

Eltérő intenzitású termesztéstechnológiák hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) minőségére

PEPÓ PÉTER

Debreceni Egyetem MÉK

Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Mészlepedékes csernozjom talajon a növényi modellek, a vetésváltás és a műtrágyázás interaktív hatásait vizsgáltuk az őszi búza szemtermésének minőségi paramétereire tartamkísérletben a 2023. vegetációs periódusban. Kutatási eredményeink azt bizonyították, hogy az eltérő intenzitású technológiai modelleknek (eltérő fungicidhasználat, levéltrágyák és növekedésszabályozó anyagok) nem, illetve csak részben (trikultúra) volt szignifikáns hatása a búza vizsgált minőségi paramétereire (fehérje-, keményítő-, száraz és nedves sikértartalom, Zeleny-index, szemkeménység). A fehérje- és keményítőtartalom negatív korrelációt mutatott. A trikultúra vetésváltásban nagyobb fehérje, száraz és nedves siker, Zeleny-index és szemkeménység értékeket mértünk, mint bikultúra vetésváltásban. A minőségi mutatók közül egyedül a keményítőtartalom volt nagyobb bikultúrában. A minőségi paraméterekre a legnagyobb, szignifikáns hatást a trágyázás gyakorolta. A fehérje-, száraz és nedves sikértartalom a növekvő műtrágya adagok hatására bikultúrában 7,58-13,42%, 4,48-11,32%, 12,06-31,10%, trikultúrában pedig 7,93-14,41%, 5,45-12,85%, illetve 13,86-34,79% közötti intervallumban növekedett. Bikultúrában az N₂₀₀+PK (legnagyobb) műtrágya kezelésben a nedves sikértartalom elérte a jó minőséget jelentő malmi I. kategóriát (31,13-32,10%), míg trikultúrában a malmi I. kategóriát (31,22-32,62%) már az N₁₀₀+PK trágyaadagnál elértük, és az N₂₀₀+PK kezelésben ezek az értékek (34,55-34,79%) a prémium minőségi kategóriába kerültek. Trikultúra vetésváltásban a kontroll (műtrágya és levéltrágya nélkül) kezelésben a fehérje-, a száraz és nedves sikértartalom szignifikánsan nőtt a szuperintenzív technológia alkalmazása esetén a levéltrágyák fiziológiai aktiváló hatásai miatt. A Zeleny-index és szemkeménység értékek bikultúrában kisebbek

voltak (4,66–34,51 ml, illetve 10,9–86,1), mint trikultúrában (12,86–39,61 ml, illetve 29,0–93,1), továbbá trágyázás hatására szignifikánsan növekedtek mindkét vetésváltásban.

Kulcsszavak: fungicides állománykezelés, őszi búza, minőségi paraméterek, agrotechnikai elemek

Impact of different production techniques with different intensities on the on the quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)

P. PEPÓ

University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Foods Sciences and Environmental Management, Institute of Crop Sciences, Debrecen

Summary

Interactive effects of crop models, crop rotation and fertiliser application on the quality parameters of winter wheat grain yield in a long-term experiment on calcareous chernozem soil in the growing season of 2023. The results of our research showed that different intensity of technological models (different fungicide use, foliar fertilisers and growth regulators) had no or only partial (tri-culture) significant effects on the quality parameters (protein, starch, dry and wet gluten content, Zeleny index, grain hardness) of wheat. Protein and starch content showed a negative correlation. Higher values of protein, dry and wet gluten, Zeleny index and grain hardness were measured in the tri-culture rotation than in the biculture rotation. Of the quality indicators, only starch content was higher in biculture. The highest significant effect of fertilisation on the quality parameters was observed. The protein, dry and wet gluten contents increased with increasing fertiliser rates in the intervals 7.58–13.42%, 4.48–11.32%, 12.06–31.10% in biculture and 7.93–14.41%, 5.45–12.85% and 13.86–34.79% in triculture, respectively. In biculture, in the N₂₀₀+PK (highest) fertiliser treatment, the wet gluten content reached the milling category I (31.13–32.10%), which is of good quality, while in triculture, the milling category I (31.22–32.62%) was already reached in the N₁₀₀+PK fertiliser treatment, and in the N₂₀₀+PK treatment, these values (34.55–34.79%) were in the premium quality category. In triculture crop rotation, protein, dry and wet gluten contents were

significantly increased in the control (without fertiliser and foliar fertiliser) treatment due to the physiological activating effects of foliar fertilisers when super intensive technology was applied. Zeleny index and grain hardness values were lower in biculture (4.66–34.51 ml and 10.9–86.1, respectively) than in triculture (12.86–39.61 ml and 29.0–93.1, respectively), and significantly increased with fertiliser application in both rotations.

Keywords: fungicide treatment, winter wheat, quality parameters, agrotechnical elements

Bevezetés

A hazai növénytermesztés legfontosabb növényeit a gabonafélék jelentik, melyek együttes vetésterülete meghaladja a 65%-ot. Különösen fontos a sokoldalúan felhasznált őszi búza termesztése. Az elmúlt években a búza hazai vetésterülete 800–1100 ezer hektár között változott, a termésátlaga – évjáráttól függően – 4–6 t/ha között ingadozott. Az elmúlt évtizedekben – sajnálatos módon – a magyar búzatermesztést a mennyiségi szemlélet jellemezte, a minőség meglehetősen háttérbe szorult. Az elmúlt években a búza értékesítési, piaci nehézségei újból ráirányították a figyelmet a minőségre.

A búza minőségét rendkívül sok tényező befolyásolja, melyek közül az ökológiai, biológiai-genetikai és agrotechnikai tényezőket szükséges kiemelni (Erdei és Szániel 1975, Matuz 2002). Az agrotechnikai tényezők közül az egyik fontos elem a vetésváltás. A diverzifikált vetésszerkezet jelentősen növelte nem csak a búza termésmennyiségét (Árendás *et al.* 2010, Pepó 2010b, 2019; Pepó és Sárvári 2011), hanem számottevő hatással volt a búza minőségére is (Pollhamerné 1973, Borghi *et al.* 1995, Shewry *et al.* 2000, Pepó *et al.* 2005, Stoeva és Ivanova 2009, Litke *et al.* 2018). A külföldi és hazai kutatók egységes álláspontja az, hogy az előveteménynél is jelentősebb mértékben befolyásolja a búza kémiai összetételét és sütőipari minőségét a trágyázás (annak mennyisége, az NPK és mezo-, mikroelemek, a kijuttatás ideje, megosztása stb.). A trágyázás direkt és indirekt módon befolyásolja a búza minőségét (Goos *et al.* 1982, Peterson *et al.* 1992, Vida *et al.* 1996, Ragasits 1998, Pepó *et al.* 2005). Pepó (2010a) két évtizedes vizsgálatai alapján mennyiség szempontjából az N₆₀₋₁₂₀+PK, minőség szempontjából pedig az N₁₂₀₋₁₅₀+PK dózist találta optimálisnak a különböző őszi búza fajták esetében. Duncan *et al.* (2018) és Lollato *et al.* (2019) kísérletei azt

bizonyították, hogy a N-műtrágyázás hatására nőtt a búza fehérjetartalma. *Fuertes-Mendizábal et al.* (2010) és *Asthir et al.* (2017) bizonyították, hogy a búza fehérje- és keményítőtartalma között szignifikáns kapcsolat van. *Wooding et al.* (2000) megállapították, hogy a növekvő műtrágya adagok növelték a búza szemkeménységét is. A száraz és nedves sikértartalmat a növekvő műtrágya adagokkal pozitívan lehetett befolyásolni (*Nagy és Pepó 2015, Cho et al. 2018.*). A búza N-trágyázása javította a Zeleny-indexet is (*Masauskiene és Ceseviciene 2005, 2006; Linina és Ruza 2012, Massoudifar et al. 2014.*).

A Hajdúságban mészlepedékes csernozjom talajon beállított tartamkísérletben vizsgálataink célja az volt, hogy meghatározzuk, hogy a különböző intenzitású technológiai modellek és a növekvő NPK-műtrágya adagok hogyan befolyásolják relatíve kedvező vízellátottságú évjáratban, 2023. évben a búza szemtermésének minőségét.

Anyag és módszer

A tartamkísérlet 1983. évben került beállításra a Debreceni Egyetem MÉK Növénytermesztési és Tájökológiai Tanszék Látóképi Kísérleti Telepén. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re nyugati irányban található a Hajdúsági löszháton. A terület talaja sík, kiegyenlített, talajgenetikailag a mészlepedékes csernozjom típusba tartozik. A terület talajfizikailag a vályog kategóriába sorolható (A_k 38–40), kémhatása közel semleges (pH 6,8). Foszforellátottsága közepesnek (AL-oldható P_2O_5 133 mg/kg), káliumellátottsága közepes-jónak (AL-oldható K_2O 240 mg/kg) tekinthető.

A tartamkísérletben két vetésváltásban vizsgáltuk a búza agrotechnikai reakcióját: bikultúra (kukorica-búza), trikultúra (szója-búza-kukorica).

Mindkét vetésváltásban öt műtrágyaszint került beállításra, melyek a következők:

	N	P_2O_5	K_2O
	(kg/ha)		
1	0	0	0
2	50	35	40
3	100	70	80
4	150	105	120
5	200	140	160

Alaptrágyaként a N 50%-át és a PK 100%-át ősszel (2022. szeptember 22.) komplex műtrágya formájában juttattuk ki kézi erővel minden egyes parcellára. A N műtrágya (pétisó) további 50%-a ugyancsak kézi erővel került kiszórásra 2023. április 13-án.

A tápanyagkezelések közül a minőségvizsgálatokban mind az öt műtrágyaadag parcelláiból 4-4 ismétlésben vettünk szemmintákat mindkét vetésváltásban.

A tartamkísérletben három eltérő intenzitású termesztési modellt vizsgáltunk:

Agrotechnikai elem	Átlagos technológiai modell	Intenzív technológiai modell	Szuperintenzív technológiai modell
Gyomirtás	Sekator OD 0,15 l/ha (2023. 04. 19.)	Sekator OD 0,15 l/ha (2023. 04. 19.)	Sekator OD 0,15 l/ha (2023. 04. 19.)
Állati kártevők elleni védelem	Karate Zeon 0,2 l/ha (2023. 05. 29.)	Karate Zeon 0,2 l/ha (2023. 05. 29.)	Karate Zeon 0,2 l/ha (2023. 05. 29.)
Fungicid kezelések	Falcon 0,8 l/ha (2023. 04. 27.)	Falcon 0,8 l/ha (2023. 04. 27.)	Falcon 0,8 l/ha (2023. 04. 27.)
	Riza 2,0 l/ha (2023. 05. 20.)	Prosaro 1,0 l/ha (2023. 05. 20.)	Prosaro 1,0 l/ha (2023. 05. 20.)
			Rewystar 0,75 /ha + Innox 0,75 l/ha (2023. 05. 24.)
Levéltrágyák és növekedésserkentő anyagok	-	Moddus 0,3 l/ha Yara Gramitel 4,0 l/ha +Yara Coptrac500 0,5 l/ha (2023. 04. 27.)	Moddus 0,3 l/ha Yara Gramitel 4,0 l/ha +Yara Coptrac500 0,5 l/ha (2023. 04. 27.)
		Yara Thiotrac 5,0 l/ha (2023. 05. 20.)	Yara Thiotrac 5,0 l/ha (2023. 05. 20.)

A talajelőkészítést mindkét vetésváltásban szántás nélkül végeztük (alapeszköz: Väderstad Carrier). A tartamkísérletben alkalmazott fajta a GK Csillag volt, melyet 2022. október 12-én vetettük el 5,5 millió/ha csíraszámmal. A kísérletek betakarítására 2023. július 11-én került sor Sampo parcellakombájjal.

A 2022/2023. vegetációs periódus csapadékos őszi és enyhe téli-korlatavaszi időjárása kedvezett a búza korai fejlődésének, áttelelésének és bokrosodásának (1. táblázat).

1. táblázat. A csapadék és hőmérséklet változása az őszi búza tenyészideje alatt (Debrecen, 2022/2023)

Hónap (4)	Csapadék (mm) (1)		Hőmérséklet (°C) (2)	
	2022/2023	30 éves átlag (3)	2022/2023	30 éves átlag (3)
	Október (5)	7,7	37,9	12,2
November (6)	47,7	41,6	6,8	4,6
December (7)	102,9	43,7	2,6	-0,1
Január (8)	60,9	29,7	4,4	-1,4
Február (9)	13,0	31,0	2,3	0,1
Március (10)	59,2	30,2	7,5	5,1
Április (11)	63,5	52,8	10,0	11,1
Május (12)	52,9	64,0	17,1	16,6
Június (13)	84,5	66,5	20,3	21,3
Július (14)	37,4	66,1	23,5	23,8
Összes (15)	529,7	463,5		
Átlag (16)			10,67	9,15

Table 1. Changes in rainfall and temperature during the growing season of winter wheat (Debrecen, 2022/2023). (1) Precipitation (mm), (2) Temperature (°C), (3) 30-year average, (4) Months, (5) October, (6) November, (7) December, (8) January, (9) February, (10) March, (11) April, (12) May, (13) June, (14) July, (15) Total, (16) Mean

A későbbi tavaszi és koranyári időjárás is pozitív módon befolyásolta a búzaállományok vegetatív és generatív fejlődését, termésképződési folyamatait. A fellépő betegségekkel szemben hatékonyak bizonyultak a fungicides

állományvédekezések. Megdőlés – a tenyészidőszak végén – a nagyobb műtrágya adagoknál jelentkezett. A kedvező vízellátás, a kiváló talaj, valamint az alkalmazott technológiai modellek agrotechnikai beavatkozásainak hatására kedvező terméseredményeket kaptunk a 2023. évben. Bikultúrában 3,5–9,8 t/ha, trikultúrában pedig 6,9–9,8 t/ha között változott a búza terméseredménye technológiai modelltől és trágyakezeléstől függően.

A tartamkísérlet parcelláinak betakarításakor vett búza szemmintákat tisztítottuk, majd a négyismétléses mintákat a DA 7250 NIR készülékkel mértük meg. Ennek során meghatározásra került a búza szemtermésének a fehérjetartalma, száraz és nedves sikeértartalma, keményítőtartalma, a szemkeménység és a Zeleny-szám.

Az adatok matematikai-statisztikai értékelését a Microsoft Excel 2013 és az SPSS for Windows 13.0 programok segítségével végeztük el.

Eredmények

A búza sokrétű felhasználásának megfelelően sokféle minőségi paramétert használhatunk a minőség jellemzésére. Egy-egy felhasználási terület (pl. kenyérgyártás, édesipari termékek, takarmány stb.) esetében is több minőségi mutató együttes használatával dönthetjük csak el az adott búza minőségét. A DA 7250 NIR készülék használata lehetőséget biztosított sokféle minőségi paraméter meghatározására, illetve annak megállapítására, hogy a különböző intenzitású technológiai modellek és ezeken belül a növekvő műtrágya adagok a különböző vetésváltásokban, hogyan befolyásolják a búza minőségét tartamkísérletben.

A búza szemtermésének – felhasználás szempontjából – legfontosabb kémiai összetevője a fehérjetartalom, míg a legnagyobb mennyiséget a keményítőtartalom képviseli. A vizsgálati eredményeink azt bizonyították, hogy a fehérje- és a keményítőtartalom ellentétes módon változott a műtrágyázás hatására mindkét vetésváltásban és mindhárom technológiai modellben (2. táblázat). A 2023. évben a búza fehérjetartalma 7,74–14,41%, a keményítőtartalma pedig 70,29–76,66% között változott kezelésektől függően. Adott vetésváltáson belül a technológiai modelleknek nem volt szignifikáns hatása sem a fehérje-, sem a keményítőtartalomra.

2. táblázat. *Technológiai modellek és a trágyázás hatása az őszi búza fehérje- és keményítőtartalmára (Debrecen, 2023, csernozjom talaj)*

Műtrágya (1)	Bikultúra (2)		Trikultúra (3)	
	Fehérje (%) (4)	Keményítő (%) (5)	Fehérje (%) (4)	Keményítő (%) (5)
Átlagos technológiai modell (6)				
∅	7,74	76,66	7,93	75,01
N ₅₀ +PK	8,04	76,31	9,66	75,02
N ₁₀₀ +PK	10,87	75,58	13,23	72,17
N ₁₅₀ +PK	12,24	74,02	14,18	70,72
N ₂₀₀ +PK	13,13	73,48	14,05	71,16
Intenzív technológiai modell (7)				
∅	7,59	76,25	8,45	74,50
N ₅₀ +PK	7,98	76,34	9,93	74,47
N ₁₀₀ +PK	10,48	75,74	13,14	71,54
N ₁₅₀ +PK	12,46	73,81	14,16	71,13
N ₂₀₀ +PK	13,21	73,50	14,41	70,29
Szuperintenzív technológiai modell (8)				
∅	7,58	76,46	9,82	75,00
N ₅₀ +PK	8,06	76,39	12,52	73,00
N ₁₀₀ +PK	10,48	76,03	13,80	70,53
N ₁₅₀ +PK	12,92	73,33	13,76	71,73
N ₂₀₀ +PK	13,42	73,07	14,14	70,61
SzD _{5%} (9)	0,42	0,53	0,80	0,91

Table 2. Technological models and the effect of fertilisation on the protein and starch content of winter wheat (Debrecen, 2023, chernozem soil). (1) Fertiliser, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Protein (%), (5) Starch (%), (6) Average technological model, (7) Intensive technological model, (8) Superintensive technological model, (9) LSD_{5%}

A vetésváltás ugyanakkor már hatással volt mindkét kémiai összetevőre. Bikultúra vetésváltásban alacsonyabb fehérjetartalmat (7,59–13,42%, különösen a kontroll és az N₅₀+PK, N₁₀₀+PK kezeléseknél volt alacsony a fehérjetartalom) és nagyobb keményítőtartalmat (73,07–76,66%) kaptunk a

trikultúra vetésváltással összehasonlítva. Trikultúrában már mérsékelt műtrágya adagoknál is relatíve kedvező volt a búza fehérjetartalma (kontroll, N₅₀+PK, N₁₀₀+PK kezelésekben 7,93–13,80%), amit a nagyobb trágyaadagok tovább növeltek (trikultúrában a fehérjetartalom 7,93–14,41% között változott). A búza keményítőtartalma trikultúrában (70,61–75,02%) elmaradt a bikultúrában mért értékektől. A vizsgált agrotechnikai elemek közül a legnagyobb, szignifikáns hatást a trágyázás gyakorolta a búza fehérje- és keményítőtartalmára. Mindkét vetésváltásban mindhárom technológiai modellben a nagyobb műtrágya adagok hatására nőtt a búza szemtermésének fehérje-, és csökkent a keményítőtartalma. Ezt a változást jól bizonyítja, hogy a kontroll (trágya nélküli) kezelésben a fehérjetartalom bikultúrában (7,58–7,74%) és trikultúrában (7,93–9,82%) rendkívül alacsony volt, addig az N₂₀₀+PK kezelésben közel megduplázódtak ezek az értékek (13,13–13,42%; illetve 14,05–14,41%). Rendkívül érdekes az, hogy a kedvező trikultúra vetésváltásban a kontroll kezelésben a fehérjetartalom lényegesen nagyobb volt a szuperintenzív technológiában (9,82%), mint az átlagos inputú agrotechnika (7,93%) alkalmazása esetén. Ez valószínűleg összefüggésben lehet azzal, hogy a 40 éve nem műtrágyázott és ezért gyenge tápanyagszolgáltató képességű kontroll parcellákon a szuperintenzív (és részben az intenzív=8,45%) technológiákban a kijuttatott levéltrágyák kedvezően tudták ellensúlyozni a korlátozott tápanyagfelvételt, illetve intenzívebbé tudták tenni az élettani folyamatokat, így a fehérjeképződést is. A trágyázás hatására a keményítőtartalom a fehérjéhez képest ellentétes módon változott, azaz a kontroll kezelésekben volt a legnagyobb (bikultúra 76,25–76,66%, trikultúra 74,50–75,01%) és az N₂₀₀+PK trágyaadagnál a legkisebb (bikultúra 73,05–73,50%, trikultúra 70,29–71,16%).

A búza sütőipari felhasználása szempontjából az egyik legfontosabb minőségi paraméter a sikértartalom. Az általánosan használt nedves sikértartalom mellett meghatároztuk a száraz sikértartalmat is. A két sikérmutató változásai párhuzamosak voltak a különböző agrotechnikai elemek esetében. Az eltérő intenzitású technológiai modellekben alkalmazott levéltrágyák és növekedésszabályozó anyagok nem befolyásolták sem a száraz, sem a nedves sikértartalmat (3. táblázat). Jelentős volt azonban a vetésváltás hatása. A hüvelyes növényt is tartalmazó trikultúra vetésváltásban lényegesen kedvezőbb volt mindkét mutató (száraz sikér 5,45–12,85%, nedves sikér 13,86–34,79%) a bikultúrában mért értékekkel

összehasonlítva (száraz sikér 4,48–11,32%, nedves sikér 12,06–32,10%). Különösen jelentős volt a különbség az alacsony dózisu trágyakezelésekben (kontroll, N₅₀+PK, N₁₀₀+PK).

3. táblázat. *Technológiai modellek és a trágyázás hatása az őszi búza száraz és nedves sikértartalmára (Debrecen, 2023, csernozjom talaj)*

Műtrágya (1)	Bikultúra (2)		Trikultúra (3)	
	Száraz sikér (%) (4)	Nedves sikér (%) (5)	Száraz sikér (%) (4)	Nedves sikér (%) (5)
Átlagos technológiai modell (6)				
∅	4,87	13,25	5,45	13,86
N ₅₀ +PK	5,10	14,22	7,72	19,68
N ₁₀₀ +PK	9,17	24,72	11,83	31,82
N ₁₅₀ +PK	10,40	29,10	12,97	34,72
N ₂₀₀ +PK	11,11	31,13	12,34	33,78
Intenzív technológiai modell (7)				
∅	4,58	12,39	6,18	15,29
N ₅₀ +PK	5,25	13,81	8,33	21,06
N ₁₀₀ +PK	8,70	23,18	11,64	31,22
N ₁₅₀ +PK	10,51	28,96	12,46	33,98
N ₂₀₀ +PK	11,13	31,62	12,85	34,79
Szuperintenzív technológiai modell (8)				
∅	4,48	12,06	8,01	20,48
N ₅₀ +PK	5,48	14,18	10,90	29,37
N ₁₀₀ +PK	8,64	23,15	12,17	32,62
N ₁₅₀ +PK	10,98	30,72	12,64	33,32
N ₂₀₀ +PK	11,32	32,10	12,64	34,55
SzD _{5%} (9)	0,57	1,23	1,03	2,78

Table 3. Technological models and the effect of fertilisation on the dry and wet gluten content of winter wheat (Debrecen, 2023, chernozem soil). (1) Fertiliser, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Dry gluten (%), (5) Wet gluten (%), (6) Average technological model, (7) Intensive technological model, (8) Superintensive technological model, (9) LSD_{5%}

A legnagyobb, szignifikáns hatást a műtrágyázás gyakorolta a búza száraz és nedves sikértartalmára a tartamkísérleteinkben. Ezt jól mutatja, hogy bikultúrában az N₂₀₀+PK kezelésben a nedves sikértartalom meghaladta a malmi I. kategória értékét (30,0% felett), 31,13–32,10% értékeket mértünk. A trikultúra vetésváltás kedvező hatását a búza minőségére jól mutatja, hogy a malmi I. kategóriát már az N₁₀₀+PK kezelésben elértük (31,22–32,62%), míg az N₂₀₀+PK trágya adagnál a nedves sikértartalom értékek (34,55–34,79%) meghaladták a prémium kategória szabványminimumát (34,0%). A fehérjetartalomhoz hasonlóan a száraz és nedves sikértartalom lényeges, szignifikáns növekedése következett be a trikultúra vetésváltásban a kontroll parcellákon az átlagos és szuperintenzív technológiákat összehasonlítva (5,45% és 13,86%, illetve 8,01% és 20,48% száraz és nedves sikértartalom), ami összefüggésben lehetett a kedvező elővetemény (szója) utáni pozitív talajállapot és a pótlólagosan adott levéltrágyák tápanyagainak interaktív hatásaival.

Az utóbbi időben számos új minőségi mutatót is meglehetősen széleskörűen alkalmaznak a búza minőségének jellemzésére. A DA 7250 NIR készülék segítségével meghatároztuk a Zeleny-indexet és szemkeménységet (4. táblázat). Mindkét minőségi mutató szoros összefüggésben van a búza fehérje- és sikértartalmával, így azokat a tendenciákat lehetett megállapítani a Zeleny-indexre és a szemkeménységre vonatkozóan, amit előzőekben már megtettünk. A bikultúra kedvezőtlenebb vetésváltása miatt a Zeleny-index (4,66–34,51 ml) és a szemkeménység (10,9–86,1) elmaradt a trikultúrában mért értékektől (12,86–39,61 ml, illetve 29,0–93,1). A technológiai modellek között egyik vetésváltási rendszerben sem lehetett szignifikáns különbségeket megállapítani a Zeleny-index és a szemkeménység esetében. Ez utóbbi két minőségi mutatóra ugyancsak a trágyázás gyakorolta a legnagyobb, szignifikáns hatást. Bikultúrában a kontroll kezelésben 4,66–10,71 ml, trikultúrában 12,86–24,81 ml Zeleny-index és 10,9–22,0, illetve 29,0–58,5 szemkeménység értékeket mértünk, ugyanakkor az N₂₀₀+PK kezelésben ezek bikultúrában 33,63–34,51 ml, 82,9–86,1, illetve 38,75–39,61 ml, 86,6–91,6 értékekre növekedtek.

4. táblázat. *Technológiai modellek és a trágyázás hatása az őszi búza Zeleny-indexére és szemkeménységére (Debrecen, 2023, csernozjom talaj)*

Műtrágya (1)	Bikultúra (2)		Trikultúra (3)	
	Zeleny-index (4)	Szemkeménység g (5)	Zeleny-index (4)	Szemkeménység (5)
Átlagos technológiai modell (6)				
∅	10,71	22,0	12,86	29,0
N ₅₀ +PK	13,61	26,6	26,55	57,5
N ₁₀₀ +PK	30,64	68,4	38,46	86,2
N ₁₅₀ +PK	33,22	82,8	40,53	89,9
N ₂₀₀ +PK	33,79	84,4	39,61	86,6
Intenzív technológiai modell (7)				
∅	6,06	12,5	15,80	35,3
N ₅₀ +PK	9,87	20,9	28,36	61,3
N ₁₀₀ +PK	29,26	62,8	36,61	84,5
N ₁₅₀ +PK	32,64	78,3	39,36	88,6
N ₂₀₀ +PK	34,51	82,9	38,92	89,5
Szuperintenzív technológiai modell (8)				
∅	4,66	10,9	24,81	58,5
N ₅₀ +PK	11,44	24,9	35,94	86,9
N ₁₀₀ +PK	29,38	64,2	37,10	90,5
N ₁₅₀ +PK	32,29	83,4	42,02	93,1
N ₂₀₀ +PK	33,63	86,1	38,79	91,6
SzD _{5%} (9)	2,67	4,61	5,23	10,04

Table 4. Technological models and fertilisation effects on Zeleny index and grain hardness of winter wheat (Debrecen, 2023, chernozem soil). (1) Fertiliser, (2) Biculture, (3) Triculture, (4) Zeleny index, (5) Grain hardness, (6) Average technological model, (7) Intensive technological model, (8) Superintensive technological model, (9) LSD_{5%}

A 2023. évi tartamkísérletek eredményei számos érdekes és új eredményt hoztak a búza minőségére vonatkozóan. A kísérletekből származó minták vizsgálatát az új DA 7250 NIR műszer segítségével a következő években

tovább kívánjuk folytatni. Az egyéves kutatási eredmények közlését a kezelések hatásainak konzekvensen érvényesülő trendjei tették indokolttá.

Következtetések

A búza termésmennyisége mellett a minősége is rendkívül fontos a különböző felhasználási területek miatt. A búza szemtermésének minőségét az ökológiai, a biológiai és az agrotechnikai tényezők kisebb-nagyobb mértékben befolyásolják. A tartamkísérletekből származó búzaminták NIR vizsgálata alapján azt állapítottuk meg, hogy a fehérje- és keményítőtartalom ellentétes irányban változott. Ehhez hasonló eredményeket közöltek *Fuertes-Mendizábal et al.* (2010) és *Asthir et al.* (2017) kísérleteik alapján. A fehérje-, a száraz és nedves síkértartalom a legfontosabb összetevők a sütőipari felhasználás szempontjából (*Erdei és Szániel 1975, Matuz 2002*). Ezeket a minőségi paramétereket a vizsgálati eredményeink alapján legnagyobb mértékben a trágyázás befolyásolta pozitívan, hasonlóan *Vida et al.* (1996), *Ragasits* (1998), *Cho et al.* (2018) eredményeihez. A trágyázás ugyancsak javította a Zeleny-indexet, hasonlóan *Linina és Ruza* (2012), *Massoudifar et al.* (2014) kísérleteihez. *Pollhamerné* (1973), *Shewry et al.* (2000), *Litke et al.* (2018) a vetésváltás minőségre gyakorolt hatásait bizonyították. Kutatási eredményeink szerint a diverzebb trikultúra-vetésváltás pozitív hatású volt az összes minőségi paraméterre a bikultúra eredményeivel összehasonlítva.

IRODALOM

- Árendás, T.–Bónis, P.–Csathó, P.–Molnár, D.–Berzsenyi, Z.*: 2010. Fertiliser responses of maize and winter wheat as a function of year and forecrop. *Acta Agronomica Hungarica*. 58: 109–114.
- Asthir, B.–Jain, D.–Kaur, B.–Bains, N. S.*: 2017. Effect of nitrogen on starch and protein content in grain influence of nitrogen doses on grain starch and protein accumulation in diversified wheat genotypes. *Journal of Envir. Biology*. 38: 427–433.
- Borghì, B.–Giordani, G.–Corbellini, M.–Vaccino, P.–Guermanti, M.–Toderi, G.*: 1995. Influence of crop rotation, manure and fertilizers on bread making quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Eur. J. Agron.* 4. 1: 37–45.

- Cho, S. W.–Kang, C. S.–Kang, T. G.–Cho, K. M.–Park, C. S.: 2018. Influence of different nitrogen application on flour properties, gluten properties by HPLC and end-use quality of Korean wheat. *Journal of Integrative Agric.* 17. 5: 982–993.
- Duncan, E. G.–O’Sullivan, C. A.–Roper, M. M.–Biggs, J. S.–Peoples, M. B.: 2018. Influence of co-application of nitrogen with phosphorus, potassium and sulphur on the apparent efficiency of nitrogen fertiliser use, grain yield and protein content of wheat: Review. *Field Crop Research.* 226: 56–65.
- Erdei P.–Szánuel I.: 1975. A minőségi búza termesztése. Mezőgazdasági Könyvkiadó. Budapest. 128.
- Fuertes-Mendizábal, T.–Aizpurua, A.–Gonzalez-Moroand, M. B.–Estavillo, J. M.: 2010. Improving wheat breeding making quality by splitting the N fertilizer rate. *Eur. J. Agron.* 33: 52–61.
- Goos, R. J.–Westfall D. G.–Ludwick, A. E.–Goris, J. E.: 1982. Grain protein content as an indicator of N sufficiency for winter wheat. *Agronomy Journal.* 74: 130–133.
- Linina, A.–Ruza, A.: 2012. Cultivar and nitrogen fertiliser effects on fresh and stored winter wheat grain quality indices. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences.* 66: 177–184.
- Litke, L.–Gaile, Z.–Ruza, A.: 2018. Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research.* 16. 2: 500–509.
- Lollato, R. P.–Figueiredo, B. M.–Dhillon, J. S.–Arnall, D. B.–Raun, W. R.: 2019. Wheat grain yield and grain-nitrogen relationships as affected by N, P, and K fertilization: A synthesis of long-term experiments. *Field Crop Research.* 236: 42–57.
- Masauskiene, A.–Ceseviciene, J.: 2005. Effect of cultivar and fertilisation practices on bread-making qualities of fresh and stored winter wheat grain. *Latvian Journal of Agronomy.* 8: 149–153.
- Massoudifar, O.–Kodjouri, F. D.–Mohammadi, G. N.–Mirhadi, M. J.: 2014. Effect of nitrogen fertilizer levels and irrigation on quality characteristics in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science.* 60: 925–934.
- Matuz J.: 2002. *Aestivum* és durum búza minőségi tulajdonságainak öröklődése és felhasználási minőségük javítása nemesítéssel Szegeden. MTA doktori értekezés. Szeged.
- Nagy, J.–Pepó, P.: 2015. Long-term experiments in Debrecen-Látókép. ISBN 978-615-5451-01-0.
- Pepó, P.: 2010a. Baking quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in the long-term experiments on chernozem soil. *J. Agric. Sci.* 44: 152–156.

- Pepó, P.*: 2010b. Sustainable environmental friendly sunflower production in changing climate conditions. [In: J. Molnarová-P. Pepo (eds.) Sustainable, environmental friendly field crops production in changing climate conditions.] Slovak University of Agriculture of Nitra. Nitra. Slovakia. 127-150 p.
- Pepó P.*: 2019. Integrált növénytermesztés 2. Alapnövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 11-58.
- Pepó P.-Sárvári M.*: 2011. Gabonanövények termesztése, Az agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése. 14-26.
- Pepó, P.-Sipos, P.-Győri, Z.*: 2005. Effects of fertilizer application on the baking quality of winter wheat varieties in a long term experiment under continental climatic conditions in Hungary. *Cereal Res. Commun.* 33: 825-832.
- Peterson, C. J.-Graybosch, R. A.-Baezinger, P. S.-Grombacher, A. W.*: 1992. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.* 32: 98-103.
- Pollhamerné E.*: 1973. A búza minősége a különböző agrotechnikai kísérletekben. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Ragasits I.*: 1998. Búzatermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 19-140.
- Shewry, P. R.-Tatham, A. S.-Fido, R.-Jones, H.-Bercelo, P.-Lazzeri, P. A.*: 2000. Improving the end use properties of wheat by manipulating the grain protein composition. Wheat in Global Environment. Proc. 6th Int. Wheat Conf. Budapest. Hungary.
- Stoeva, I.-Ivanova, A.*: 2009. Interaction of the technological properties of common winter wheat varieties with some agronomy factors. *Bulg. J. Agric. Sci.* 15: 417-422.
- Vida Gy.-Bedő Z.-Jolánkai M.*: 1996. Agronómiai kezeléskombinációk őszi búzafajták sütőipari minőségére gyakorolt hatásának elemzése főkomponensanalízissel. *Növénytermelés.* 45. 5-6: 453-462.
- Wooding, A. R.-Kavale, S.-Wilson, A. J.-Stoddard, F. L.*: 2000. Effects of Nitrogen and Sulfur Fertilization on Commercial-Scale Wheat Quality and Mixing Requirements. *Cereal Chem.* 77. 6: 791-797.

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