

**A genotípus, az elővetemény és a műtrágyázás  
hatásának vizsgálata  
őszi búza (*Triticum aestivum* L.) állományban  
öntözött és öntözetlen körülmények között**

NAGYNÉ MESTER TÍMEA - PEPÓ PÉTER

Debreceni Egyetem MÉK

Növénytermesztési, Nemesí tési és Növénytechnológiai Intézet, Debrecen

**Összefoglalás**

Tartamkí sérletben vizsgáltuk az őszi búza termésmennyiségét és fehérjetartalmát két vetésváltási rendszerben (bi-, és trikultúra), két ví zellátottsági rendszerben (öntözetlen/öntözött), öt tápanyag-ellátottsági szinten és három genotí pus esetében. Kí sérletünk célja a tényezők individuális vizsgálata és a különböző kölcsönhatások értékelése. Kí sérletünk eredményeként megállapí tottuk, hogy a ví zellátás és a genotí pusok között nincs szignifikáns különbség sem a termésmennyiség, sem pedig a fehérjetartalom tekintetében. Ví zellátás hatására bikultúra esetében a műtrágyaszintek átlagában 595 kg/ha, míg trikultúra esetében 512 kg/ha átlagos terméstöbblet érhető el. Fehérjetartalom tekintetében öntözés hatására csökkenés figyelhető meg: bikultúra esetében 0,2%-kal, míg trikultúra esetében 0,28%-kal. Mind a négy vizsgált kezeléskombinációban a Hycardi hibridbúza érte el a legnagyobb termésmennyiséget (öntözetlen bikultúra: 8173 kg/ha; öntözött bikultúra: 9088 kg/ha; öntözetlen trikultúra: 10 256 kg/ha; öntözött trikultúra: 10 763 kg/ha), azonban ez nem különbözött szignifikánsan a másik két genotí pus terméseredményeitől. Ezzel ellentétben a vetésváltási rendszerek között szignifikáns különbséget találtunk. A trikultúra vetésváltási rendszerben szignifikánsan nagyobb a terméseredmény (öntözetlen körülmények között 2044 kg/ha míg öntözött körülmények között 1961 kg/ha terméstöbblet) és a fehérjetartalom (öntözetlen körülmények között 2%-kal, öntözött körülmények között pedig 1,02%-kal), mint a bikultúra vetésváltási rendszerben. A tápanyagellátási szintek között szignifikáns különbségek voltak. A

műtrágyadózisok növelésének hatására növekedett a termés mennyisége is és jellemzően a fehérjetartalom is.

**Kulcsszavak:** tartamkísérlet, őszi búza, tápanyagellátás, öntözés, vetésváltás, genotípus, termésmennyiség és -minőség

### **Examination of the effects of genotype, previous crop, and fertilisation in a winter wheat (*Triticum aestivum* L.) crop stand under irrigated and non-irrigated conditions**

T. NAGYNÉ MESTER - P. PEPÓ

University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and  
Environmental Management,

Institute of Plant Breeding, Breeding and Plant Technology, Debrecen

#### **Summary**

In a field experiment, the yield and protein content of winter wheat were examined in two crop rotation systems (bi- and tri-culture), two water supply systems (non-irrigated/irrigated), five nutrient supply levels, and three genotypes. The aim of this experiment was to examine the individual factors and evaluate the various interactions. The results of the experiment showed that there was no significant difference between water supply and genotypes in terms of either yield or protein content. Under the influence of water supply, an average yield increase of 595 kg/ha can be achieved in the case of biculture, while in the case of triculture, an average yield increase of 512 kg/ha can be achieved. In terms of protein content, a decrease can be observed under the influence of irrigation: 0.2% in the case of biculture and 0.28% in the case of triculture. In all four studied treatment combinations, the Hycardi hybrid wheat achieved the highest yield (non-irrigated biculture: 8173 kg/ha; irrigated biculture: 9088 kg/ha; non-irrigated triculture: 10 256 kg/ha; irrigated triculture: 10 763 kg/ha), but this did not differ significantly from the yield results of the other two genotypes. In contrast, significant differences were found between the crop rotation systems. In the triculture crop rotation system, the yield (2044 kg/ha under non-irrigated conditions and 1961 kg/ha under irrigated conditions) and

protein content (2% under non-irrigated conditions and and 1.02% under irrigated conditions) than in the two-crop rotation system. There were significant differences between nutrient supply levels. Increasing fertiliser doses also increased yield and, typically, protein content.

**Keywords:** long-term experiment, winter wheat, nutrient supply, irrigation, crop rotation, genotype, yield and quality

### Bevezetés

*Litke et al.* (2017) kísérletei bebizonyították, hogy különböző elővetemények után különböző terméshozamok érhetőek el, ebből arra a következtetésre jutott, hogy az őszi búza egy előveteményre érzékeny szántóföldi kultúrnövény. *Sieling és Kristen* (2015) kutatási eredményei bebizonyították, hogy kedvezőtlen elővetemény hatására szignifikánsan csökkenhet a termés mennyisége. *Szabó et al.* (2019) kutatásaik alapján megállapították, hogy a kedvezőtlen előveteményhatás csökkentése érdekében megnövelhető a tápanyagellátási dózisok, és a növekvő műtrágyadózisok hatására termésnövekedés érhető el még egy viszonylag rossz elővetemény esetében is. Továbbá megállapították, hogy egy jobb elővetemény esetében szignifikáns termésmennyiség növekedés nem érhető el a növekvő dózisu műtrágyázás hatására. *Wang et al.* (2025) többéves kísérleteikből azt a következtetést vonták le, hogy az őszi búza számára kedvezőek a hüvelyes elővetemények, amelyek növelik a hozamot és fehérjetartalmat, ellentétben a kukoricával, amely esetében alacsonyabb terméshozam és fehérjetartalom érhető el. *Krisztián és Holló* (1998) szintén az elővetemény és tápanyagellátás témakörével foglalkozva megállapították, hogy a két tényező szoros összefüggésben áll egymással, hiszen kedvező elővetemény után elegendő mérsékelt műtrágyadózis, azonban a kedvezőtlenebb elővetemény hatását mérsékelni lehet a műtrágyázással. Hasonló következtetésre jutott *Mattsson* (2004) is, miszerint a növekvő nitrogén-műtrágyázás javítja a terméshozamot, azonban az elért termésmennyiséget nagymértékben meghatározza az elővetemény is. *Pepó* (2014) tartamkísérletei alapján azt a megállapítást tette, hogy harmonikus tápanyagellátás hatására magas terméshozamok érhetőek el. *Tarnawa et al.*

(2014) kísérletei alapján arra a következtetésre jutottak, hogy hektáronként 150 kg nitrogén kijuttatásáig termésnövekedés érhető el, azonban felette a növekvő nitrogénműtrágya hatására termésdepresszió léphet fel. *Vári* (2013) kutatásai alapján megállapította, hogy növekvő tápanyag-ellátottsági szinteken szignifikánsan növekedtek a terméseredmények az N<sub>150</sub>+PK műtrágyaszintig. *Loch* (2004) kutatása alapján azt a megállapítást tette, miszerint az egyre növekvő műtrágyaadagok hatására egyre alacsonyabb hozamnövekedés érhető el. *Pepó* (2002) szerint a tápanyagellátás kulcsfontosságú a sikeres őszi búza termesztésben, hiszen ez az az agrotechnikai elem, amellyel leginkább növelhető a termésmennyiség és javítható a minőség. *Debaeke et al.* (1996) és *Zecevic et al.* (2010) kísérleteik alapján hasonló megállapításra jutottak, mely szerint szoros pozitív irányú korrelációs kapcsolat található a nitrogénműtrágyázás és a fehérjetartalom között. *Zhou et al.* (2011) és *Gou et al.* (2012) kísérleteiben is a növekvő nitrogénműtrágyadózisok szignifikánsan növelték a termés mennyiségét. *Zang et al.* (2017) kísérleteikben megállapították, hogy az öntözés 12,8–18,6%-kal növelte a terméshozamot, míg a fehérjetartalmat nem befolyásolta szignifikánsan. Továbbá kiemelték, hogy az öntözés és a nitrogénműtrágyázás együttesen kedvezően hatnak mind a termés mennyiségére, mind pedig a minőségére. *Pepó* (2021) véleménye szerint kevésbé éri meg öntözni az őszi búzát. Több évtizedes kísérletei alapján megállapította, hogy kifejezetten aszályos évjáratokban érhető el magasabb termésátlagok az öntözés hatására. Negyven évnyi öntözési kísérlet tapasztalatai alapján megállapította, hogy elérhető akár 2,5 tonna/hektáros terméstöbblet is öntözés hatására, mindez a legjobb öntözési reakcióval rendelkező búza genotípus esetében, a legjobb tápanyag ellátás és a legmagasabb hatékonyságú növényvédelem mellett. *Bayisa et al.* (2024) etiópai kísérletükben az őszi búzát vizsgálták öt különböző öntözési szinten. A vizsgálatban legnagyobb hozam a maximális öntözési szint hatására alakult ki, míg a folyamatosan csökkenő öntözési szintek csökkenő termésmennyiséget eredményeztek.

### Anyag és módszer

A kísérlet a Debreceni Egyetem AKIT Látóképi Kísérleti Telepen hajdúsági löszháton lett beállítva. A kísérleti terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A kísérletben az agrotechnikai beavatkozások megfeleltek a korszerű búzatermesztés

követelményeinek. A tartamkí sérletben alkalmazott búza genotípusok a GK Csillag, az Mv Seuso és a Hycardi voltak, melyek közül a fajtákat 5,5 millió/ha, a hibridet 1,7 millió/ha csíraszámmal vetettük el.

A tartamkí sérletben vizsgált tényezők a vetésváltás, a vízellátás és a tápanyagellátás voltak.

- vetésváltás
  - bikultúra vetésváltási rendszer: búza-kukorica
  - trikultúra vetésváltási rendszer: búza-kukorica-szója
- vízellátás
  - öntözés nélküli változat
  - öntözött változat
 

- bikultúra	2024. 04. 11-17.	25 mm
	2024. 05. 06-07.	25 mm
- trikultúra	2024. 04. 11-17.	25 mm
	2024. 05. 06-07.	25 mm

- tápanyagellátás				
kezelés	hatóanyag (kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1	0	0	0	
2	50	35	40	
3	100	70	80	
4	150	105	120	
5	200	140	160	

A tenyészedőszak időjárási viszonyaira összességében megállapítható, hogy nagyon speciális volt a búza vegetatív és generatív fejlődése szempontjából. A legfontosabb időjárási jellemző ebben a vegetációs periódusban az volt, hogy az őszi-téli-tavaszi-koranyári hónapok hőmérsékleti értékei valamennyi hónapban meghaladták a sokévi átlagokat. Ez alapvetően felgyorsította a búza fejlődését, ami a tavaszi időszakban 3-4 hetes koraiságot mutatott és ez a fejlődési ütem a betakarításig csökkenő mértékben (1,5-2 hét) megmaradt. Vízellátás szempontjából az őszi és téli hónapok kedvezően alakultak. Február-március-április-május első felében komoly szárazság alakult ki, melyet a május közepi-június közepi csapadékos időjárás enyhített és elősegítette a szemtelítődési folyamatokat. Az eltérő időjárási hatások

eredményeként a 2024. évben átlagosnál kedvezőbb terméseredményeket értünk el a kísérleteinkben. A vegetációs időszak időjárás adatait az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. A 2023/2024-es tenyészidőszak időjárás adatai  
(Debrecen, 2024)

Hónapok (1)										
VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Lehullott csapadék mennyisége (mm) (2)										
85,7	38,8	39,0	115,0	62,4	32,5	10,6	6,3	29,3	63,3	67,4
Lehullott csapadék mennyisége 30 éves átlagban (mm) (3)										
49,7	48,5	41,0	39,7	43,2	29,2	35,2	30,5	44,0	54,3	64,6
Havi átlaghőmérséklet (°C) (4)										
23,2	20,1	14,0	5,9	2,8	1,0	8,1	9,9	14,0	18,0	22,1
Havi átlaghőmérséklet 30 éves átlagban (°C) (5)										
21,8	16,5	11,0	5,5	0,4	-0,8	0,9	5,8	11,9	16,8	20,3

Megjegyzés: a 30 éves átlagok 1990–2020 terjedő időszakra vonatkoznak.

Table 1. Weather data for the 2023/2024 growing season (Debrecen, 2024). (1) Months, (2) Amount of precipitation, (3) Average annual precipitation over 30 years, (4) Average monthly temperature, (5) Monthly average temperature over a 30-year period, Note: The 30-year averages refer to the period from 1990 to 2020.

## Eredmények

Nagy jelentőséggel bír a vetésváltás az őszi búza termesztéstechnológiájában, hiszen jobb elővetemény után következő állomány átlagosan magasabb terméseredményt ér el. A bikultúra esetében kukorica, a trikultúra esetében szója volt az elővetemény a kísérletben. Az őszi búza számára a kukorica rossz előveteménynek minősül, annak köszönhetően, hogy későn kerül le a területről és negatív hatással van a talaj víz- és tápanyagkészletére. Ezzel ellentétben a szója, mint hüvelyes növény jó előveteménynek számít, hiszen a területről relatíve korán betakarításra kerül, jó kultúrállapotot és kevés növényi maradványt hagy maga után és nitrogénben gazdagítja a talajt. Statisztikailag igazolható a jó elővetemény termésmenvelő hatása. A két

vetésváltási rendszer között termésmennyiség [ $p=0,001$ ] (\*\*) és fehérjetartalom [ $p=0,016$ ] (\*) tekintetében is szignifikáns különbségek voltak.

Az őszi búza mérsékelt öntözési reakcióval bíró szántóföldi kultúrnövény, tehát öntözés hatására általában szignifikánsan nem magasabbak az elért terméseredmények. Kísérletünkben statisztikai elemzéssel bizonyítottuk, hogy az öntözésnek sem a bikultúra, sem pedig a trikultúra vetésváltási rendszerben nem volt szignifikáns hatása a kialakult termésmennyiségre és a fehérjetartalomra a vizsgált évjáratban.

Kísérletünkben három genotípust vizsgáltunk. Összességében megállapítottuk, hogy mindkét vetésváltási rendszerben, és minden vízellátási kombinációban a hibridbúzának (Hycardi) volt a legmagasabb hektáronkénti terméshozama, ezt követte az Mv Seuso, majd a GK Csillag. A genotípusok közötti termésmennyiség különbségek azonban egyik esetben sem voltak szignifikánsak.

Tápanyagellátás szempontjából öt különböző műtrágyadózis kijuttatása történt. A növekvő műtrágya dózisok hatására egy ideig bár növekszik a termés mennyisége, egy bizonyos szint felett termésdepresszióhoz vezethet.

Öntözetlen körülmények között bikultúra vetésváltási rendszerben a növekvő tápanyag-ellátottsági szintek hatására növekedtek az elért termésmennyiségek is mindhárom genotípus esetében. A legnagyobb terméseredménnyel a hibridbúza, a Hycardi rendelkezett, azonban a terméstöbblete nem jelentett szignifikáns különbséget az Mv Seusohoz és a GK Csillaghoz képest (1. ábra).

Öntözetlen bikultúra esetében a kontrollhoz viszonyítva az  $N_{200}+PK$  műtrágyaszintig jelentős termésmennyiség növekedés figyelhető meg, mely értékek a Hycardi esetében 6707 kg/ha, Mv Seuso esetében 7037 kg/ha, GK Csillag esetében 6729 kg/ha voltak. Ezek alapján megállapítható, hogy a legjobb műtrágyahasznosulás az Mv Seuso esetében mutatkozott. A trendfüggvény illeszkedése alapján mindhárom genotípus esetében szoros összefüggés [ $R^2=0,91-0,92$ ] van a termésmennyiség és a kijuttatott műtrágyadózisok között (1. ábra).

A különböző tápanyagellátottsági szinteken elért terméseredmények között több esetben is szignifikáns különbségeket tapasztaltunk. Az  $N_0+PK$  tápanyagszinten elért terméseredmény szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az  $N_{50}+PK$ , az  $N_{100}+PK$ , az  $N_{150}+PK$  és az  $N_{200}+PK$  tápanyagszinten elért terméseredmények, illetve az  $N_{50}+PK$  tápanyagszinten elért terméseredmény

az N<sub>100</sub>+PK tápanyagutánpótlás hatására elért terméseredmény volt szignifikánsan alacsonyabb, mint az N<sub>150</sub>+PK és az N<sub>200</sub>+PK tápanyagszinten elért terméseredmények (2. táblázat).

1. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok termésmennyiségére (Debrecen, bikultúra, öntözetlen, 2024)

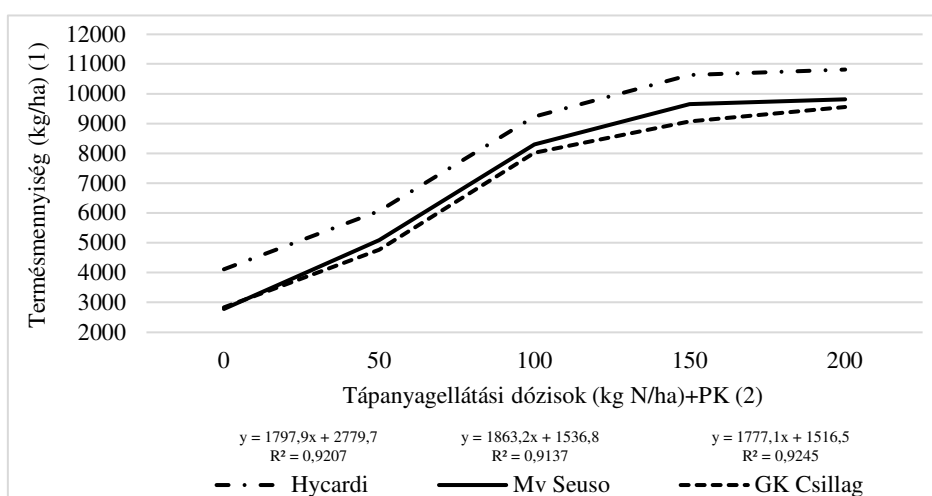


Figure 1. The effect of nutrient supply on the yield of wheat genotypes (Debrecen, biculture, non-irrigated, 2024). (1) Yield (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient supply doses (kg N ha<sup>-1</sup>)+PK

2. táblázat. A tápanyagellátás hatása a termés mennyiségére (Debrecen, bikultúra, öntözetlen, 2024)

	N <sub>50</sub> +PK	N <sub>100</sub> +PK	N <sub>150</sub> +PK	N <sub>200</sub> +PK
N <sub>0</sub> +PK	p=0,032 (*)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>50</sub> +PK		p=0,002 (**)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>100</sub> +PK			p=0,257 (Ns)	p=0,127 (Ns)
N <sub>150</sub> +PK				p=0,987 (Ns)

Megjegyzés: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001; Ns: nincs szignifikáns különbség.

Table 2. The effect of nutrient supply on crop yield (Debrecen, biculture, non-irrigated, 2024). Note: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; Ns: no significant difference.

Bikultúra vetésváltásban öntözött körülmények között a vizsgált genotípusok minden tápanyagellátottsági szinten magasabb terméseredményt értek el a nem öntözöthöz képest, azonban ez csupán 250–850 kg/ha terméstöbbletet jelentett az egyes kezelésekben. Ahogyan öntöztelen körülmények között, öntözött feltételek mellett is a Hycardi érte el a legnagyobb terméshozamot mind az öt műtrágyadózis hatására. Ez a terméstöbblet a többi genotípushoz képest azonban ebben az esetben sem volt szignifikáns (2. ábra).

2. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok termésmennyiségére (Debrecen, bikultúra, öntözött, 2024)

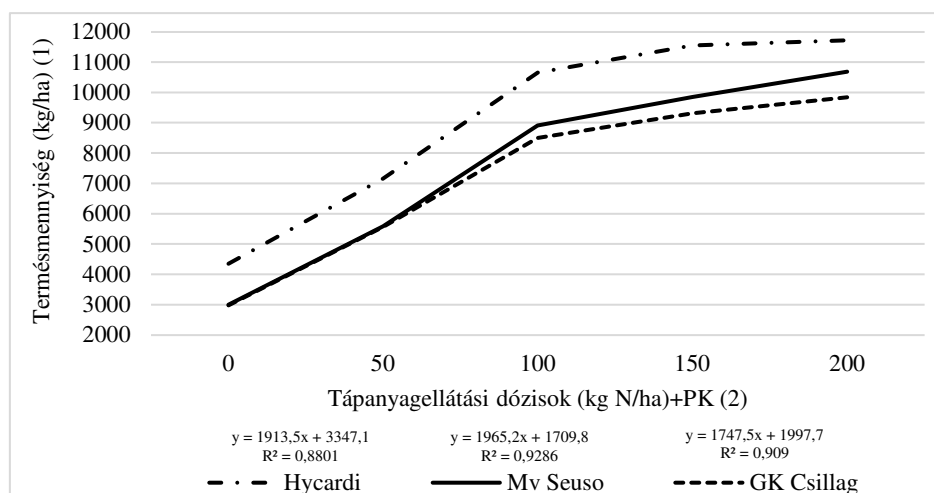


Figure 2. The effect of nutrient supply on the yield of wheat genotypes (Debrecen, biculture, irrigated, 2024). (1) Yield (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient supply doses (kg N ha<sup>-1</sup>)+PK

A kontroll és az N<sub>200</sub>+PK tápanyagszintek közötti termésmennyiség különbség jelentősebb volt a genotípusok esetében, mint öntöztelen körülmények között, azaz a Hycardi esetében 7368 kg/ha, Mv Seuso esetében 7691 kg/ha és GK Csillag esetében 6865 kg/ha értéket kaptunk. A trendfüggvény illeszkedése alapján szoros összefüggés [R<sup>2</sup>=0,88-0,92] tapasztalható a kijuttatott tápanyagdózisok és a genotípusok által elért termésmennyiségek között (2. ábra).

Öntözött bikultúra vetésváltású őszi búza állományban az N<sub>0</sub>+PK tápanyagszinten elért terméseredmény szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az N<sub>100</sub>+PK, az N<sub>150</sub>+PK és az N<sub>200</sub>+PK tápanyagszinten elért terméseredmények, illetve az N<sub>50</sub>+PK tápanyagszinten elért terméseredmény az N<sub>100</sub>+PK, az N<sub>150</sub>+PK és az N<sub>200</sub>+PK tápanyagszinten elért terméseredményektől szignifikánsan különbözött.

3. táblázat. *A tápanyagellátás hatása a termés mennyiségére (Debrecen, bikultúra, öntözött, 2024)*

	N <sub>50</sub> +PK	N <sub>100</sub> +PK	N <sub>150</sub> +PK	N <sub>200</sub> +PK
N <sub>0</sub> +PK	p=0,054 (Ns)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>50</sub> +PK		p=0,017 (*)	p=0,003 (**)	p=0,001 (**)
N <sub>100</sub> +PK			p=0,814 (Ns)	p=0,470 (Ns)
N <sub>150</sub> +PK				p=0,966 (Ns)

Megjegyzés: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001; Ns: nincs szignifikáns különbség.

*Table 3.* The effect of nutrient supply on crop yield (Debrecen, biculture, non-irrigated, 2024). Note: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; Ns: no significant difference.

Trikultúra vetésváltás esetén szembetűnő, hogy már a kontroll kezelésben is jelentősebben magasabb terméseredmények voltak, mint a bikultúra vetésváltási rendszer esetében. A bikultúrához képest a Hycardi 4180 kg/ha, Mv Seuso 4282 kg/ha és GK Csillag 3440 kg/ha genotípusok terméstöbbletet adtak trikultúra vetésváltásban.

Ahogy a bikultúra vetésváltási rendszer esetében is, szintén a Hycardi genotípus rendelkezett a legmagasabb termésmennyiséggel minden tápanyag-ellátottsági szinten, azonban ebben az esetben sem volt szignifikáns különbség a többi genotípus terméseredményeihez képest.

A szója elővetemény kedvezően hatott a talajra, hiszen nitrogénben gazdagította, amely kedvezett az őszi búza állománynak is. Ennek a nitrogénmennyiségnek egy részét a búza hasznosítani tudta. Azonban ennek köszönhetően a növekvő tápanyagszintek hatására egy bizonyos műtrágyadózis után termésmennyiség csökkenés következett be. Mindhárom genotípus esetében az N<sub>100</sub>+PK tápanyag-ellátottsági szinten figyelhető meg

a maximális terméseredmény, amely Hycardi esetében 11 097 kg/ha, Mv Seuso esetében 10 291 kg/ha és GK Csillag esetében 10 189 kg/ha (3. ábra).

3. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok termésmennyiségére (Debrecen, trikultúra, öntözetlen, 2024)

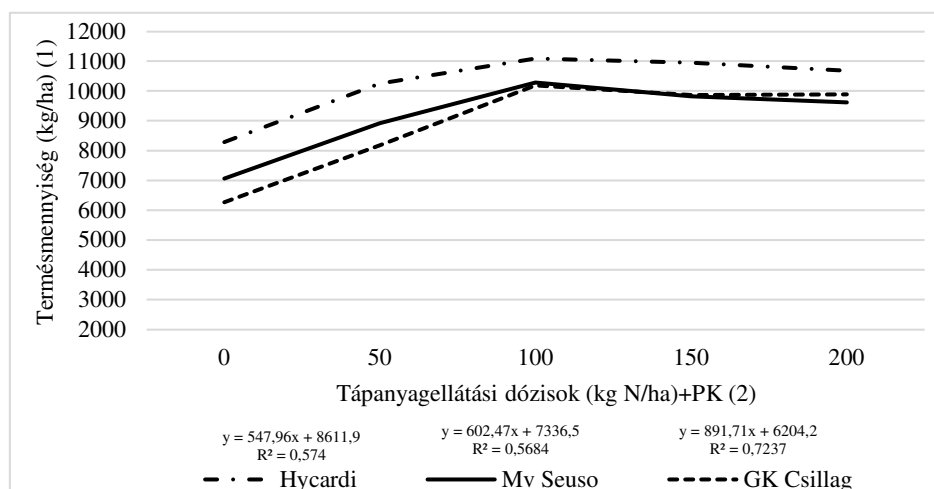


Figure 3. The effect of nutrient supply on the yield of wheat genotypes (Debrecen, triculture, non-irrigated, 2024). (1) Yield (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient supply doses (kg N ha<sup>-1</sup>)+PK

A termésdepresszió következtében a kontroll és az N<sub>200</sub>+PK tápanyagellátottsági szint között a termésmennyiség különbség nem volt annyira jelentős, mint bikultúra vetésváltási rendszerben. Ezt alátámasztja a trendfüggvény illeszkedése is, hiszen ebben a kezelésben a kijuttatott tápanyagdózisok és a genotípusok által elért terméseredmények között csak közepes kapcsolat [R<sup>2</sup>=0,57–0,72] áll fenn.

A kiegyenlített terméseredmények következtében csak az N<sub>0</sub>+PK tápanyagszinten elért termésmennyiség volt szignifikánsan alacsonyabb, mint az N<sub>100</sub>+PK, az N<sub>150</sub>+PK és az N<sub>200</sub>+PK tápanyagszintek terméseredményei (4. táblázat).

Hasonlóan az öntözetlen trikultúra vetésváltási rendszerhez, öntözött körülmények között is termésdepresszió lépett fel a túlzott nitrogénellátottság következtében (4. ábra).

4. táblázat. A tápanyagellátás hatása a termés mennyiségére  
(Debrecen, trikultúra, öntözetlen, 2024)

	N <sub>50</sub> +PK	N <sub>100</sub> +PK	N <sub>150</sub> +PK	N <sub>200</sub> +PK
N <sub>0</sub> +PK	p=0,082 (Ns)	p=0,003 (**)	p=0,006 (**)	p=0,009 (**)
N <sub>50</sub> +PK		p=0,258 (Ns)	p=0,474 (Ns)	p=0,600 (Ns)
N <sub>100</sub> +PK			p=0,987 (Ns)	p=0,948 (Ns)
N <sub>150</sub> +PK				p=0,999 (Ns)

Megjegyzés: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001; Ns: nincs szignifikáns különbség.

Table 4. The effect of nutrient supply on crop yield (Debrecen, triculture, non-irrigated, 2024).

Note: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; Ns: no significant difference.

4. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok termésmennyiségére  
(Debrecen, trikultúra, öntözött, 2024)

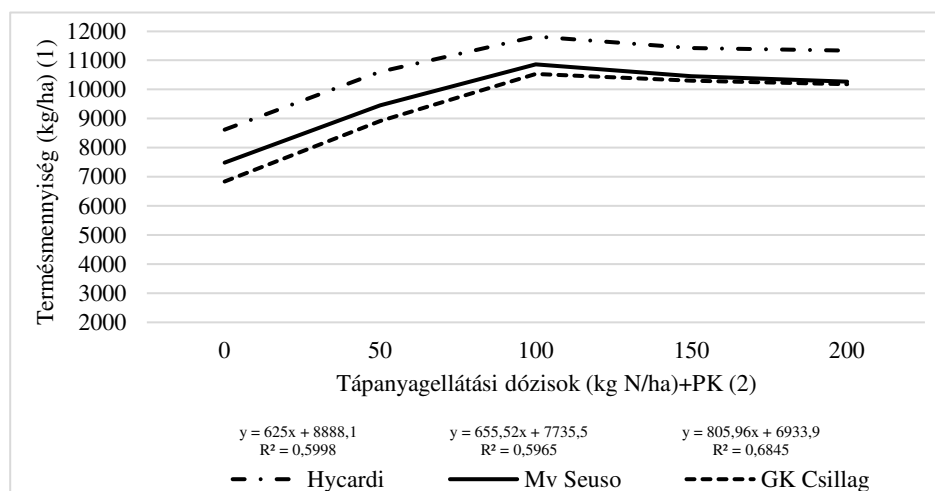


Figure 4. The effect of nutrient supply on the yield of wheat genotypes (Debrecen, triculture, irrigated, 2024). (1) Yield (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient supply doses (kg N ha<sup>-1</sup>)+PK

Emiatt szintén az N<sub>100</sub>+PK tápanyag-ellátottsági szinten voltak a legnagyobb terméseredmények mindhárom genotípus esetében, ez Hycardi esetében 11 824 kg/ha, Mv Seuso esetében 10865 kg/ha és GK Csillag esetében 10 538 kg/ha volt. Az öntözetlen és öntözött körülmények között fellépő termésmennyiség-különbség csak mérsékelt, nem szignifikáns volt.

A termésdepresszió következtében fellépő terméscsökkenés következményeként a trendfüggvény illeszkedése alapján a kijuttatott tápanyagdózisok és a genotípusok által elért terméseredmények között közepes kapcsolat [ $R^2=0,59-0,68$ ] található.

Hasonlóan az öntözetlen körülményekhez, ebben az esetben is csak az  $N_0+PK$  tápanyagszinten elért termésmennyiség volt szignifikánsan alacsonyabb, mint az  $N_{100}+PK$ , az  $N_{150}+PK$  és az  $N_{200}+PK$  tápanyagszintek terméseredményei (5. táblázat).

5. táblázat. A tápanyagellátás hatása a termés mennyiségére  
(Debrecen, trikultúra, öntözött, 2024)

	$N_{50}+PK$	$N_{100}+PK$	$N_{150}+PK$	$N_{200}+PK$
$N_0+PK$	$p=0,051$ (Ns)	$p=0,002$ (**)	$p=0,004$ (**)	$p=0,005$ (**)
$N_{50}+PK$		$p=0,215$ (Ns)	$p=0,451$ (Ns)	$p=0,569$ (Ns)
$N_{100}+PK$			$p=0,976$ (Ns)	$p=0,927$ (Ns)
$N_{150}+PK$				$p=0,999$ (Ns)

Megjegyzés: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$ ; Ns: nincs szignifikáns különbség.

Table 5. The effect of nutrient supply on crop yield (Debrecen, triculture, non-irrigated, 2024).  
Note: \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ ; Ns: no significant difference.

Az őszi búza minőségét leginkább a fehérjetartalommal lehet jellemezni, mivel ez a mutató a legfontosabb minőségi eleme. A fehérjetartalom jelentősége abban rejlik, hogy annak mennyisége és minősége meghatározó szerepet játszik a későbbiekben a liszt minőségére.

A bikultúra vetésváltási rendszerben öntözetlen körülmények között a növekvő tápanyag-ellátottsági dózisok hatására növekedett a genotípusok fehérjetartalma is (5. ábra). Átlagosan a legnagyobb terméseredményt elérő Hycardi genotípusnak volt a legkedvezőtlenebb fehérjetartalma, azonban a genotípusok fehérjetartalma között szignifikáns különbség egyik tápanyag-ellátottság esetében sem volt.

A kontroll és az  $N_{200}+PK$  tápanyagellátottság között a Hycardi esetében 3,32%, Mv Seuso esetében 3,79% és GK Csillag esetében 2,73% fehérjetartalom-különbség volt. Ezt bizonyítja, hogy a trendfüggvény illeszkedésénél megfigyelhető  $R^2$  érték a GK Csillag esetében csak közepes

összefüggést mutat [ $R^2=0,64$ ] a tápanyagellátottsági szintek és a fehérjetartalom között. Mivel a növekvő műtrágyadózisok hatására nagyobb mértékben növekedett a Hycardi és az Mv Seuso fehérjetartalma, ez esetekben a trendvonal illeszkedésénél szoros kapcsolat [ $R^2=0,86-0,87$ ] figyelhető meg a tápanyagellátottsági szintek és a fehérjetartalom között.

5. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok fehérjetartalmára (Debrecen, bikultúra, öntözetlen, 2024)

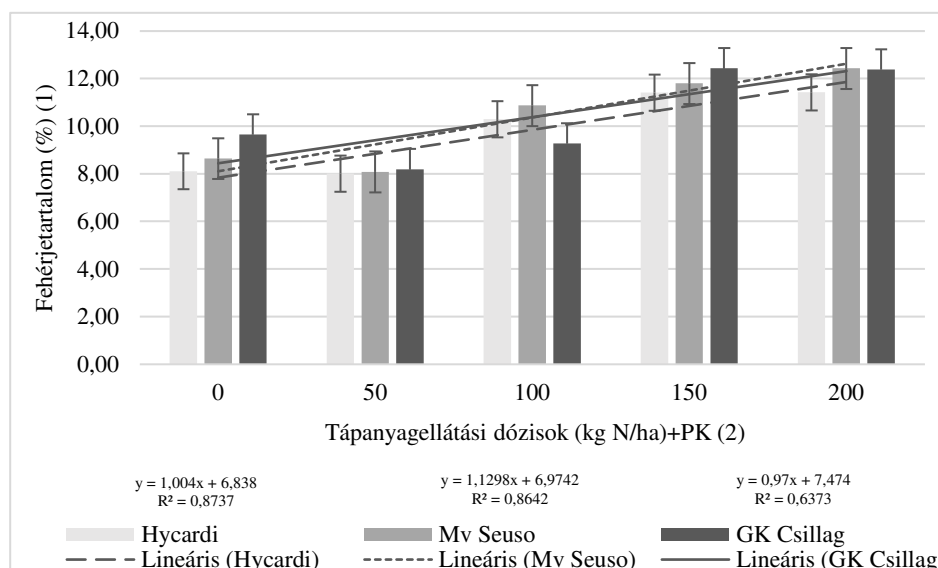


Figure 5. The effect of nutrient supply on the protein content of wheat genotypes (Debrecen, biculture, non-irrigated, 2024). (1) Yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), (2) Nutrient supply doses ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )+PK

Az egyes tápanyagszinteken elért fehérjetartalmak esetében megállapítottuk, hogy az  $N_0$ +PK tápanyagszint fehérjetartalma szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az  $N_{150}$ +PK és az  $N_{200}$ +PK tápanyagszintek fehérjetartalma; az  $N_{50}$ +PK tápanyagszint fehérjetartalma szignifikánsan alacsonyabb volt mint az  $N_{100}$ +PK, az  $N_{150}$ +PK és az  $N_{200}$ +PK tápanyagszinten elért fehérjetartalom, illetve az  $N_{100}$ +PK tápanyagszint fehérjetartalma volt szignifikánsan alacsonyabb, mint az  $N_{150}$ +PK és az  $N_{200}$ +PK tápanyagszintek fehérjetartalma (6. táblázat).

6. táblázat. A tápanyagellátás hatása a termés fehérjetartalmára  
(Debrecen, bikultúra, öntözetlen, 2024)

	N <sub>50</sub> +PK	N <sub>100</sub> +PK	N <sub>150</sub> +PK	N <sub>200</sub> +PK
N <sub>0</sub> +PK	p=0,630 (Ns)	p=0,124 (Ns)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>50</sub> +PK		p=0,014 (*)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>100</sub> +PK			p=0,037 (*)	p=0,020 (*)
N <sub>150</sub> +PK				p=0,994 (Ns)

Megjegyzés: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001; Ns: nincs szignifikáns különbség.

Table 6. The effect of nutrient supply on the protein content of yield (Debrecen, biculture, non-irrigated, 2024). Note: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; Ns: no significant difference.

Ahogy az öntözetlen körülmények között is megfigyelhető, úgy öntözött körülmények között is a tápanyagellátási szintek emelkedésével növekedett a genotípusok fehérjetartalma. Ebben a kezeléskombinációban is átlagosan a Hycardi genotípus rendelkezett a legkedvezőtlenebb fehérjetartalommal, amelynek a legmagasabb terméseredményei voltak (6. ábra).

A műtrágya kezelésekre hatására a genotípusok fehérjetartalma N<sub>0</sub>+PK és N<sub>200</sub>+PK tápanyag-ellátottsági szintek között 3,87%-kal (Hycardi), 3,64%-kal (Mv Seuso) és 3,95%-kal (GK Csillag) növekedett.

A kezeléskombinációban a trendfüggvény illeszkedése alapján a genotípusok fehérjetartalma szoros összefüggést [R<sup>2</sup>=0,79–0,91] mutattak a tápanyag-ellátottsági szintekkel.

A különböző tápanyagszinteken elért fehérjetartalmak közötti szignifikáns különbségek megegyeznek az öntözetlen bikultúras kezeléskombinációban tapasztalt eredményekkel (7. táblázat).

Öntözetlen trikultúra vetésváltási rendszerben átlagosan 0,5–1%-kal voltak magasabb fehérjetartalmak, mint bikultúra esetében (7. ábra).

A növekvő műtrágyadózisok hatására folyamatosan növekedett a genotípusok fehérjetartalma is, amelyet alátámaszt, hogy a trendfüggvény illeszkedése alapján is a tápanyag-ellátottsági szintek és az elért fehérjetartalmak között szoros kapcsolat [R<sup>2</sup>=0,79–0,95] áll fenn.

A genotípusok közül a legkisebb fehérjetartalom növekedés Hycardi esetében volt tapasztalható (2,49%). Ez a genotípus rendelkezett

össességében a legalacsonyabb fehérjetartalommal, és mindeközben a legmagasabb termés eredménnyel is.

6. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok fehérjetartalmára  
(Debrecen, bikultúra, öntözött, 2024)

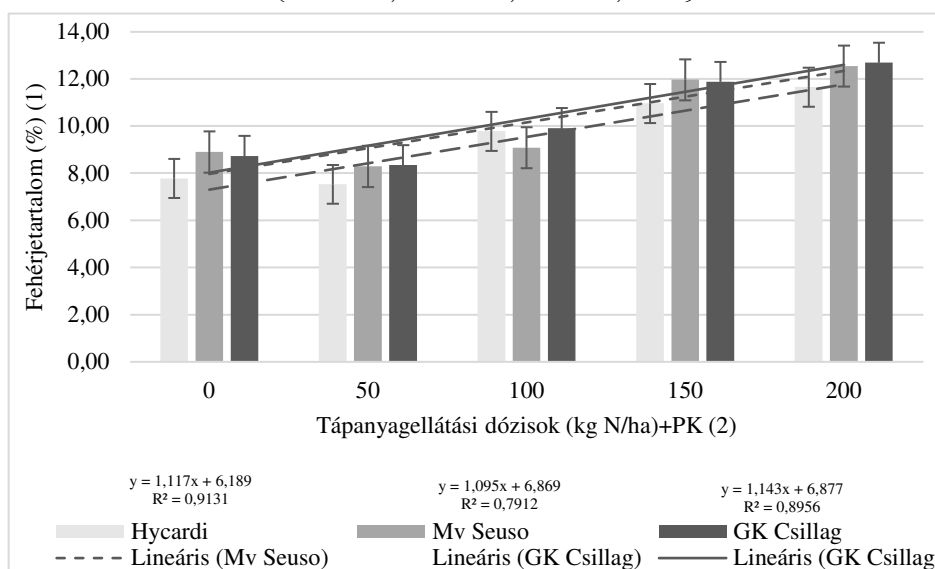


Figure 6. The effect of nutrient supply on the protein content of wheat genotypes (Debrecen, biculture, irrigated, 2024). (1) Yield (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient supply doses (kg N ha<sup>-1</sup>)+PK

7. táblázat. A tápanyagellátás hatása a termés fehérjetartalmára  
(Debrecen, bikultúra, öntözött, 2024)

	N <sub>50</sub> +PK	N <sub>100</sub> +PK	N <sub>150</sub> +PK	N <sub>200</sub> +PK
N <sub>0</sub> +PK	p=0,863 (Ns)	p=0,143 (Ns)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>50</sub> +PK		*	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>100</sub> +PK			p=0,006 (**)	p<0,001 (***)
N <sub>150</sub> +PK				p=0,522 (Ns)

Megjegyzés: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001; Ns: nincs szignifikáns különbség.

Table 7. The effect of nutrient supply on the protein content of the yield (Debrecen, biculture, irrigated, 2024). Note: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; Ns: no significant difference.

7. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok fehérjetartalmára  
(Debrecen, trikultúra, öntözetlen, 2024)

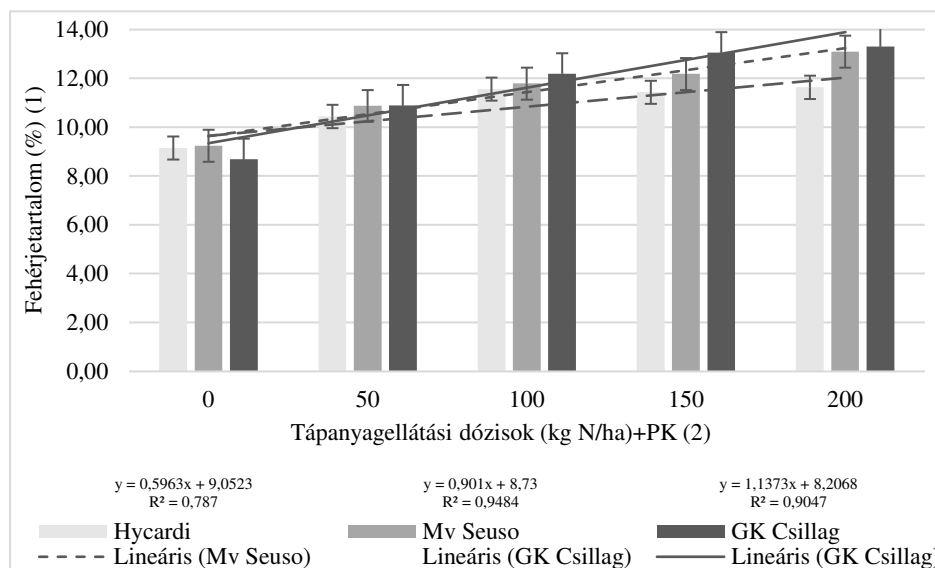


Figure 7. The effect of nutrient supply on the protein content of wheat genotypes (Debrecen, triculture, non-irrigated, 2024). (1) Yield (kg ha<sup>-1</sup>), (2) Nutrient supply doses (kg N ha<sup>-1</sup>)+PK

Trikultúra vetésváltási rendszerben öntözetlen körülmények között (8. táblázat) a kontroll tápanyag-ellátottsági szint szemtermésének a fehérjetartalma szignifikánsan alacsonyabb, mint a műtrágyával kezelt csoportok, illetve az N<sub>50</sub>+PK tápanyag-ellátottsági szinten elért fehérjetartalom szignifikánsan alacsonyabb, mint az N<sub>200</sub>+PK tápanyag-ellátottsági szinten elért fehérjetartalom.

Az öntözött trikultúra vetésváltási rendszerben (8. ábra) elért fehérjetartalom átlagosan 0,3%-kal volt alacsonyabb, mint az öntözetlen trikultúra vetésváltási rendszer esetében.

Műtrágyázás hatására folyamatos növekvő tendencia figyelhető meg a genotípusok által elért fehérjetartalom tekintetében is. A trendfüggvény illeszkedése alapján megállapítható, hogy ebben a kezeléskombinációban is szoros összefüggés [ $R^2=0,77-0,90$ ] található a genotípusok fehérjetartalma és a tápanyag-ellátottság között.

Mint az eddigi összes kezeléskombináció esetében, jelen kezelés alkalmával is a hibridbúza rendelkezett átlagosan a legalacsonyabb fehérjetartalommal.

8. táblázat. A tápanyagellátás hatása a termés fehérjetartalmára  
(Debrecen, trikulturúra, öntözetlen, 2024)

	N <sub>50</sub> +PK	N <sub>100</sub> +PK	N <sub>150</sub> +PK	N <sub>200</sub> +PK
N <sub>0</sub> +PK	p=0,033 (*)	p=0,001 (**)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>50</sub> +PK		p=0,217 (Ns)	p=0,068 (Ns)	p=0,016 (*)
N <sub>100</sub> +PK			p=0,930 (Ns)	p=0,460 (Ns)
N <sub>150</sub> +PK				p=0,872 (Ns)

Megjegyzés: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001; Ns: nincs szignifikáns különbség.

Table 8. The effect of nutrient supply on the protein content of crops (Debrecen, triculture, non-irrigated, 2024). Note: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; Ns: no significant difference.

8. ábra. A tápanyagellátás hatása a búza genotípusok fehérjetartalmára  
(Debrecen, trikulturúra, öntözött, 2024)

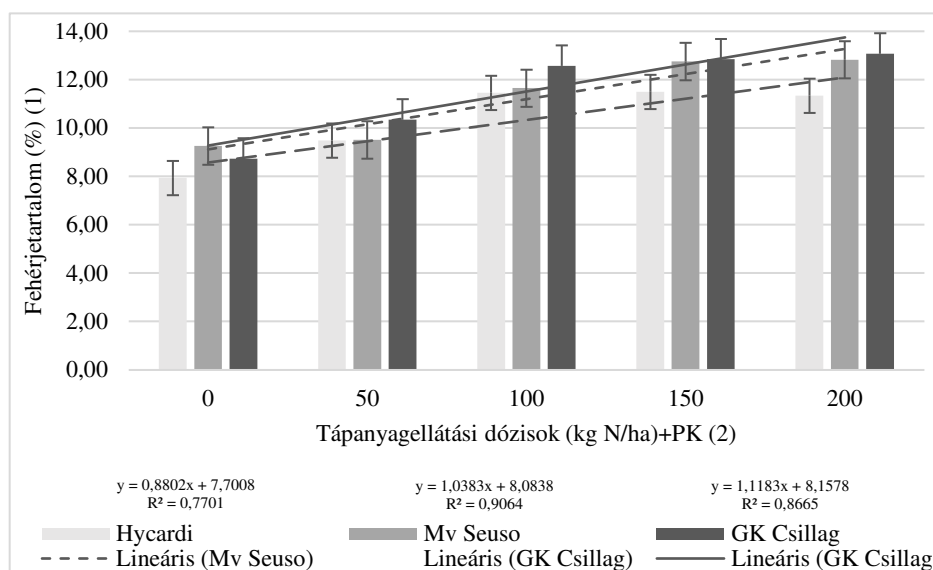


Figure 8. The effect of nutrient supply on the protein content of wheat genotypes (Debrecen, triculture, irrigated, 2024). (1) Yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), (2) Nutrient supply doses ( $\text{kg N ha}^{-1}$ )+PK

Öntözött trikulturúra vetésváltás esetében a kontroll tápanyag-ellátottsági szint fehérjetartalma szignifikánsan alacsonyabb, mint a műtrágyával kezelt csoportok, illetve az N<sub>50</sub>+PK tápanyag-ellátottsági szinten elért

fehérjetartalom szignifikánsan alacsonyabb, mint az N<sub>100</sub>+PK, az N<sub>150</sub>+PK és az N<sub>200</sub>+PK tápanyag-ellátottsági szinten elért fehérjetartalom (9. táblázat).

9. táblázat. A tápanyagellátás hatása a termés fehérjetartalmára  
(Debrecen, trikultúra, öntözött, 2024)

	N <sub>50</sub> +PK	N <sub>100</sub> +PK	N <sub>150</sub> +PK	N <sub>200</sub> +PK
N <sub>0</sub> +PK	p=0,340 (Ns)	p=0,002 (**)	p<0,001 (***)	p<0,001 (***)
N <sub>50</sub> +PK		p=0,028 (*)	p=0,008 (**)	p=0,007 (**)
N <sub>100</sub> +PK			p=0,917 (Ns)	p=0,890 (Ns)
N <sub>150</sub> +PK				p=1,000 (Ns)

Megjegyzés: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001; Ns: nincs szignifikáns különbség.

Table 9. The effect of nutrient supply on the protein content of the yield (Debrecen, three-crop rotation, irrigated, 2024). Note: \* p<0.05; \*\* p<0.01; \*\*\* p<0.001; Ns: no significant difference.

### Következtetések

Kísérletünkben bizonyítottuk *Sieling és Kristen (2015)* kutatási eredményeit, miszerint kedvezőtlen elővetemény után szignifikánsan alacsonyabb terméseredmények érhetők el. Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy őszi búza esetében kifejezetten fontos agrotechnikai elemet jelent az elővetemény megválasztása.

Kísérletünk alapján megállapítottuk, hogy mind a termés mennyiségét, mind pedig a fehérjetartalmat befolyásolni lehet a tápanyag-utánpótlással. Hasonlóan *Vári (2013)* kísérleti eredményeihez, az általunk végzett kísérletben is a növekvő műtrágyadózisok hatására jellemzően szignifikánsan egyre magasabb volt a termésmennyiség egy bizonyos nitrogénellátottsági szintig. Kísérletünkben a túlzott nitrogénellátás hatására termésnövekedés következik be.

Hasonlóan *Zecevic et al. (2010)* és *Debaeke et al. (1996)* kísérleti eredményeihez, azt a megállapítást tettük, miszerint a tápanyag-utánpótlás mértéke és a termés fehérjetartalma között szoros összefüggés található.

Kutatásaink alapján megállapítható, hogy sem az öntözésnek, sem pedig a genotípusnak nincs statisztikailag bizonyítható hatása. Kísérletünk bizonyította

*Pepó* (2021) megállapítását, miszerint kevésbé éri meg az őszi búzát öntözni, hiszen öntözés hatására jelentős terméstöbbletet nem értünk el.

Hasonlóan *Marcheva* (2021) kísérleteihez, mi is arra a következtetésre jutottunk, hogy a termés mennyisége és fehérjetartalma (minősége) között negatív korrelációs kapcsolat található, mivel mind a négy vizsgált kezeléskombinációban a Hycardi genotípus rendelkezett a legmagasabb termésmennyiséggel és a legkedvezőtlenebb fehérjetartalommal.

#### IRODALOM

- Bayisa, G. D.–Ayana, M.–Dinka, M. O.–Hordofa, T.–Mekonnen, B.*: 2024. Effect of deficit irrigation on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and water use efficiency in the semi-arid region of Awash Basin, Ethiopia. *Air, Soil and Water Research*. 17. 1:
- Debaeke, P. H.–Aussenac, T. H.–Fabre, J. L.–Hilaire, A.–Pujol, B.–Thuries, L.*: 1996. Grain nitrogen content of winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as related to crop management and to the previous crop. *European Journal of Agronomy*. 5. 3: 273–286.
- Guo, S.–Zhu, H.–Dang, T.–Wu, J.–Liu, W.–Hao, M.–Lic, Y.–Syersd, J. K.*: 2012. Winter wheat grain yield associated with precipitation distribution under long-term nitrogen fertilization in the semiarid Loess Plateau in China. *Geoderma*. 189–190: 442–450.
- Krisztián J.–Holló S.*: 1998. Mégis kell az őszi búza az északi tájon. *Gyakorlati Agroforum*. 9. 11: 1–5.
- Litke, L.–Gaile, Z.–Ruza, A.*: 2017. Nitrogen fertilizer influence on winter wheat yield and yield components depending on soil tillage and forecrop. *Agricultural Sciences*. 2: 54–60.
- Loch J.*: 2004. Tápelemek a talajban, a növényben. [In: *Loch és Nosticzius* Agrokémia és növényvédelmi kémia.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 75–91.
- Marcheva, M.*: 2021. Yield and quality stability of common winter wheat varieties. *Bulg. J. Agric. Sci.* 27. Suppl. 1: 111–118.
- Mattsson, L.*: 2004. Nitrogen fertilization in winter wheat (Kvaveintensitet i hostvete vid olika förutsättningar.) Rapport Avdelningen för Växtnäringslära, Institutionen för Markvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet. 209: 35.
- Pepó P.*: 2002. Őszi búza fajták trágyareakciója eltérő évjáratokban. *Növénytermelés*. 51. 1: 189–198.
- Pepó P.*: 2014. Az intenzív búzatermesztés agronómiai tényezői. *Agroforum*. 25. 9: 12–18.
- Pepó P.*: 2021. Megéri az őszi búzát öntözni? *AgrárUnió*. 2021. 06. 30.

- Sieling, K.–Kristen, O.*: 2015. Crop rotation effect on yield of oilseed rape, wheat and barley and residual effects on the subsequent wheat. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 61: 1631–1549.
- Szabó É.–Szabó A.–Dóka L.*: 2019. Az őszi búza termesztésének fontosabb agrotechnikai elemei. *MezőHír*. 2019. 06. 14.
- Tarnawa, Á.–Fekete, Á.–Szentpétery, Zs.–Csúriné Varga, A.–Nyárai-Horváth, F.*: 2014. The effect of N fertilization on the quality and quantity of winter wheat in small plot experiments. *Növénytermelés. Suppl.* 63: 111–114.
- Vári, E.*: 2013. Growth and chlorophyll content dynamics of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different crop years. *Acta Agraria Debreceniensis*. 53: 101–105.
- Wang, R.–Zhang, J.–Liu, Y.–Chen, X.–Li, M.–Sun, H.–Zhou, T.*: 2025. Legacy Effects of Different Preceding Crops on Grain Yield and Quality of Winter Wheat. *Plants*. 14. 16: 2598.
- Zecevic, V.–Knezevic, D.–Boskovic, J.–Micanovic, D.–Dozet, G.*: 2010. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality. *Cereal Res. Commun.* 38. 2: 243–249.
- Zhang, P.–Ma, G.–Wang, C.–Lu, H.–Li, S.–Xie, Y.–Guo, T.*: 2017. Effect of irrigation and nitrogen application on grain amino acid composition and protein quality in winter wheat. *PLoS ONE*. 12. 6: e0178494.
- Zhou, J. B.–Wang, C. Y.–Zhang, H.–Dong, F.–Zheng, X. F.–Gale, W.–Li, S.*: 2011. Effect of water saving management practices and nitrogen fertilizer rate on crop yield and water use efficiency in a winter-summer maize cropping system. *Field Crops Research*. 122. 2: 157–163.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Nagyné Mester Tímea – \*Dr. Pepó Péter  
DE MÉK  
Növénytermesztési, Nemesítési és Növénytechnológiai Intézet  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4032  
\*pepopeter@agr.unideb.hu

