít arra, hogy a növénytermesztési térben lejátszódó folyamatokat nyomon tudjuk követni, valamint feltárjuk azokat az ok-okozati összefüggéseket, amelyek az adott növény termésének változását előidézték. A tartamkísérlet lehetőséget nyújt interdiszciplináris kutatások elvégzésére is. Ezek közül a legjelentősebbek a talajtani, agrokémiai, talajökológiai, mikrobiológiai, növényvédelmi, élelmiszer-alapanyag minőségi, környezetvédelmi, precíziós technológiai kutatások. A tartamkísérletben végzett vizsgálatokat az alábbi nagyobb csoportokra oszthatjuk fel: - talaj vízháztartási kutatások, - talaj tápanyagháztartási kutatások, - in situ növényéletteni vizsgálatok, - agronómiai, növénykórtani megfigyelések, - termésmennyiségek elemzése, - termésminőség vizsgálatok, - növényi modellek statikai és dinamikai elemzése.

1. ábra. Polifaktoriális szántóföldi tartamkísérlet



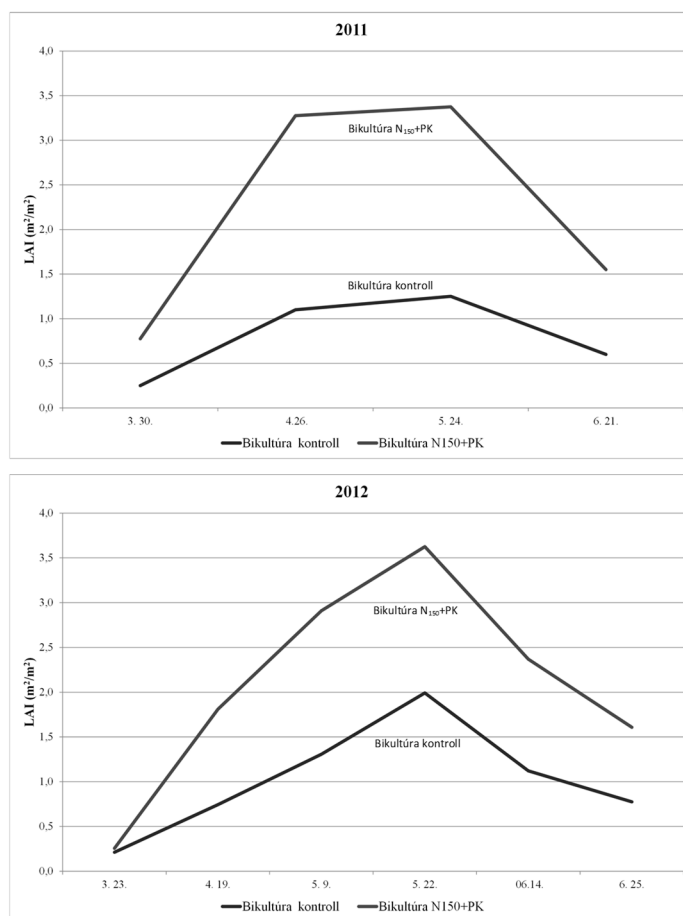
A polifaktoriális tartamkísérlet talaja mészlepedékes csernozjom talaj, amely kiváló vízháztartási tulajdonságok jellemeznek (kedvező vízbefogadó- és víztartó képesség, jelentős a szántóföldi vízkapacitása [$V_{k_{min}}$], illetve azon belül a szántóföldi növények rendelkezésére álló hasznos, diszponibilis víz [DV] mennyisége). A tenyészidőn kívül lehullott csapadék mennyiségének a csernozjom talajban tárolt része igen jelentős a termesztett növények vízellátása szempontjából. Fontos az is, hogy az öntözéssel kijuttatott víz és a vegetációs periódusban lehullott csapadék jelentős része is kedvezően hasznosul a csernozjom talaj kiváló vízháztartása következtében.

Eredmények

A polifaktoriális tartamkísérletben végzett *in situ* növényfiziológiai mérések elsősorban a növényállományok fotoszintetikus kapacitásának, illetve annak dinamikai változásának a meghatározására irányulnak. A hosszú idő óta folytatott kutatások eredményei azt bizonyították, hogy a

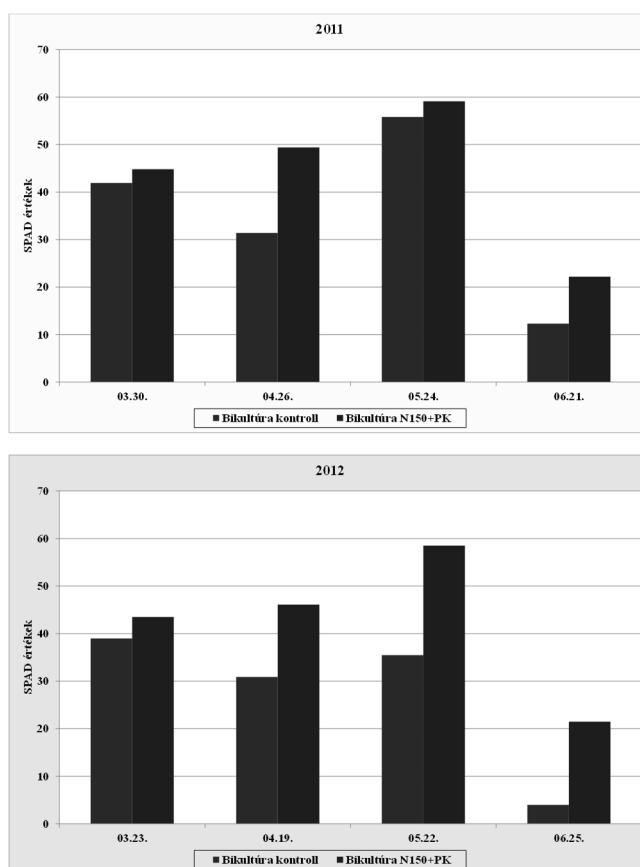
növényállományok levélterületét (LAI), annak dinamikáját, ill. maximális értékeit (LAI_{max}) az évjárat mellett a tápanyagellátás és részben a vetésváltás befolyásolta. Kedvező LAI_{max} és LAI dinamikát a búza és a kukorica esetében is a diverzifikált vetésváltásban és a növényfajra jellemző optimális NPK adagnál kaptuk (2. ábra).

2. ábra. Az évjárat, a vetésváltás és a tápanyagellátás hatása a búza levélterület index (LAI) értékeire (Debrecen, csernozjom talaj, Vári E.–Pepó P.)



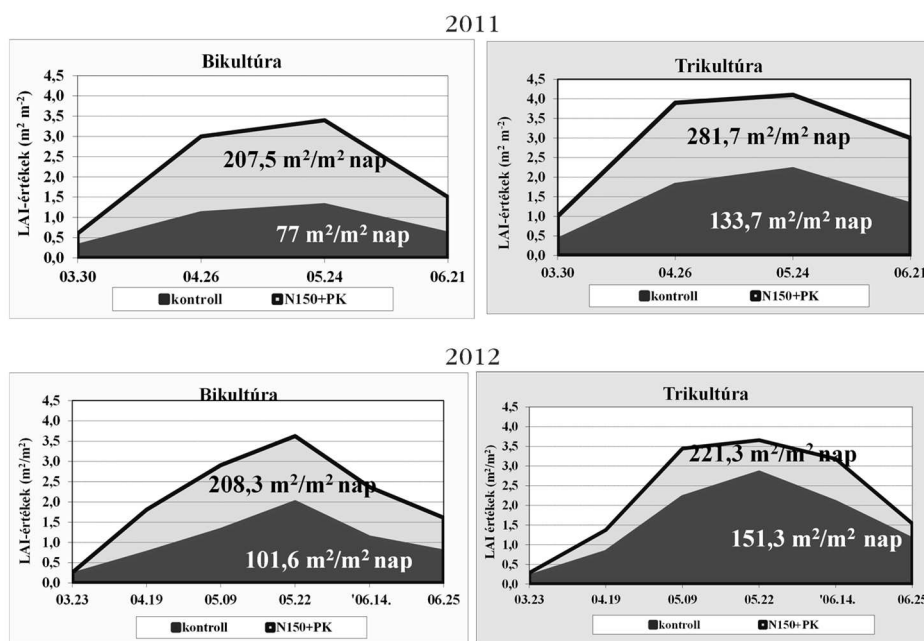
Vizsgálataink azt bizonyították, hogy az ökológiai (időjárás) és agrotechnikai tényezők (trágyázás, vetésváltás) a búza és kukorica SPAD értékeit is befolyásolta (3. ábra). A SPAD értékekből a relatív klorofill-tartalomra lehet következtetni. A kedvezőbb LAI és SPAD értékek együtt a növényállományok nagyobb fotoszintetikus kapacitását eredményezték, amely a terméseredményben is megnyilvánult.

3. ábra. Az évjárat, a vetésváltás és a tápanyagellátás hatása a búza relatív klorofilltartalmára (SPAD értékek) (Debrecen, csernozjom talaj, Vári E.–Pepó P.)



Növekedésanalízis (growth-analysis) vizsgálataink eredményei azt bizonyították, hogy a növekedés-analízis paramétereit (LAD, CGR, RGR, HI) hatékonyan használhatjuk egyrészt a növényállomány fejlettségének, illetve fejlődési dinamikájának a jellemzésére, valamint - megfelelő fenofázisokban - a terméseredmények prognosztizációjában. A búza állományok LAD értékeit az évjárat mellett a trágyázás és vetésváltás is befolyásolta (4. ábra).

4. ábra. Az évjárat, a vetésváltás és a tápanyagellátás hatása a búza levélterület-tartósságára (LAD = Leaf Area Duration)
(Debrecen, csernozjom talaj, Vári és Pepó)



Az ökológiai (évjárat) és az agrotechnikai tényezők interaktív hatásait a legkomplexebb módon a terméseredményben bekövetkezett változások jellemzik. Kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy a kedvezőtlen vetésváltás (monokultúra) a kukorica termését a legnagyobb mértékben aszályos évjáratban csökkentette. A kukorica termés szintje a kedvező vízellátás esetén megfelelő trágyaadagok alkalmazása mellett közel azonos volt. A trágyázás

termésnövelő hatása a monokultúrában volt a legnagyobb. A trágyázás terméstöbbletét az évjárat vízellátottsága befolyásolta kukoricánál (4. táblázat).

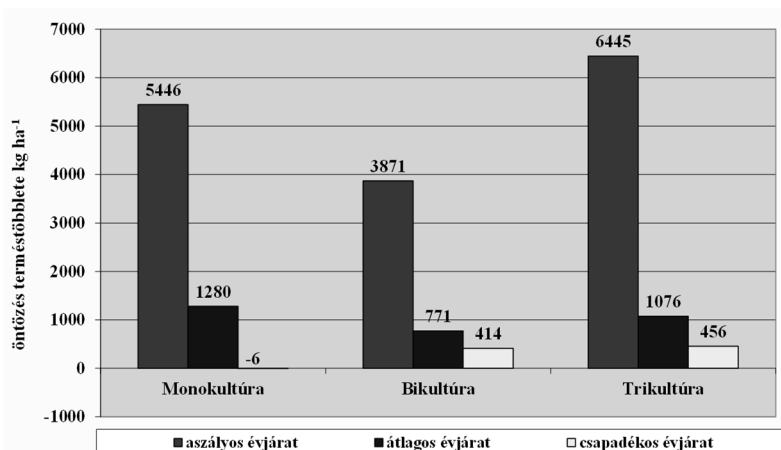
4. táblázat. Vetésváltás, évjárat, trágyázás hatása a kukorica termésére (Debrecen, csernozjom talaj, nem öntözött, 1986–2022)

Mtr. kezelés	Termés (kg/ha)					
	Aszályos (14 év, 37%)		Átlagos (18 év, 47%)		Csapadékos (6 év, 16%)	
	Monokultúra					
Kontroll	3616	+1328	6061	+4580	7538	+5476
N _{opt} +PK	4944		10641		13014	
	Bikultúra					
Kontroll	7249	+933	9505	+2829	10208	+2319
N _{opt} +PK	8182		12334		12599	
	Trikkultúra					
Kontroll	6585	+897	9839	+2041	10221	+2574
N _{opt} +PK	7482		11880		12795	

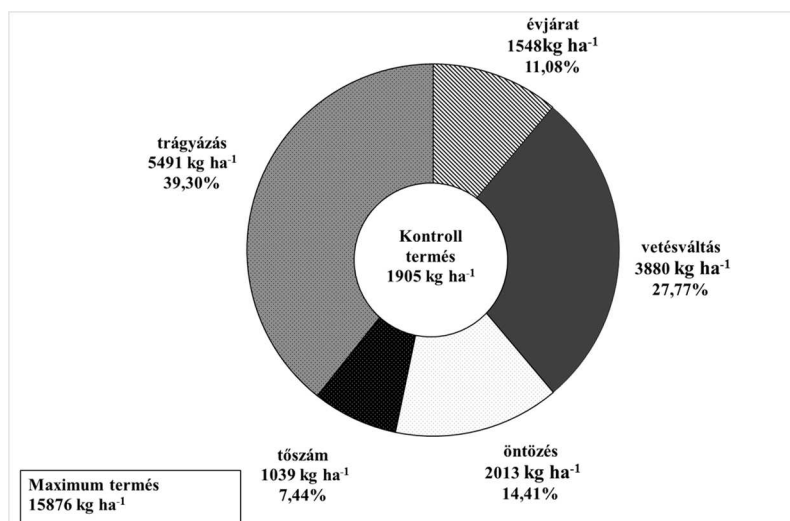
Az optimális műtrágya adag kukoricánál monokultúrában N₁₈₀₋₂₄₀+PK, bikultúrában N₁₂₀₋₁₈₀+PK, trikkultúrában N₆₀₋₁₂₀+PK volt évjáratától függően. A kukorica öntözési terméstöbbletét az évjárat jellege döntötte el. Kedvező öntözési terméstöbbletet aszályos évjáratban kaptunk (3900–6400 kg/ha vetésváltástól függően), míg átlagos vízellátottságú évjáratban az öntözési terméstöbblet szerény mértékű (800–1300 kg/ha) volt (5. ábra).

A hatalmas adatbázis lehetőséget nyújtott arra, hogy elvégezzük az egyes tényezők hatásának egzakt meghatározását. Tartamkísérletünk eredményei azt bizonyították, hogy a kukorica termésnövekedését a trágyázás 39%-ban, a vetésváltás 28%-ban, az öntözés 14%-ban, az állománysűrűség 7%-ban, az évjárat pedig 11%-ban határozta meg (6. ábra).

5. ábra. Az öntözés terméstöbblete kukoricánál eltérő évjáratban és vetésváltásban
(Debrecen, 1986–2022)

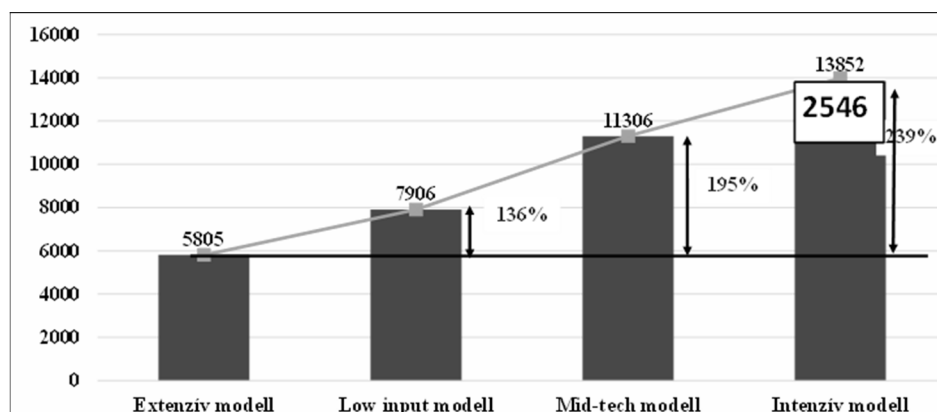


6. ábra. Az évjárat és az agrotechnika szerepe a kukoricatermesztésben
(Debrecen, csernozjom talaj, 2004–2013)



A polifaktoriális tartamkísérleteink eredményei alapján olyan, eltérő intenzitású kukoricatermesztési modelleket állítottunk össze, amelyeket eltérő termőhelyi feltételek mellett, különböző genotípusú kukorica hibrideknél lehet eredményesen alkalmazni. A kukorica növényi modellek azt bizonyították, hogy a kukorica kifejezetten igényli és meghálálja az intenzív termesztéstechnológiát. Az extenzív termesztési modellhez képest mérsékelt (+36%) terméstöbbletet eredményezett a low input modell alkalmazása, relatíve jelentős volt a mid-tech modell terméstöbblete (+95%) is. Az intenzív kukorica modell esetében a terméshozadék (+139%) igen jelentős mértékű volt (7. ábra).

7. ábra. Technológiai modellek hatása a kukorica termésére (kg/ha)
(Debrecen, csernozjom talaj, 2004–2022)

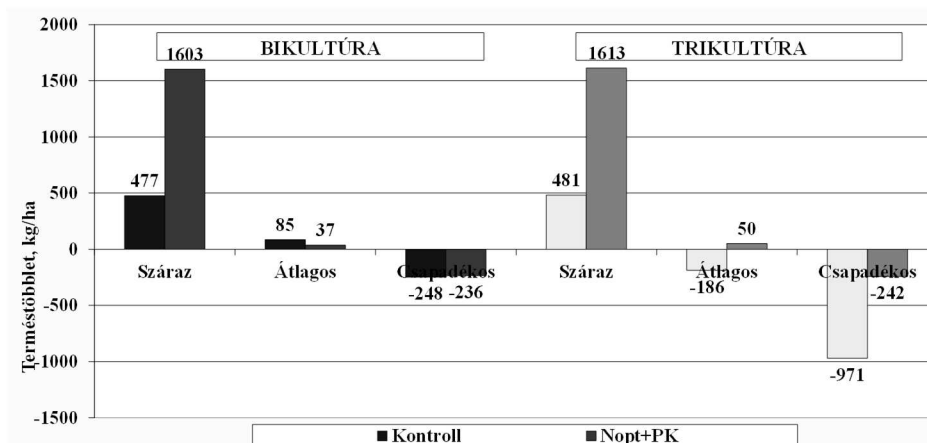


A polifaktoriális tartamkísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy az őszi búza ökológiai (évjárat) és agrotechnikai reakciója jelentősen eltért a kukoricával összehasonlítva. A búza termését az évjárat jelentősen befolyásolta. A legnagyobb termést átlagos vízellátottságú évjáratban kaptuk (5. táblázat). Mind a szárazabb (a tápanyag- és vízfelvétel korlátozottsága miatt), mind a csapadékos (a jelentős növénykórtani problémák és az állományok megdőlése miatt) évjáratban az őszi búza termése elmaradt az átlagos évjáratok termésszintjétől. A tartamkísérleteink egyértelműen azt bizonyították, hogy az őszi búza öntözési terméstöbblete (1600–1700 kg/ha), öntözési reakciója még száraz évjáratban is szerény mértékű (8. ábra).

5. táblázat. Vetésváltás, évjárat, trágyázás hatása az őszi búza termésére
(Debrecen, csernozjom talaj, nem öntözött, 1986–2022)

Mtr. kezelés	Termés (kg/ha)					
	Aszályos (10 év, 26%)		Átlagos (23 év, 61%)		Csapadékos (5 év, 13%)	
	Bikultúra					
Kontroll	1900	+3805	2482	+5722	3162	+2257
N _{opt} +PK	5705		8204		5419	
	Trikkultúra					
Kontroll	4409	+2828	5551	+3219	4885	+1305
N _{opt} +PK	7237		8770		6190	

8. ábra. Az öntözés terméstöbblete őszi búzáznál
(Debrecen, csernozjom talaj, 1986–2022)

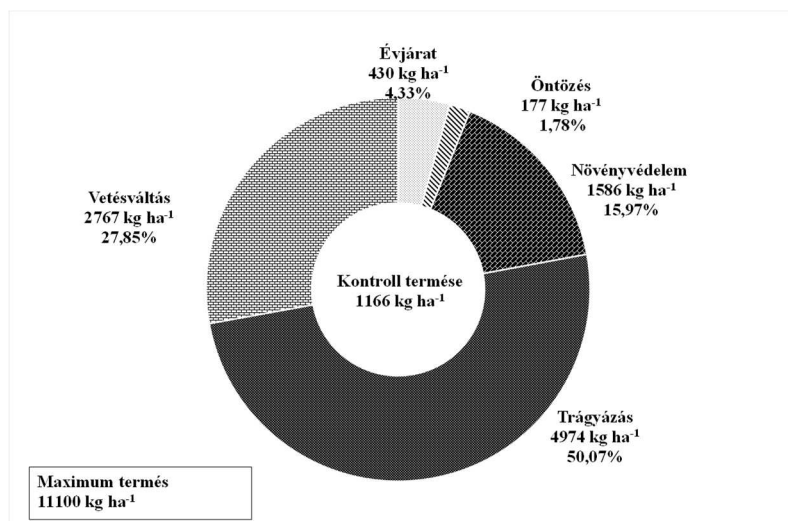


Őszi búzát öntözni ezért csak kivételes esetekben, az állományok életben tartása, megmentése esetén célszerű végezni. Igen jelentős volt a vetésváltás hatása az őszi búza termésére. Trikkultúra vetésváltásban a kontroll (műtrágya nélküli) kezeléseknél a búza 1,8–3,1 t/ha-ral meghaladta a bikultúrában kapott

terméseredményeket. Ezt a különbséget a vetésváltási rendszerek között jelentős mértékben csökkenteni lehetett optimális műtrágya adagok alkalmazásával. Őszi búzánál optimális műtrágya adagnak bikultúrában az $N_{150-200}+PK$, trikultúrában pedig az $N_{50-100}+PK$ adag bizonyult. A növényvédelem is jelentős módon befolyásolta a búza termésszintjét. Legkedvezőbb eredményeket az intenzív növényvédelmi technológia alkalmazása esetén kaptuk. Szoros interaktív hatást lehetett kimutatni a vetésváltás \times trágyázás \times növényvédelem \times évjárat rendszerben. Mérsékelt műtrágya adagoknál főlegesen költségnövelő tényező az intenzív növényvédelem alkalmazása, ugyanakkor optimális műtrágya dózisok kijuttatása esetén szinte kötelező az intenzív növényvédelmi technológia végrehajtása.

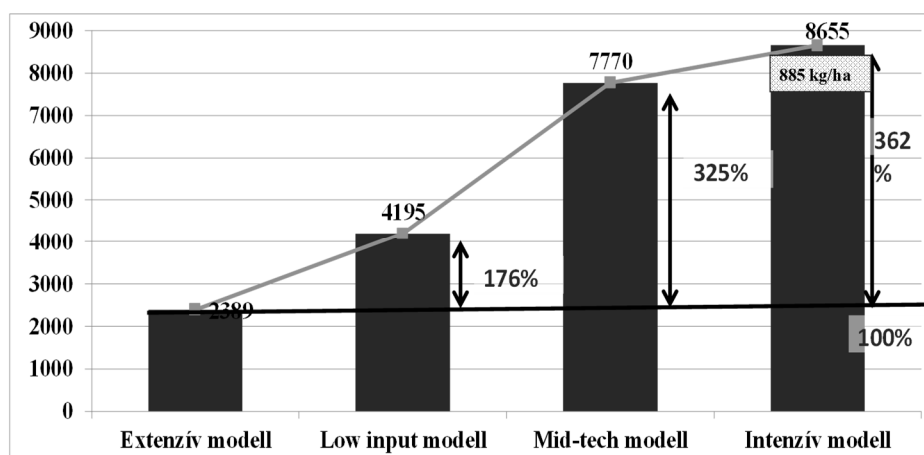
A variancia komponensek felosztásával a polifaktoriális tartamkísérlet hatalmas adatbázisát értékeltük őszi búza esetében. Kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy az őszi búza termését a trágyázás 50%-ban, a vetésváltás 28%-ban, a növényvédelem 16%-ban, az öntözés 2%-ban, az évjárat pedig 4%-ban határozta meg (9. ábra).

9. ábra. Az évjárat és az agrotechnika szerepe a búzatermesztésben
(Debrecen, csernozjom talaj, 2004–2013)



A polifaktoriális tartamkísérlet tudományos eredményei lehetőséget nyújtottak olyan gyakorlati őszi búza termesztéstechnológiai modellek összeállítására, amelyeket hatékonyan lehet a gyakorlatban alkalmazni. Őszi búza esetében az átlagos input felhasználású növényi modellt (7770 kg/ha) alkalmazhatjuk a leghatékonyabban. Ennél a modellnél az extenzív modellhez (2389 kg/ha) és a low-input modellhez (4195 kg/ha) képest egyaránt jelentős a búza terméstebblete, ugyanakkor a technológiai intenzitási szint további növelése csak mérsékelt terméstebbletet (885 kg/ha) eredményezett (10. ábra).

10. ábra. Technológiai modellek hatása az őszi búza termésére (kg/ha)
(Debrecen, csernozjom talaj, 2004–2022)



Különösen jó ökológiai adottságú területeken, intenzív technológia alkalmazása mellett egyre sürgetőbb igényként vetődik fel az a kérdés, hogy hogyan lehet agronómiailag és ökonómiailag hatékonyan tovább növelni az adott növény termésmennyiségét, -minőségét és termésbiztonságát.

Tartamkísérletben különböző intenzitású növényi modelleket (átlagos, intenzív, szuperintenzív) vizsgálunk, amelyekben eltérő típusú növekedésszabályozó, növényi kondicionáló anyagokat, levéltrágyákat, regulátorokat hasonlítunk össze a két legfontosabb szántóföldi növényfajunknál (őszi búza, kukorica). Őszi búzána a legutóbbi évek (2020-2021-2022. évek) eredményei azt bizonyították, hogy átlagos technológiával bikultúrában 6,7–9,2 t/ha, intenzív modellel 6,8–

9,6 t/ha, szuperintenzív technológiával pedig 7,1-9,9 t/ha termés érhető el (búza-kukorica vetésváltás). Kedvezőbb vetésváltásban, trikultúrában (szója-búza-kukorica) ennél is kedvezőbb termésszinteket tudtunk realizálni (átlagos 6,9-9,6 t/ha, intenzív 7,2-9,9 t/ha, szuperintenzív 7,8-11,2 t/ha). Hiányos tápanyagellátás (kontroll) mellett a növekedésszabályozók + levéltrágyák alkalmazása minimális terméstöbbletet eredményezett. Optimális trágyázás esetén a terméstöbblet mértékét az évjárat vízellátása befolyásolta. Átlagos csapadékú évjáratokban (2020. és 2021. évek) a növekedésszabályozók + levéltrágyák terméstöbblete bikultúrában 650-1250 kg/ha, trikultúrában pedig 1000-1600 kg/ha volt. Az extrém száraz 2022. évben mérsékeltebb terméstöbbleteket kaptunk (400 kg/ha, illetve 900 kg/ha), azaz ilyen mértékű időjárási anomáliákat ezekkel az addicionális anyagokkal sem lehetett kivédeni (6. táblázat).

6. táblázat. *Technológiai intenzitás hatása a búza termésére (Debrecen, csernozjom talaj, 2020-2022)*

Vetésváltás	Technológiai szint	2020		2021		2022	
		Kontroll kg/ha	Max. termés (N _{opt}) kg/ha	Kontroll kg/ha	Max. termés (N _{opt}) kg/ha	Kontroll kg/ha	Max. termés (N _{opt}) kg/ha
Bikultúra	átlagos	2588	9214	2204	8204	1969	6740
		-213	+398	-781	-78	+228	+92
	intenzív	2375	9612	2126	9015	2197	6832
		+64	+654	+135	+1266	+306	+405
	szuperintenzív	2652	9868	2339	9470	2275	7145
Trikultúra	átlagos	4515	8887	5289	9584	4251	6860
		+284	+682	+463	+334	+211	+357
	intenzív	4799	9569	5752	9918	4462	7217
		+426	+1009	+740	+1592	+378	+894
	szuperintenzív	4941	9896	6029	11176	4629	7754

Fontosabb szántóföldi növényfajok genotípusai tápanyagreakciójának tesztelése tartamkísérletben

A tesztelési tartamkísérlet beállítása, kezelése

A fontosabb növényfajok (őszi búza, kukorica, napraforgó) tápanyagigényes kultúrák, ugyanakkor a kijuttatott tápanyagokra rendkívül jól reagáló (indikátor) szántóföldi növényfajok. A kijuttatott tápanyagok hasznosulását számos agroökológiai (évjárat, talaj), agrotechnikai (vetésváltás, növényvédelem stb.) tényezők mellett a termesztett genotípus, a fajta/hibrid tápanyagreakciója is jelentősen befolyásolja. Az elmúlt évtizedekben igen jelentős mértékben megnőtt az államilag minősített fajták/hibridek száma. Az eltérő genotípusú fajták/hibridek jelentős mértékű különbségeket mutatnak a különböző agrotechnikai tényezőkre adott reakciójukban. E fajtaspecifikus technológiai elemek közül az egyik legfontosabb a növényfajok genotípusainak tápanyag-reakciójának egzakt meghatározása. Ilyen tartamkísérletet folytatunk 1983. év óta mészlepedékes csernozjom talajon különböző növényfajok (őszi búza, kukorica, napraforgó) fajtáival, hibridjeivel. A kísérlet split-split-plot elrendezésű, az ismétlések száma négy (11. ábra). A kísérleti parcellák 10 m² nagyságúak, a kísérlet teljes területe 37 500 m² (3,75 ha). A tartamkísérletben alkalmazott kezelések:

- Trágyázás

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(kg/ha)		
1	0	0	0
2	30	22,5	26,5
3	60	45	53
4	90	67,5	79,5
5	120	90	106
6	150	120	132,5

A foszfor és kálium műtrágyák 100%-át, a nitrogén műtrágya 50%-át össze, a nitrogén további 50%-át tavasszal juttatjuk ki.

- Növényfaj
 - őszi búza, kukorica, napraforgó.

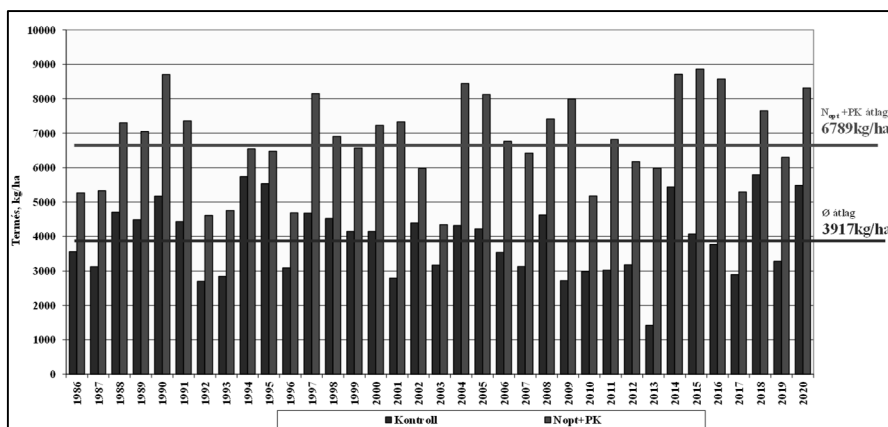
közvetlenül (vetésváltás, öntözés, növényvédelem), illetve közvetett módon (talajművelés, vetéstechnológia, betakarítás) befolyásolja a búza termesztéstechnológiájának minden elemét. A trágyázási tartamkísérlet eddigi négy évtizede lehetőséget biztosított arra is, hogy a növénytermesztés víz- és tápanyagforgalmának folyamatait is tanulmányozhassuk.

A trágyázási fajtatesztelési tartamkísérletben részletes vizsgálatokat folytattunk:

- az évjárat búza termésmennyiségére gyakorolt hatásának,
- a fajtaspecifikus tápanyagreakciónak,
- a búzafajták agronómiai és növénykórtani tulajdonságainak,
- a búzafajták asszimilációs kapacitásának,
- a növénytermesztési tér vízgazdálkodásának,
- a növénytermesztési tér tápanyagforgalmának,
- a búzafajták sütőipari minőségének a meghatározására.

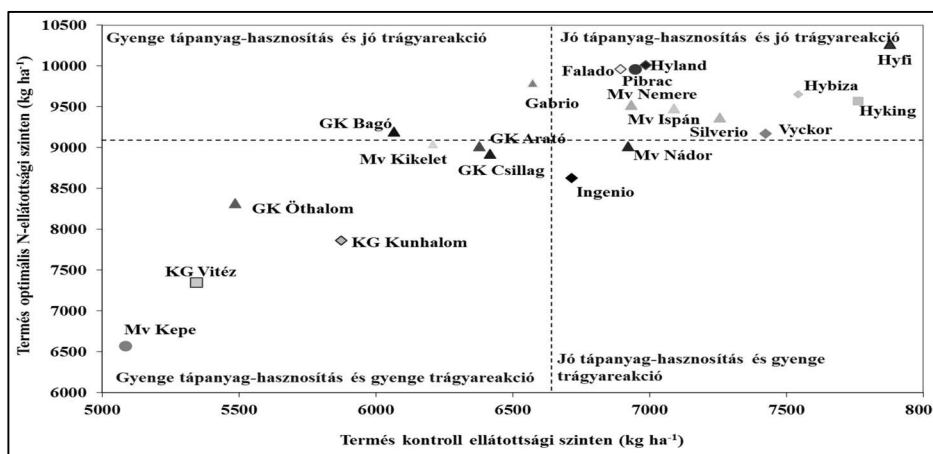
Az őszi búza kedvezőbb ökológiai adaptációval rendelkezik, mint a másik fontos gabonanövényünk, a kukorica. Ennek ellenére a kedvező víz- és tápanyaggazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező csernozjom talajon is az évjárat jelentősen módosította a búza termésszintjét. A standardként használt GK Öthalom fajta kontroll (műtrágya nélküli) termése 1,4–5,8 t/ha között változott, elsősorban az adott évjárat vízellátottságától függően (12. ábra).

12. ábra. Az évjárat hatása a GK Öthalom őszi búza fajta termésére
(Debrecen, csernozjom talaj, 1986–2020)



Ugyanakkor jelentős eltérések voltak a különböző, eltérő genotípusú búzafajták realizált terméseredményében is, amely egyrészt a fajták eltérő potenciális termőképességét, másrészt a fajták eltérő adaptációs képességét bizonyították (13. ábra).

13. ábra. Őszi búza fajták tápanyagreakciójának tesztelése
(Debrecen, csernozjom talaj, 2020)



Azonos ökológiai és agrotechnikai feltételek mellett a búzafajták termés-maximuma között közel 3 t/ha különbséget is meg lehetett állapítani. Ezek a kutatási eredmények a búzanesemesítésben a genetikai előrehaladást is bizonyították (a régi GK Öthalom termésszintjét az újabb genotípusok termése 2–3 t/ha-ral haladta meg). A tartamkísérletek eredményei azt bizonyították, hogy a búzafajták optimális N+PK adagját az évjárat vízellátottsága jelentősen módosította a fajthatás mellett. Csapadékos évjáratban a búza fajták a maximális termést az N₃₀₋₆₀+PK, átlagos évjáratban az N₆₀₋₁₂₀+PK, száraz évjáratban az N₉₀₋₁₅₀+PK kezelésekben adták.

Az őszi búzafajták fajtaspecifikus tápanyagreakcióval jellemezhetők. A fajtaspecifikus tápanyagreakció egzakt megítéléséhez az alábbi paramétereket használhatjuk:

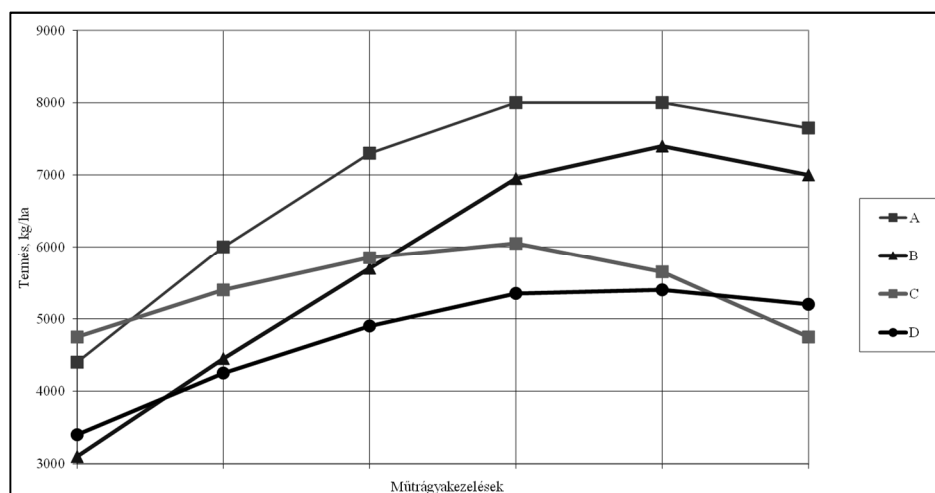
- a búzafajták természetes tápanyaghasznosító képessége (a kontroll kezelésben kapott terméseredmény),
- a búzafajták trágyareakciója (a trágyázás hatására kapott terméstöbblet),

- az adott búzafajta optimális N+PK adagja,
- a búzafajták parabolikus regresszióval meghatározott trágyareakció görbéi.

A tartamkísérletünk eredményei alapján a búzafajták négy jellegzetes tápanyagreakció-típusba sorolhatók (14. ábra):

- kedvező természetes tápanyaghasznosító képességű és kiváló trágyareakciót mutató fajták (modern fajtatípus = A),
- kedvező természetes tápanyaghasznosító képességű, gyenge trágyareakciót mutató fajták (hagyományos extenzív fajtatípus = B),
- gyenge természetes tápanyaghasznosító képességű, kiváló trágyareakciót mutató fajták (hagyományos intenzív fajtatípus = C),
- gyenge természetes tápanyaghasznosító képességű, gyenge trágyareakciót mutató fajták (korszerűtlen fajtatípus = D).

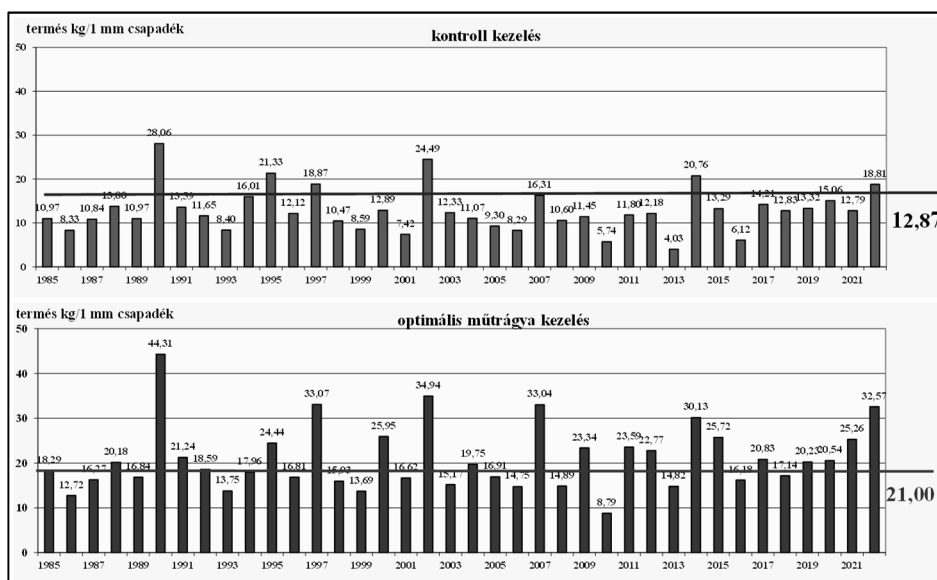
14. ábra. Őszi búzafajták típusai trágyareakciójuk alapján (Debrecen)



A tartamkísérlet eredményei azt bizonyították, hogy a fajtaspecifikus trágyázással nem csak a fajták potenciális termőképességét tudjuk jelentős mértékben kihasználni, hanem javul a búzafajták vízhasznosítása is. Az 1 mm vegetációs periódusban lehullott csapadékra jutó szemtermés a kontroll kezelésben 4,03–28,06 kg között változott (átlag 12,87 kg), az optimális NPK

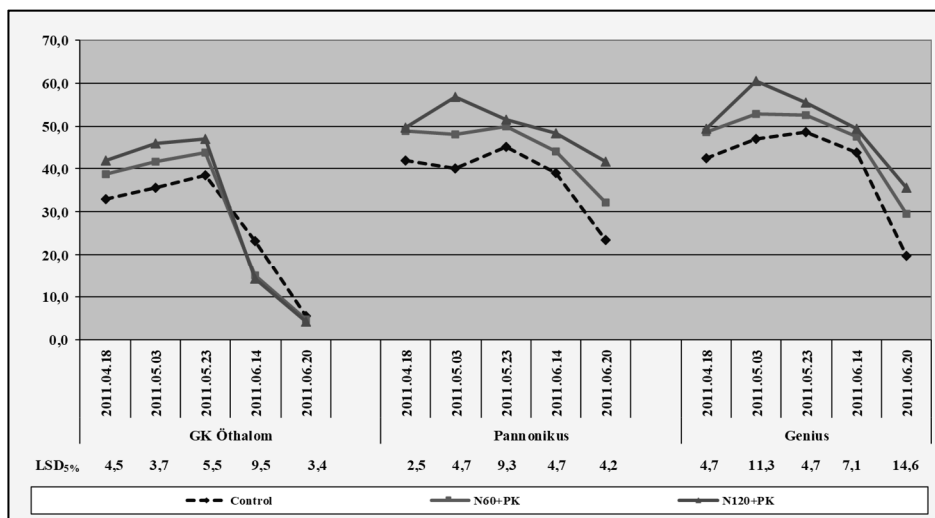
műtrágya adagnál ez lényegesen kedvezőbb értékeket mutatott, azaz évről-évre függően 8,29–44,31 kg közötti intervallumban (átlag 21,00 kg) változott (15. ábra).

15. ábra. Őszi búza vízhasznosítása különböző évjáratokban (Debrecen, csernozjom talaj, fajták átlaga, 1985–2022)

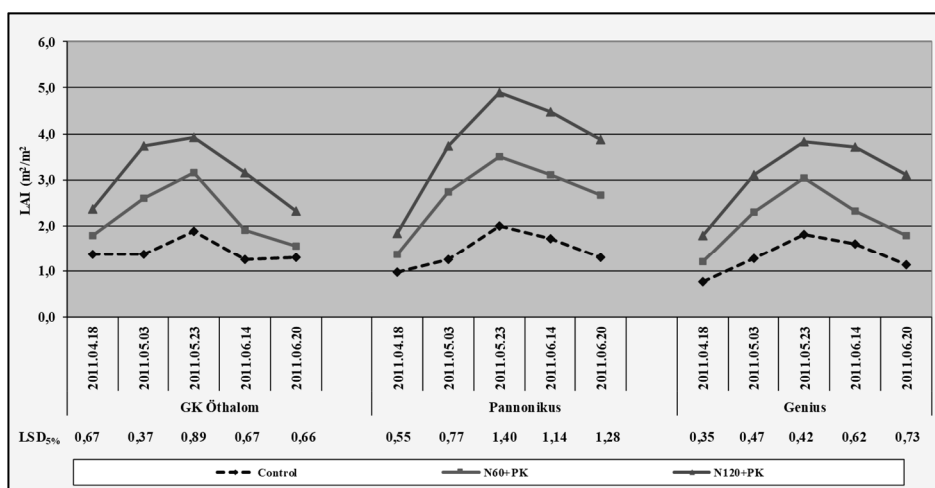


Az őszi búza vegetációs periódusa során, eltérő típusú évjáratokban meghatároztuk az őszi búzafajták asszimilációs kapacitását. Vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy elsősorban a trágyázás határozta meg mind a LAI értékek dinamikáját, mind a maximális levélfelület értéket (LAI_{max}), mind a relatív klorofiltartalmat (SPAD értékek). E növényfiziológiai paramétereket jelentős mértékben az évjárat, kisebb mértékben pedig a genotípus módosította (16–17. ábra).

16. ábra. Őszi búza genotípusok relatív klorofilltartalma (SPAD)
(Debrecen, 2011)



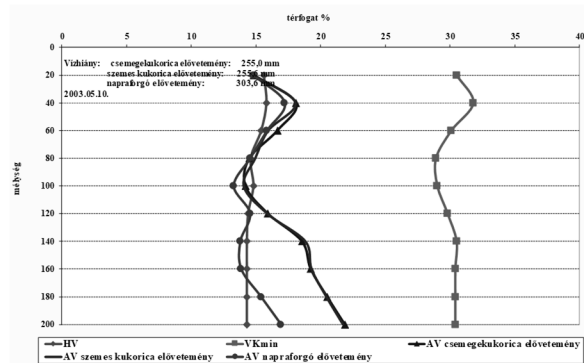
17. ábra. Őszi búza genotípusok levélterületének (LAI) dinamikai változása
(Debrecen, 2011)



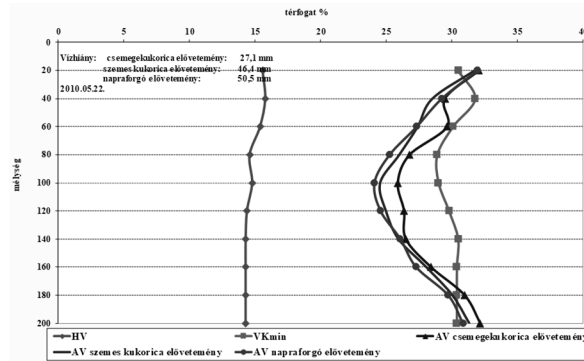
A búza termésmennyiségét jelentős mértékben befolyásolják a növénytermesztési tér vízháztartási folyamatai. A búza őszi-tavaszi-nyári időszakában folyamatosan vett talajmintákkal nyomon követjük a csernozjom talaj aktuális vízkészletének a változását. Rendkívül fontos, hogy a talaj vízkészlete hogyan alakul, különösen a búza kritikus fenofázisaiban (intenzív növekedés, virágzás-termékenyülés). Vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy mind az aszályos, mind a túlzottan nedves évjáratokban a realizált termésmaximum és a trágyázás hatására kapott terméstöbblet kisebb volt, mint az átlagos évjáratban kapott értékek (18. ábra). Száraz évjáratban a fajták termésmaximumának átlaga 4,2 t/ha, a trágyázás terméstöbblete 0,8 t/ha volt, míg csapadékos évjáratban 5,5 t/ha, illetve 1,9 t/ha értékeket kaptunk. Átlagos vízellátottságú évjáratban sokkal kedvezőbb terméseredményt (8,0 t/ha), illetve terméstöbbletet (4,0 t/ha) értünk el a fajták átlagában. A csernozjom talaj 0–200 cm talajszelvényének vízkészlete szoros összefüggést mutatott a termésmaximummal és a trágyázás terméstöbbletével.

A trágyázási tartamkísérlet növekvő műtrágya adagjai jelentősen befolyásolták a csernozjom talaj tápanyagkészletét. A növénytermesztési tér tápanyagforgalmi vizsgálati eredményei azt bizonyították, hogy az optimálisnál nagyobb nitrogén adagok hatására nőtt a csernozjom talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma. A N-akkumuláció folyamatosan növekedett a tartamkísérlet beállításától kezdődően. A szárazabb, kontinentális klímahatás ellenére a N-akkumulációs zóna a 60–140 cm talajrétegből fokozatosan lefelé mozgott és öt év elteltével már a 120–240 cm talajrétegben helyezkedett el. Eközben a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma 100 mg/kg értékről 250 mg/kg értékre nőtt a búza optimális N-adagját meghaladó műtrágyakezelésben (19. ábra). A tartamkísérlet eredményei azt bizonyították, hogy a foszfor és kálium műtrágyák növekvő adagjai a talajszelvény felső 0–40 cm rétegének AL-oldható P_2O_5 (20. ábra) és AL-oldható K_2O (21. ábra) tartalmát növelték meg.

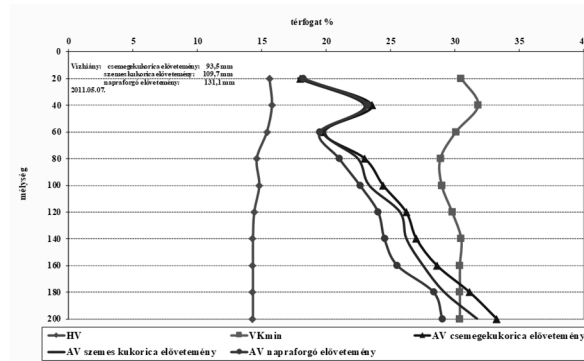
18. ábra. A vízhiány változása az őszi búza tenyészidőszakában
(Debrecen, csernozjom talaj, 2003–2011)



Termés (kg/ha)		Műtréteg
Q	N ₂₀ PK	terméstöbblet (kg/ha)
3447	4242	795



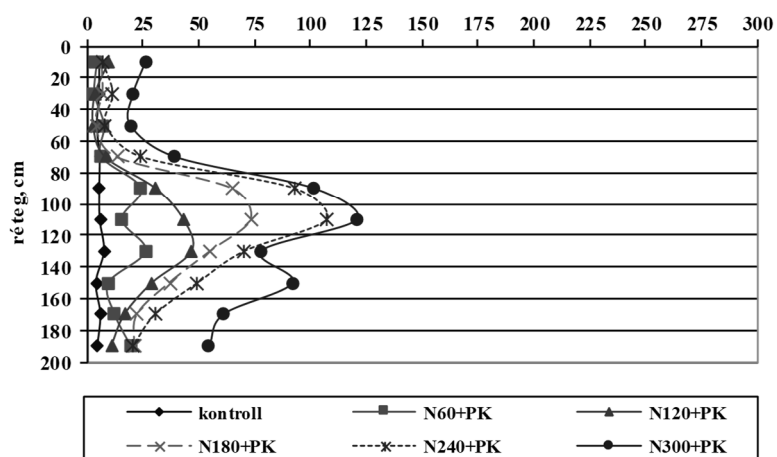
Termés (kg/ha)		Műtréteg
Q	N ₂₀ PK	terméstöbblet (kg/ha)
3618	5339	1921



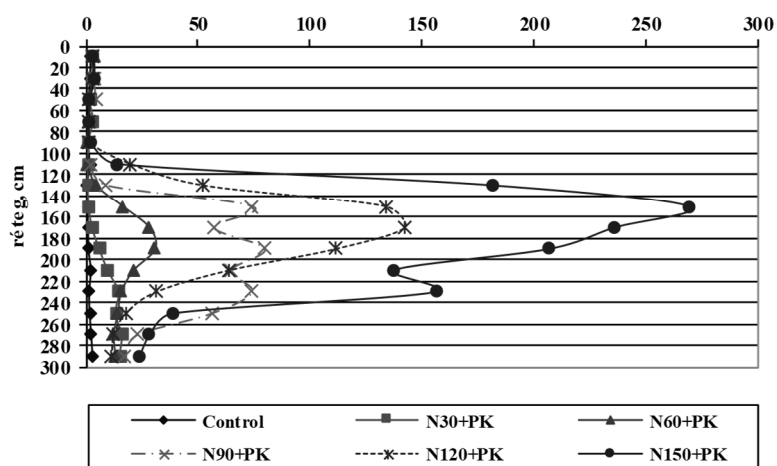
Termés (kg/ha)		Műtréteg
Q	N ₂₀ PK	terméstöbblet (kg/ha)
4023	8043	4020

19. ábra. A talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma tartamkísérletben
(Debrecen, csernozjom talaj)

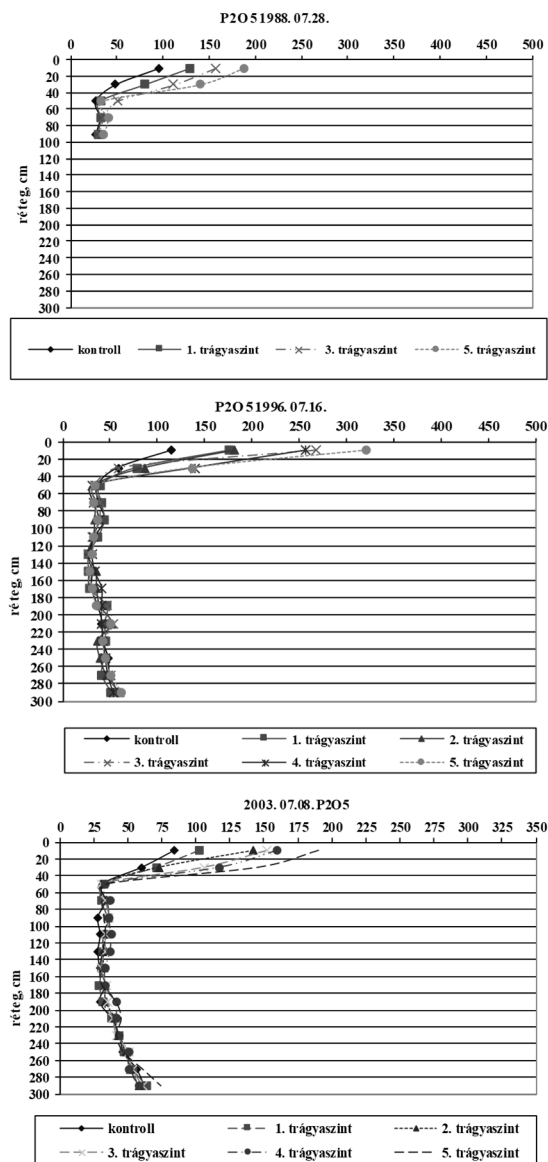
$\text{NO}_3\text{-N}$ 1995.07.20.



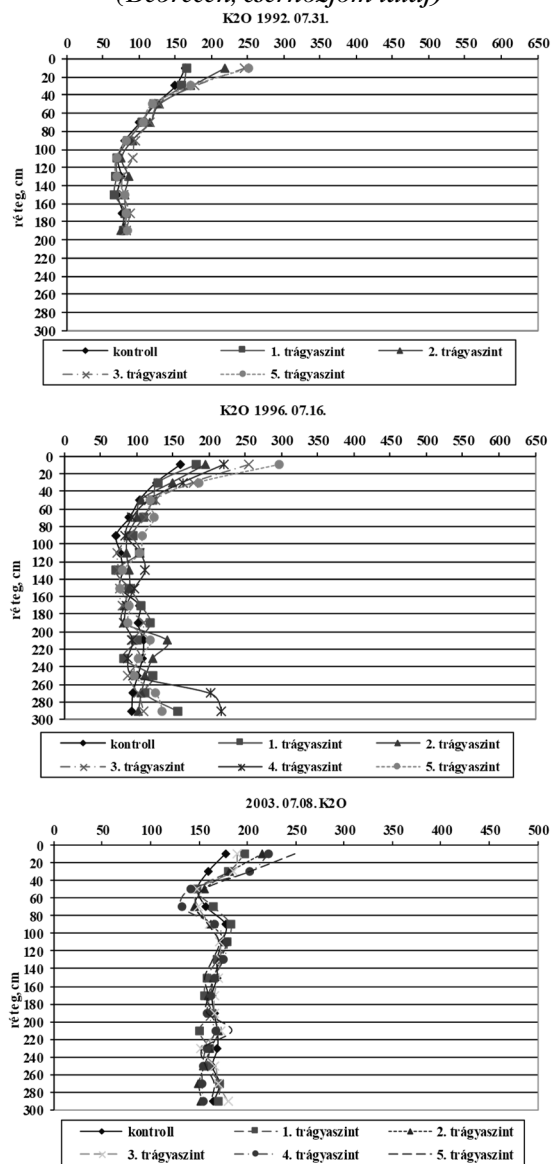
$\text{NO}_3\text{-N}$ 2001.07.27.



20. ábra. A talaj AL-oldható P_2O_5 tartalmának változása tartamkísérletben
(Debrecen, csernozjom talaj)

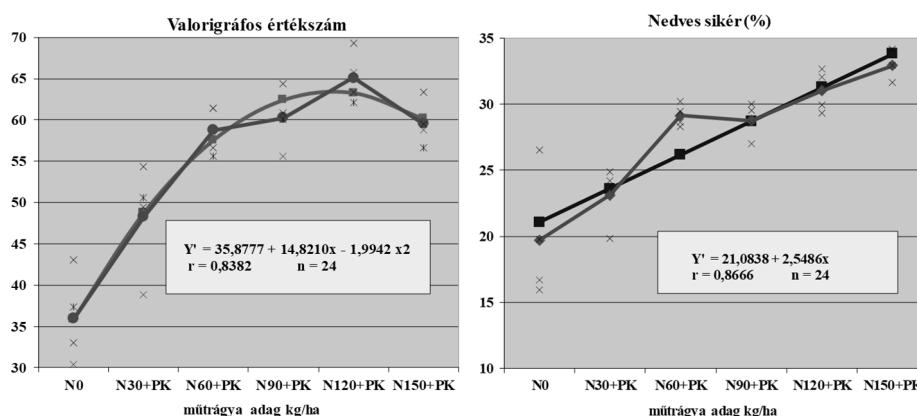


21. ábra. A talaj AL-oldható K_2O tartalmának változása tartamkísérletben
(Debrecen, csernozjom talaj)



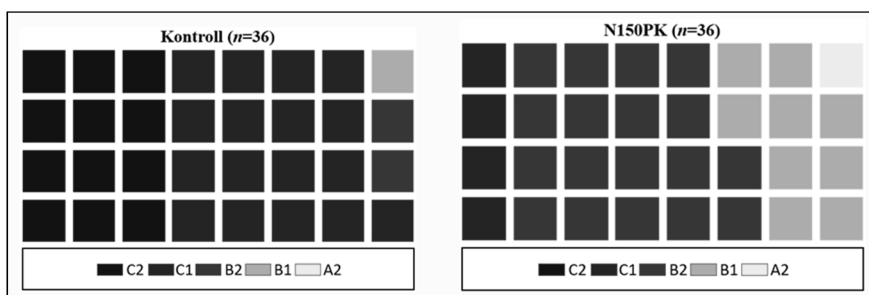
A trágyázás jelentősen befolyásolta a tartamkísérletben vizsgált búzafajták sütőipari minőségét is. A hatás függött a genotípustól (fajtaspecifikus), valamint a vizsgált sütőipari tulajdonságtól. Vizsgálataink azt bizonyították, hogy a trágyázás hatására a nedves sikértartalom változását lineáris, a valorigráfós értékszám változását parabolikus függvényekkel írhatjuk le erős korrelációs koefficiensek mellett ($r=0,83-0,86$). Az optimális NPK trágyázás hatására nem csak a búzafajták sütőipari minőségi paraméterei javultak, hanem az adott tulajdonság stabilitása is kedvezőbbé vált (22. ábra).

22. ábra. A műtrágyázás hatása a búza sütőipari minőségére
(Debrecen, GK Öthalom fajta, 2001)



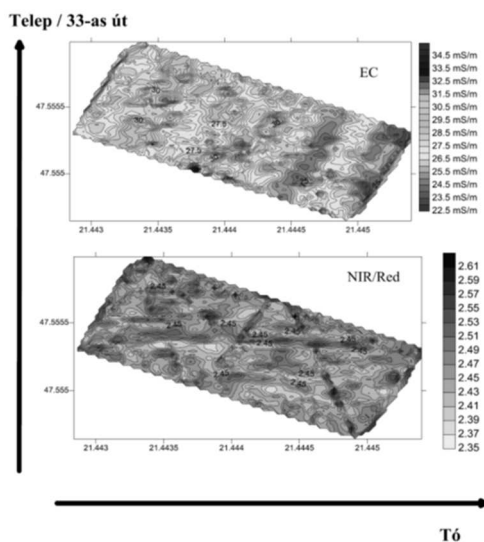
A hazai búzatermesztés folyamatosan visszatérő, neuralgikus része a minőség, illetve annak piaci megítélése. A jó sütőipari minőségű búzához a megfelelő fajta mellett alapvető fontosságú az optimális tápanyagellátás. A tartamkísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy a hiányos tápanyagellátás (kontroll) mellett a sok-sok vizsgált fajta döntően takarmányminőséget adott (23. ábra). Kedvező trágyaadag alkalmazása esetén (N₁₅₀+PK) a fajták sütőipari minősége döntően malmi (B₂-B₁, 56%, illetve 28%), míg a takarmányminőség limitált mértékben (13%) fordult elő, de megjelent a javító minőség is (A₂ minőség 3%).

23. ábra. A műtrágyakezelés hatásának összehasonlítása a valorigráfus értékcsoportha ostya diagram segítségével
(Debrecen, csernozjom talaj, fajták átlaga, 2018–2019, Magyar és Pepó)



A 40 éves tartamkísérleteink lehetőséget nyújtanak a precíziós technológiák alapjainak egzakt vizsgálatához. Ennek érdekében részletes talajtani felvételezéseket végeztünk (EC, NIR/Red) a tartamkísérletünk több mint 400 parcelláján (24. ábra).

24. ábra. Részletes talajtani felvételezések a tartamkísérletek parcelláin



– *Kukorica*

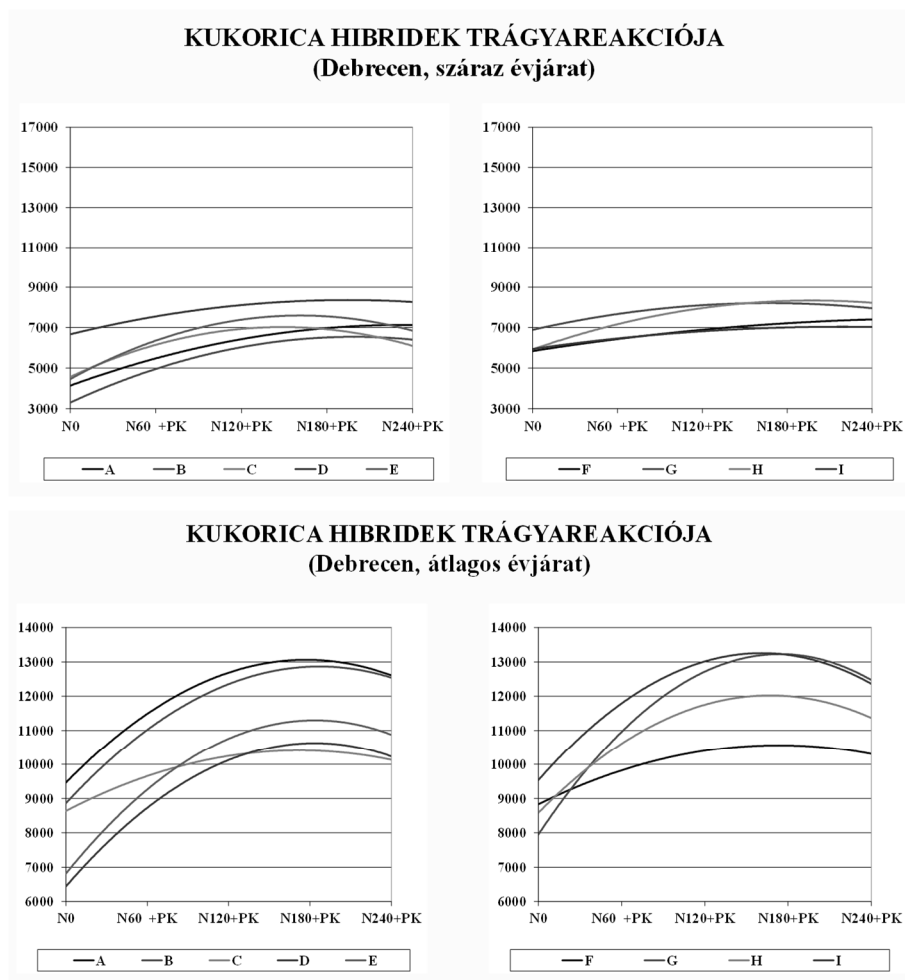
A kukorica hatalmas biomasszájának jelentős tápanyagigényét részben a talaj, részben a műtrágyákkal kijuttatott tápanyagokból elégíti ki. A hazánkban államilag minősített több száz kukorica hibrid igen eltérő természetes tápanyaghasznosító képességgel és eltérő trágyareakcióval jellemezhető. A tartamkísérleteink eredményei szerint a nemesítés eredményeként az újabb hibridek kedvezőbb természetes tápanyaghasznosítással jellemezhetőek (7. táblázat). Az újabb hibridek termésmaximuma 1,5 t/ha-ral meghaladta a régebbi hibridekét, miközben a nagyobb terméshez kevesebb műtrágyát használtak fel (N₁₂₀+PK helyett N₁₀₀+PK).

7. táblázat. *Kukorica genotípusok tápanyagreakciója (Debrecen, csernozjom talaj, 2012–2014)*

Év / Mtr. kezelés	Régebbi genotípus (kg/ha)	Újabb genotípus (kg/ha)
2012. év		
Ø	10 012	10 768
N _{opt} +PK	13 402 (N=90)	14 972 (N=90)
2013. év		
Ø	10 630	14 550
N _{opt} +PK	16 754 (N=150)	18 619 (N=120)
2014. év		
Ø	10 434	11 355
N _{opt} +PK	13 247 (N=120)	14 571 (N=90)
2012–2014. évek átlaga		
Ø	10 359	12 208
N _{opt} +PK	14 468 (N=120)	16 054 (N=100)
Az új genotípus termésteöbblete:		
Ø	+1849 kg/ha	N _{opt} +PK +1586 kg/ha

A kukorica hibridek trágyareakcióját az évjárat vízellátottsága jelentősen befolyásolta. Száraz évjáratban a hibridek trágyareakció görbéi alig különböztek egymástól, míg átlagos-kedvező vízellátottság esetén a hibridek jelentősen eltérő, hibridspecifikus trágyareakciót mutattak (25. ábra).

25. ábra. Kukorica hibridek trágyareakciója száraz és átlagos évjáratban



A 40 éve folyó tartamkísérletekben vizsgáltuk a kukorica genotípusok makroelemekre vonatkozó tápanyaghasznosító képességét. A kukorica műtrágya hasznosítását részben a hibrid, részben az évjárat, részben pedig a kijuttatott trágyaadag nagysága befolyásolta. Tartamkísérleteink eredményei szerint a kukorica N-műtrágya hasznosítása 73–85%, a P-műtrágya hasznosítása

13–34%, a K-műtrágya hasznosítása pedig 21–49% között változott az ökológiai, genetikai és agrotechnikai feltételektől függően (8. táblázat).

8. táblázat. A kukorica hibridek tápanyagfelvétele
(Debrecen, csernozjom talaj, 2013–2014, Karancsi és Pepó)

Év	Hibrid	Tápanyagszint	Kivont tápelem (kg ha ⁻¹)			Hatékonyság %		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2013	P9494	Kontroll	122,7	32,9	77,2	—	—	—
		N ₉₀ +PK	188,5	56,4	120,9	73,1	26,2	48,5
		N ₁₅₀ +PK	195,0	51,3	115,1	48,1	12,3	25,3
		Átlag	168,7	46,9	104,4	—	—	—
	SY Afinity	Kontroll	155,7	43,9	97,8	—	—	—
		N ₉₀ +PK	231,8	74,8	140,5	84,6	34,3	47,4
		N ₁₅₀ +PK	219,9	68,0	135,9	71,4	26,7	42,3
		Átlag	202,5	62,2	124,7	—	—	—
2014	P9494	Kontroll	107,4	28,2	40,7	—	—	—
		N ₉₀ +PK	179,5	40,9	70,4	80,1	14,1	33,0
		N ₁₅₀ +PK	200,7	47,6	76,9	62,2	12,9	24,1
		Átlag	162,5	38,9	62,7	—	—	—
	SY Afinity	Kontroll	135,8	36,6	51,8	—	—	—
		N ₉₀ +PK	203,6	48,0	71,1	75,2	12,6	21,4
		N ₁₅₀ +PK	214,1	47,6	79,9	52,1	7,4	18,7
		Átlag	184,5	44,1	67,6	—	—	—

Tartamkísérletben a kukorica hibridek öntözési reakcióját is vizsgáltuk eltérő vízellátottságú évjáratokban (9. táblázat). Átlagos vízellátottságú évben a kukorica hibridek abszolút (1706–2395 kg/ha) és relatív terméstöbblete (15,1–20,6%) mérsékelt volt. Extrém száraz évjáratban (2022. év) a hibridek igen jelentős terméstöbblettel hálálták meg az öntözést (3570–5405 kg/ha, illetve 107–167%).

9. táblázat. *A kukorica genotípusok hibridspecifikus öntözési reakciója*
(Debrecen, csernozjom talaj, 2021–2022)

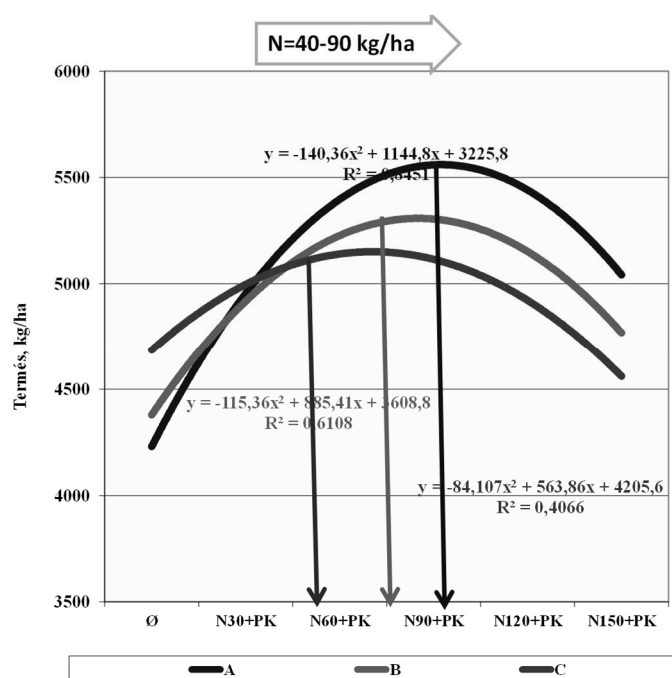
Hibrid	Termés (kg/ha)		Öntözési terméstöbblet	
	Száraz	Öntözött*	Abszolút (kg/ha)	Relatív (%)
2021				
A	11 331	13 037	1706	+15,1
B	11 781	14 012	2231	+18,4
C	11 626	14 021	2395	+20,6
D	11 881	13 921	2040	+17,2
2022				
Hibrid	Száraz	Öntözött**	Abszolút (kg/ha)	Relatív (%)
A	2143	5713	3570	+166,6
B	3707	7983	4276	+107,3
C	3283	8212	4929	+150,1
D	3494	8889	5405	+154,4

Megjegyzés: *öntözés 90 mm öntöző vízzel, **öntözés 150 mm öntöző vízzel.

– Napraforgó

A napraforgó ugyan jelentős tápanyagigénnyel jellemezhető, azonban ennek a felvett tápanyagnak a túlnyomó részét a talaj tápanyagkészletéből veszi fel, amely így mérsékli a növény műtrágya igényét. Tartamkísérletben a napraforgó műtrágya reakcióját, tápanyaghasznosítását folyamatosan teszteljük. Vizsgálati eredményeink szerint a hibridek természetes tápanyaghasznosító és trágyareakció képessége jelentősen eltért egymástól, amelyet a hibridspecifikus trágyázásnál figyelembe szükséges venni (26. ábra).

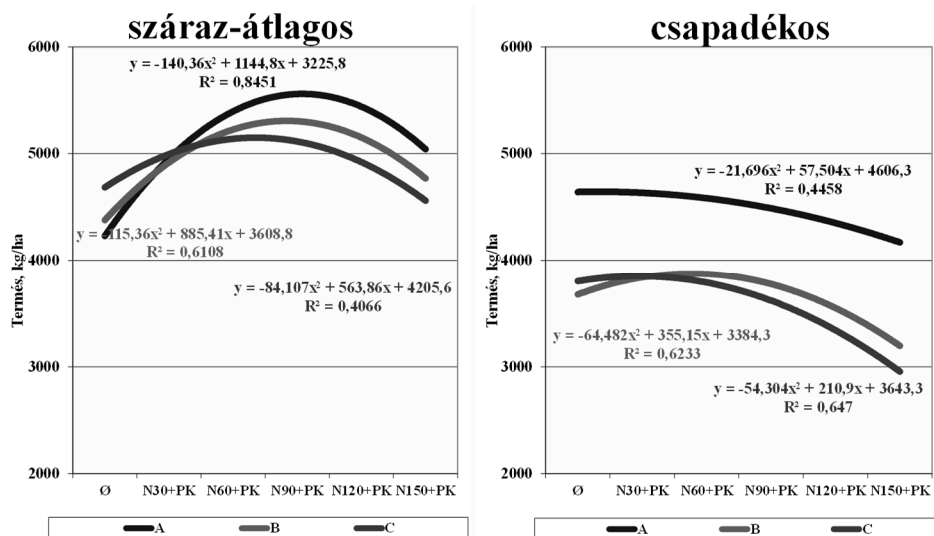
26. ábra. *Eltérő genotípusú napraforgó hibridek műtrágyareakciója (Debrecen, csernozjom talaj, átlagos évjárat)*



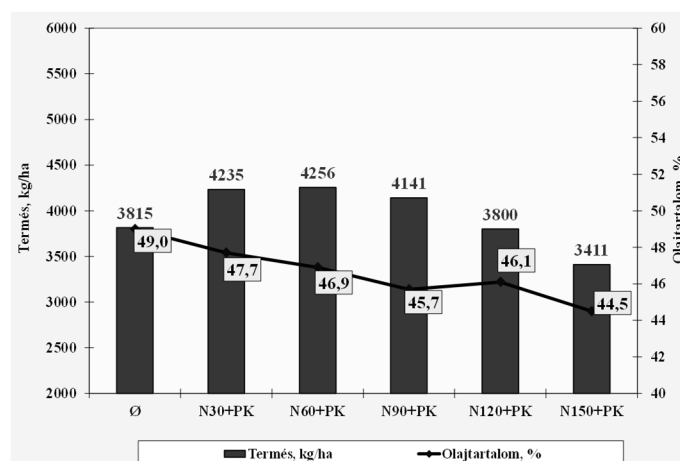
A nagy területen termesztett szántóföldi növényeink közül a napraforgó termésmennyiségét, minőségét és trágyareakcióját az évjárat, annak elsősorban a vízellátottsága befolyásolja a legnagyobb mértékben a növény igen erőteljes kórtani szenzibilitása miatt. Tartamkísérletünkben a száraz-átlagos vízellátottságú évjáratokban kedvező trágyareakciót és trágyahasznosítást mutattak a napraforgó hibridek, míg csapadékos évjáratban a trágyázás termésdepressziót okozott (27. ábra).

A napraforgó esetében a termés mennyiség mellett annak minősége (olajtartalma) is determinatív tényező a területegységenkénti olajtermés szempontjából. Tartamkísérleteinkben a növekvő műtrágya adagok csökkentették a hibridek olajtartalmát, különösen a nagyadagú (N₁₅₀+PK) kezelésben -4,5 abszolút %-kal (28. ábra).

27. ábra. *Eltérő genotípusú napraforgó hibridek műtrágyareakciója (Debrecen, csernozjom talaj, száraz-átlagos és csapadékos évszám)*



28. ábra. *A trágyázás hatása a napraforgó termésére és olajtartalmára (Debrecen, csernozjom talaj, hibridek átlaga)*



A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Pepó Péter
DE MÉK Növénytudományi Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
pepopeter@agr.unideb.hu

