

A termesztési tényezők hatása az őszi búza termésére és a terméselemekre 2000-ben

Lesznyák Mátyásné

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Növénytermesztési és Tájökológiai Tanszék, Debrecen

ÖSSZEFOGLALÁS

Az őszi búza termesztés szempontjából legfontosabb tényezők (elővetemény, műtrágyázás, öntözés, talajművelés-talajelőkészítés) terméselemekre, illetve a termésre gyakorolt hatásának a Debreceni Agrártudományi Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén beállított tartamkísérletben regresszióanalízissel 2000-ben végzett vizsgálat eredményei alapján a következők foglalhatók össze:

- Termésmeghatározónak – a regresszióanalízis tanúsága szerint – kísérleti körülményeink között kukorica elővetemény után a 2000. évben a műtrágyázás bizonyult.
- Borsó elővetemény után az őszi búza az ökonómiailag még gazdaságos terméshozadékot az N_{50} P_{35} K_{40} kg/ha műtrágyamennyiség mellett érte el.
- Borsó elővetemény után termesztett őszi búzánál egyik meghatározó terméskomponens sem változott szignifikáns mértékben.
- Kukorica elővetemény után szoros, szignifikáns kapcsolat mutatható ki a növénymagasság, a kalászhozosszúság, a növény- és kalásztömeg, a kalászkaszám és a kalásonkénti szemszám között. A terméskomponensek belső összefüggésrendszerétől különálló tényező az ezerszeműség, amely nem követi a terméskomponensek kapcsolatát.
- Kukorica elővetemény után a terméskomponensek közül a kalásonkénti szemszám pozitív változásának köszönhető az őszi búza terméshozadékának növekedése.

SUMMARY

The effect of major production factors (forecrop, fertilisation, irrigation, soil cultivation and soil preparation) on the yield components and yield of winter wheat were studied in a long-term experiment set up at the Látóképi Experimental Nursery of the Agricultural Sciences Centre of the University of Debrecen. The results of regression analysis led to the following conclusions:

- In our experiments in 2000, after using maize as a forecrop – based on the results of analysis of regression – fertilisation determined the yield.
- After using pea as a forecrop, a N_{50} P_{35} K_{40} kg/ha fertiliser rate led to an economical increase in the yield of winter wheat.
- None of the determinative yield components varied significantly for winter wheat produced after using pea as a forecrop.
- There is a closed, significant correlation between plant height, spike length, plant and spike mass, the number of spikelets and grains per spike after using maize as forecrop. The thousand grain mass is different from the other yield components, because it is not part of the relation system of those yield components.
- The increased yield of winter wheat after maize has been used as a forecrop is due to the positive change in grain number per spike yield component.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A növénytermesztés biztonságának, alkalmazkodóképességének javítása szükségessé teszi a gabonafélék, ezen belül is a kiemelkedő helyet elfoglaló növény, az őszi búza termesztéstechnológiájának termőhelyre adaptált továbbfejlesztését.

Hazánk klimatikus körülményei között az évjárat és a biológiai alapok mellett a termesztéstechnológiai elemek – elővetemény, műtrágyázás, öntözés, talajművelés – döntően meghatározzák az őszi búza termésmennyiségét és termésmínőségét.

A három termésmeghatározó komponens (területegységenkénti kalászsorszám, kalászban lévő szemek száma, ezerszeműség) mellett célszerű a többi módosító összetevő (növénymagasság, kalászhozosszúság, kalászkaszám, szeműség) vizsgálatba vonása is a termés kialakulási mechanizmusának teljesebb megismerése érdekében.

Az ismert és használt terméselemzési módszerek a terméselemek egymásra és a termésre gyakorolt hatását értelmezik. A különbség a megfigyelt terméselemek számában, illetve az összefüggésvizsgálat módszerében van (Sedlmayer, 1953; Csukly, 1954; Sváb, 1961).

Az őszi búza fajtáknál a genetikailag meghatározott tulajdonságok mellett a környezet módosítja a terméselemeket, évjáratától függően szinte bármelyik tulajdonság döntően meghatározhatja a termés nagyságát (Papp és Sváb, 1961; Sváb és Szabó, 1973).

A tápanyagellátás döntően befolyásolja a kalászok mennyiségi mutatóit (Lönhardné et al., 1995). A műtrágyázás hatására szignifikáns különbségeket találtak a kalászhozosszúság, a kalásztömeg és a kalásonkénti szemszám tekintetében. A kalászhozosszúság már 87 kg/ha N-trágya hatására lényegesen növekedett, a 174 kg/ha-os adag azonban csak a kezdeti növekedést gyorsította, a tenyészidő végére a kalászhozosszúság a két kezelésnél megközelítőleg egyforma volt. Lényeges a nitrogénhatás, de a nagyobb nitrogénadag csak akkor érvényesül, ha megfelelő mennyiségű PK trágyát is adunk.

Ruzsányi (1985, 1992) vizsgálatai szerint a műtrágyázás elsősorban a területegységenkénti kalászsorszám és a kalásonkénti szemszám pozitív változása révén fejti ki terméshozadék-növelő hatását. Az ezerszeműség nem követi a terméshozadék-növelés trendjét – az agrotechnikai tényezők csak kismértékben befolyásolják –, meghatározó szerepe a biológiai alapnak, a fajtának van (Jolánkai, 1982; Lesznyák, 1991, 1996/A, 1996/B).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum látóképi Kísérleti Telepén Ruzsányi László 1984-ben beállított tartamkísérletében végeztem 2000. évben Mv Pálma őszi búza bi- (őszi búza-kukorica) és trikultúra (kukorica-borsó-őszi búza) vetésváltásban.

Az öntözés és a talajművelés sávos, a műtrágyázás pedig véletlen blokk elrendezésben van beállítva. Az ismétlések száma 4, a parcellák terület 46 m². 2000-ben a két vetésváltási változatban 80-80 parcella képezte az adatbázist.

A kísérletben három talajművelési változat szerepel: tárcsázás, tárcsázás + lazítás, szántás.

A kijuttatott műtrágya hatóanyag mennyiségek:

Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg/ha hatóanyag		
1	0	0	0
2	50	35	40
3	100	70	80
4	150	105	120
5	200	140	160

A csapadék alakulása a következő volt:

Időpont	Csapadék (mm)	50 éves átlag (mm)
Téli félév csapadéka (1999. X. 1. – 2000. III. 31.)	234	243
Tenyészedő csapadéka (1999. X. 1. – 2000. VII. 31.)	380	477

A Kísérleti Telep talaja löszön képződött alföldi mészlepedékes csernozjom. A humuszos réteg 70-80 cm vastagságú, a humusztartalom 2,5-3,0%. A művelt réteg KCl-os pH-ja 5,5-6,5 közötti, a méztartalom 10-13%. A talaj össz-nitrogén tartalma 0,12-0,18% (közepes), AL-oldható P₂O₅-tartalma 135-140 mg/kg (közepes), AL oldható K₂O-tartalom 270-275 mg/kg (jó ellátottságú). A talajvíz 6-8 m között helyezkedik el.

A terméskomponensek közül értékeltem a betakarítás előtt parcellánként 1 fm-ről szedett növényminták paramétereit:

1. növénymagasság, cm
2. kalázhosszúság, cm
3. hasznos kalázhosszúság, cm
4. növénytömeg, g
5. kalásztömeg, g
6. kalászban lévő szemek száma, db
7. kalászban lévő szemek tömege, g
8. ezerszemtömeg, g

Az eredmények értékelése – az előzetes eloszlásvizsgálatok elvégzése után – többtényezős regresszióanalízissel és korrelációs számítással történt.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A különböző elővetemények (kukorica, borsó) után termesztett őszi búza terméseredményét az 1. ábrán tüntettem fel. A 16 éve műtrágyázásban nem részesült parcellákon igen jelentős – 4,4 t/ha-os –

különbség mutatkozik a kedvező elővetemény (borsó) után. Míg kukorica elővetemény után az aszályosnak tekinthető 2000. évben csak 2,4 t/ha volt a kontroll parcellák termésátlaga, addig borsó elővetemény után 6,9 t/ha-t ért el az őszi búza termése.

1. ábra: A műtrágyázás hatása az őszi búza termésére különböző vetésváltási változatban (Debrecen-Látókép, 2000)

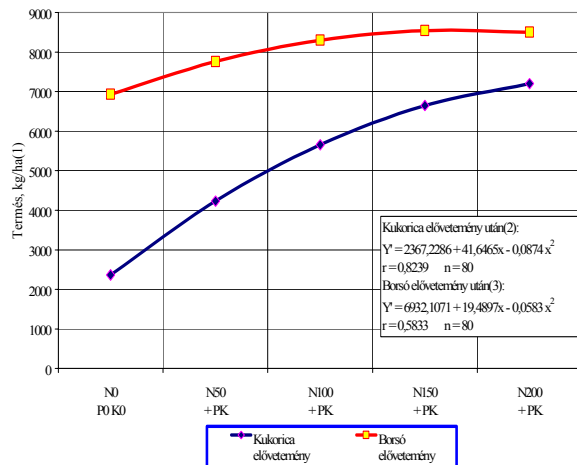


Figure 1: Effect of fertilization on the yield of winter wheat in various crop sequences (Debrecen-Látókép, 2000)
Yield, kg/ha(1), After maize(2), After peas(3)

A kétféle elővetemény (kukorica-borsó) után termesztett őszi búzánál jelentős terméskülönbségek mutatkoztak a műtrágyázás hatására. A 80-80 parcellát reprezentáló adatfeldolgozás eredményei alapján megállapítható, hogy a kedvezőnek ítélt borsó elővetemény után 1.304-3.877 kg/ha-ra tehető a termésszínvonal-különbség. Nem csak a talajban maradó többlet-N, hanem a borsó és a kukorica közötti talaj-vízháztartásbeli különbségek okozzák ezen jelentős különbségeket.

Borsó elővetemény után a műtrágyázás hatására a maximális termésnövekedés 1.080 kg/ha (ezt a még gazdaságosnak ítélt termésnövekedést az N₅₀ P₃₅ K₄₀ műtrágya-szinten érte el), a további műtrágyamennyiségek hatására csak minimális mértékben (92-294 kg/ha) nőtt az őszi búza termése.

Kukorica elővetemény után a maximális termésnövekedés (1.867 kg/ha) az N₁₀₀ P₇₀ K₈₀ műtrágyamennyiség mellett következett be. A 150, illetve 200 kg/ha-os N-műtrágya mennyiség már nem növelte ökonómiaailag gazdaságos mértékben (536-787 kg/ha-os termésnövekedés) az őszi búza termését (1. ábra).

A 2. ábrán látható a területegységenkénti kalászsám alakulása a különböző vetésváltásban termesztett őszi búza esetében. Borsó elővetemény után nem emelkedik műtrágyázás hatására szignifikáns mértékben a kalászsám (minimális kalászsám: 487, maximális kalászsám: 537). A legjelentősebb különbség (19 db/m²) az N₁₀₀ + PK műtrágyakezelésben mutatható ki.

2. ábra: Az elővetemény és a műtrágyázás hatása az őszi búza kalászsámának alakulására különböző vetésváltásban (Debrecen-Látókép, 2000)

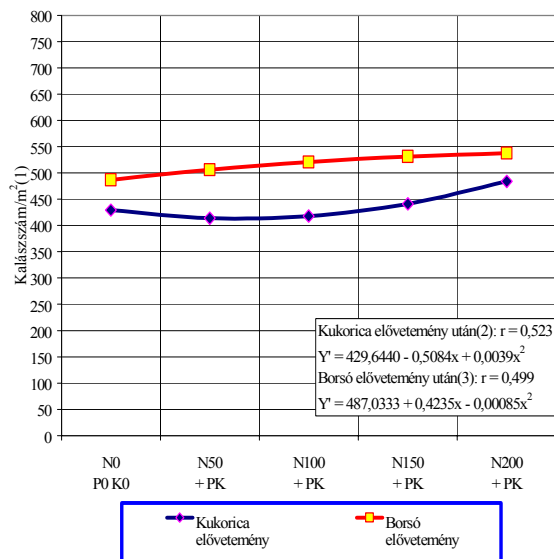


Figure 2: Effect of fertilization on the spike number of winter wheat in various crop sequences (Debrecen-Látókép, 2000)
Number of spikes(1), After maize(2), After peas(3)

Kukorica-búza vetésváltás esetén a területegységenkénti kalászsám növekedik a műtrágyázás hatására, 2000. évben a legnagyobb műtrágya mennyiség 11,3%-kal növelte az őszi búza bokrosodását (2. ábra).

A kalászonkénti szemszám változása a 3. ábrán figyelhető meg. A műtrágyázás mindkét vetésváltási változatban hatással volt a szemszám alakulására. Kukorica elővetemény után a trágyázatlan kontroll parcellák kalászonkénti szemszáma (26,5 szem/kalász) 34,3 szemszámra növekedett. Borsó elővetemény után is lineárisan változott a kalászonkénti szemszám: a műtrágyázatlan parcellák 37 db szem/kalászszáma a 200 kg/ha N + PK kezelésben gyakorlatilag lecsökkent a kukorica elővetemény után megfigyelhető 34,5 db/kalászsámra (3. ábra). Borsó elővetemény után a talajban visszamaradt N-mennyiség elegendőnek bizonyult az őszi búza számára, míg a kukorica elővetemény után a fenometriai mutatók kiteljesedéséhez az őszi búza többlet-műtrágyát igényelt.

A 4. ábrán a műtrágyázás és az ezerszemtömeg kapcsolata figyelhető meg. A 2000. évben a műtrágyázatlan parcellákon termesztett őszi búza ezerszemtömege gyakorlatilag azonos volt mindkét elővetemény után. A genetikailag meghatározott ezerszemtömeget kukorica elővetemény után a műtrágyázás 1,7 g-mal növelte (103,6%), de ez a változás statisztikailag nem igazolható.

Borsó elővetemény után a talajban visszamaradó többlet-N elegendőnek bizonyult az őszi búza számára, az ezerszemtömeg érdemben nem mutatott változást a műtrágyázás hatására (4. ábra).

3. ábra: Az elővetemény és a műtrágyázás hatása az őszi búza kalászonkénti szemszámának alakulására (Debrecen-Látókép, 2000)

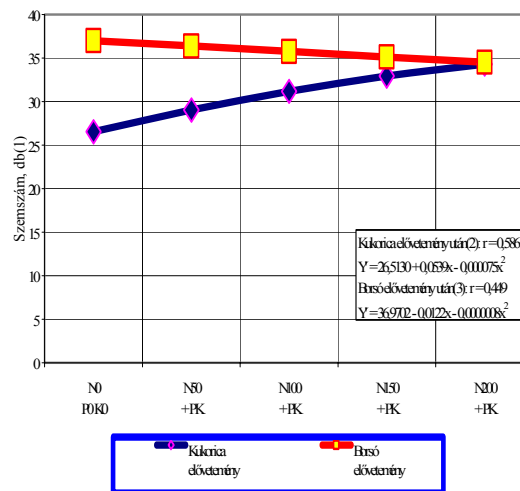


Figure 3: Effect of fertilization on the grain number of winter wheat in various crop sequences (Debrecen-Látókép, 2000)
Grain number(1), After maize(2), After peas(3)

4. ábra: Az elővetemény és a műtrágyázás hatása az őszi búza ezerszemtömegének alakulására (Debrecen-Látókép, 2000)

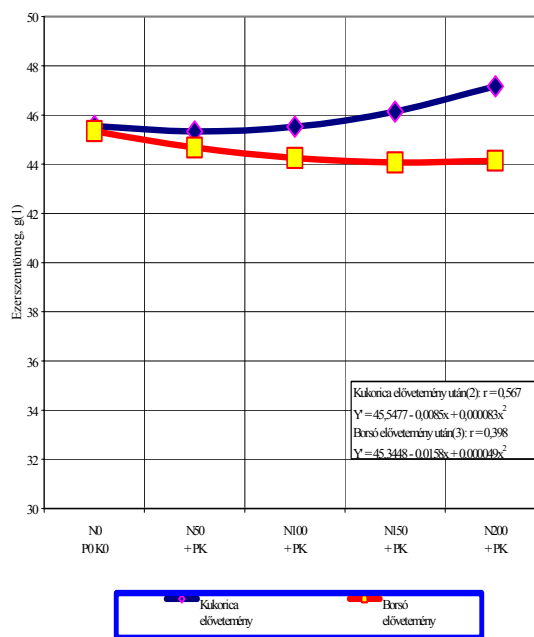


Figure 4: Effect of fertilization on the thousand grain mass of winter wheat in various crop sequences (Debrecen-Látókép, 2000)
Thousand grain mass(1), After maize(2), After peas(3)

Az 5. ábrán a kumulatív terméselemzés eredménye látható a műtrágyázás hatására különböző elővetemények után termesztett őszi búzáknál. Kukorica-őszi búza vetésváltás esetén a trágyázatlan kontroll parcellák mutatóihoz viszonyítva a műtrágyázás lényegesen növelte a kalászonkénti

szemszámot. A szemszám növekedésével magyarázható kukorica elővetemény után a trágyázatlan parcellák terméséhez viszonyított 180-300%-os termésnövekedés. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a műtrágyázás egyik

kezelésben sem befolyásolta érdemben az ezerszemtömeg alakulását, az őszi búza bokrosodását kukorica elővetemény után az N₂₀₀ P₁₄₀ K₁₆₀ – kissé túlzottan tűnő – műtrágyaadag növelte statisztikailag értékelhető mértékben.

5. ábra: A terméskomponensek alakulása a műtrágyázás hatására (Debrecen-Látókép, 2000)

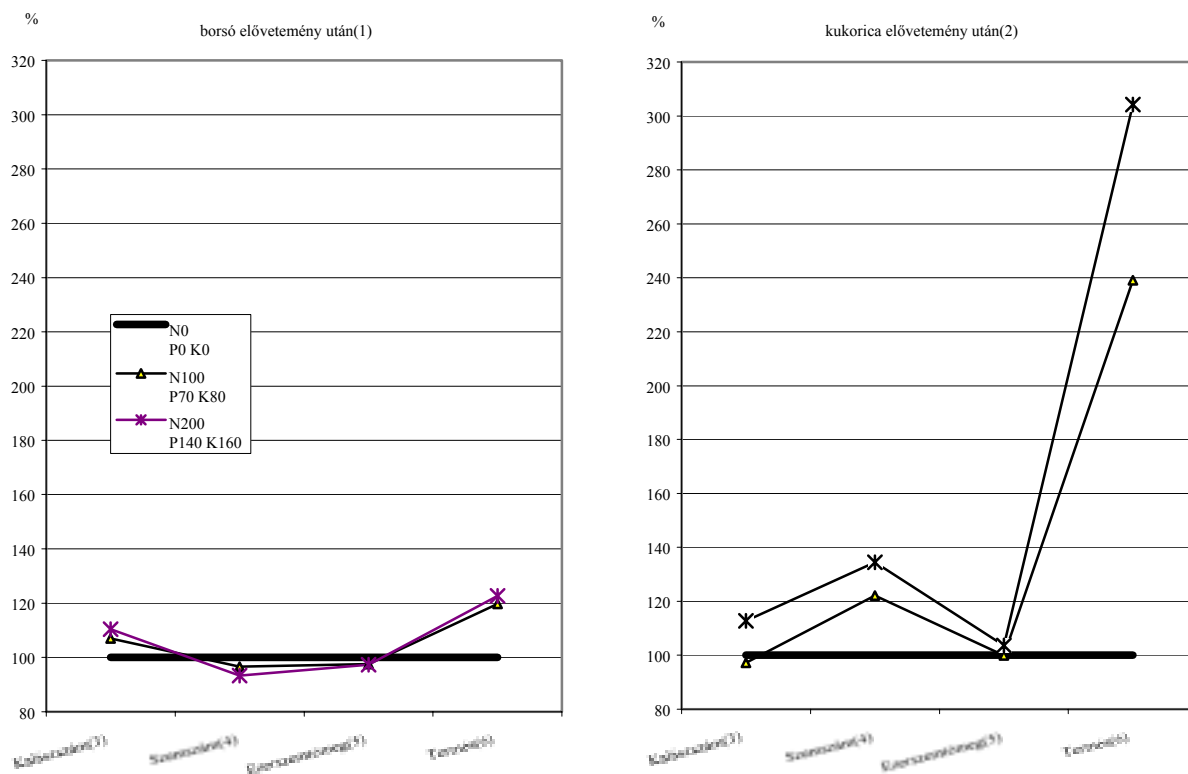


Figure 5: Effect of fertilization on the yield component of winter wheat (Debrecen-Látókép, 2000)
After peas(1), After maize(2), Number of spikes(3), Grain number(4), Thousand grain mass(5), Yield(6)

A borsó után termesztett őszi búzáknál egyik meghatározó terméskomponens sem változott szignifikáns mértékben a műtrágyázás hatására, a kontrollhoz viszonyított 105-120%-os termésnövekedésben egyik fenometria mutató sem játszott döntő szerepet. A termésnövekedés magával az előveteménnyel – borsó –, annak kedvező tápanyaggazdálkodási és vízháztartási tulajdonságaival magyarázható (5. ábra).

A 80-80 adat
 (Öntözés: 2: Öntözött – nem öntözött
 Talajművelés: 2: Tárcsázás – szántás
 Műtrágyázás: 5 N₀, N₅₀, N₁₀₀, N₁₅₀, N₂₀₀
 Ismétlés: 4)

feldolgozása után az őszi búza termésének, agrotechnikai tényezőinek és fenometria mutatóinak korrelációs értékei az 1-2. táblázatokban láthatóak. P = 0,1%-os szinten – 80 adat esetén – statisztikailag megbízhatónak az r > 0,3568 érték tekinthető.

Kukorica elővetemény után 2000. évben a vizsgált agrotechnikai tényezők közül sem az öntözés (a búza nem tartozik az öntözést igénylő növények közé), sem a talajművelés (az őszi búza nem a talajművelés mélységére, hanem az időben, jó

minőségben elvégzett talajművelésre igényes) nem volt értékelhető mértékben hatással az őszi búza termésére.

Termésmeghatározónak – a regresszióanalízis tanúsága szerint – kísérleti körülményeink között a 2000. évben a műtrágyázás bizonyult (r = 0,8239) (1-4. ábrák).

A korrelációs együtthatók értékeinek elemzése során (1. táblázat) megállapítható, hogy szoros, pozitív, szignifikáns kapcsolat mutatható ki a növénymagasság, a kalászhosszúság, a növény- és kalásztömeg, a kalászkaszám és a kalásonkénti szemszám között. A belső összefüggésrendszerrel különálló tényező az ezerszemtömeg, amely nem követi pozitív változással a terméskomponensek kapcsolatát.

Borsó elővetemény után jóval kisebb a terméskomponensek rendszerén belül az egyes tényezők összefüggésének szorossága (1-4. ábrák). A borsó, mint kiváló elővetemény nem engedi érvényre jutni sem a trágyázás, sem a talajművelés, sem az öntözés más körülmények között jól érvényesülő termésnövelő hatását.

A korrelációs együttható (r) értékei (2. táblázat) nem adnak olyan mértékű felvilágosítást az egyes tényezők közötti összefüggésekről, mint pl. a többváltozós regresszióanalízis, ill. a faktoranalízis

eredményei, vizsgálatuk mégis tanulságokkal szolgálhat a különböző agrotechnikai tényezők fenometriai mutatókra és a termésre gyakorolt hatásának megvilágításához.

1. táblázat

Az őszi búza termésének, agrotechnikai tényezőinek és fenometriai mutatóinak korrelációs értékei kukorica elővetemény után (Debrecen-Látókép, 2000)

	Öntözés (1)	Talajművelés (2)	Műtrágyázás (3)	Kalászsám(4)	Növénymag(5)	Kaláshossz(6)	H. kaláshossz(7)	Növénytömeg (8)	Kalásztömeg (9)	Kalászsám (10)	Szemszám (11)	Szemtömeg (12)	Ezerszemtömeg (13)	Termés (14)
Öntözés(1)	1,0000													
Talajművelés(2)	0,0000	1,0000												
Műtrágyázás(3)	0,0000	0,0000	1,0000											
Kalászsám(4)	-0,0439	-0,1711	0,2801	1,0000										
Növénymag(5)	-0,0066	0,0175	0,7444	0,2317	1,0000									
Kaláshossz(6)	0,1948	0,1365	0,6047	0,0601	0,7415	1,0000								
H.kaláshossz(7)	0,1861	0,1525	0,6033	0,0331	0,7244	0,9917	1,0000							
Növénytömeg(8)	0,1336	0,1734	0,3488	-0,1621	0,5136	0,7948	0,8181	1,0000						
Kalásztömeg(9)	0,1666	0,1825	0,3498	-0,1744	0,4445	0,7994	0,8251	0,9841	1,0000					
Kalászsám(10)	0,1646	0,2019	0,4239	-0,0309	0,5735	0,9200	0,9291	0,8841	0,8960	1,0000				
Szemszám(11)	0,2179	0,1751	0,3812	-0,1281	0,4778	0,8177	0,8412	0,9195	0,9342	0,8644	1,0000			
Szemtömeg(12)	0,1899	0,1799	0,3513	-0,1679	0,4432	0,7865	0,8091	0,9665	0,9813	0,8707	0,9526	1,0000		
Ezerszemtömeg(13)	0,0209	0,1287	0,1352	-0,1658	0,1999	0,3954	0,4047	0,6685	0,6716	0,5403	0,4223	0,6723	1,0000	
Termés(14)	0,1071	-0,1000	0,8900	0,2625	0,8012	0,6093	0,5984	0,3644	0,3420	0,4315	0,3823	0,3561	0,1516	1,0000

r>0,3568: *** (P = 0,1%) r>0,2830: ** (P = 1%) r>0,2172: * (P = 5%)

Table 1: Correlation values of the yield and phenometrical indices of winter wheat grown after maize (Debrecen-Látókép, 2000)
Irrigation(1), Soil cultivation(2), Fertilisation(3), Spike number(4), Plant height(5), Spike length(6), Useful spike length(7), Plant mass(8), Spike mass(9), Number of spikelets/spike(10), Number of grains/spike(11), Grain mass/spike(12), Thousand grain mass(13), Yield(14)

2. táblázat

Az őszi búza termésének, agrotechnikai tényezőinek és fenometriai mutatóinak korrelációs értékei borsó elővetemény után (Debrecen-Látókép, 2000)

	Öntözés (1)	Talajművelés (2)	Műtrágyázás (3)	Kalászsám(4)	Növénymag(5)	Kaláshossz(6)	H. kaláshossz(7)	Növénytömeg (8)	Kalásztömeg (9)	Kalászsám (10)	Szemszám (11)	Szemtömeg (12)	Ezerszemtömeg (13)	Termés (14)
Öntözés(1)	1,0000													
Talajművelés(2)	0,0000	1,0000												
Műtrágyázás(3)	0,0000	0,0000	1,0000											
Kalászsám(4)	0,0194	0,2360	0,2714	1,0000										
Növénymag(5)	0,1903	0,2068	0,1082	0,0228	1,0000									
Kaláshossz(6)	-0,1926	0,0550	0,1868	-0,0286	0,3453	1,0000								
H.kaláshossz(7)	0,1910	0,0083	0,0940	-0,0849	0,3594	0,9422	1,0000							
Növénytömeg(8)	-0,0743	-0,0446	-0,3820	-0,2821	0,3729	0,3129	0,4802	1,0000						
Kalásztömeg(9)	-0,1187	-0,0134	-0,3555	-0,2331	0,2565	0,3761	0,5516	0,9510	1,0000					
Kalászsám(10)	-0,2394	-0,1529	0,0564	-0,1124	0,1683	0,5117	0,5928	0,6236	0,6582	1,0000				
Szemszám(11)	-0,1337	-0,1253	-0,2524	-0,1317	0,0964	0,3231	0,4035	0,5449	0,6562	0,4858	1,0000			
Szemtömeg(12)	-0,0793	-0,0069	-0,2875	-0,1919	0,2523	0,3590	0,4836	0,7981	0,8784	0,5455	0,8099	1,0000		
Ezerszemtömeg(13)	0,4470	0,1682	-0,1242	-0,1395	0,2964	0,1513	0,2483	0,5671	0,5355	0,2234	-0,0894	0,5100	1,0000	
Termés(14)	0,2947	-0,0145	0,5026	0,1686	0,1624	0,0887	0,0404	-0,0729	-0,0580	0,0317	-0,0556	-0,0148	0,0422	1,0000

r>0,3568: *** (P = 0,1%) r>0,2830: ** (P = 1%) r>0,2172: * (P = 5%)

Table 2: Correlation values of the yield and phenometrical indices of winter wheat grown after peas (Debrecen-Látókép, 2000)
Irrigation(1), Soil cultivation(2), Fertilisation(3), Spike number(4), Plant height(5), Spike length(6), Useful spike length(7), Plant mass(8), Spike mass(9), Number of spikelets/spike(10), Number of grains/spike(11), Grain mass/spike(12), Thousand grain mass(13), Yield(14)

IRODALOM

- Csukly J. (1954): Az őszi búza termésének mennyiségi elemzése. Növénytermelés, 3. 77-102.
- Jolánkai M. (1982): Őszi búzafajták tápanyag- és vízhasznosítása. Kandidátusi értekezés. Martonvásár, 1-13.
- Lesznay M-né (1991): Az agrotechnikai tényezők és az őszi búza produkciója közötti összefüggés vizsgálata. Egyetemi doktori értekezés. Debrecen, 39-93.
- Lesznay M-né (1996/A): Az őszi búza terméslemeinek vizsgálata faktoranalízissel különböző évjáratban és vetési változatban. Növénytermelés, 45. 2. 133-144.
- Lesznay M-né (1996/B): Az őszi búza terméslemeinek vizsgálata faktoranalízissel. Debreceni Agrártudományi Egyetem Évkönyve. Studia Universitatis Scientiarum Agriculture Debreceniensis. 32. 109-123.
- Lönhardné B. É.-Németh I.-Ragasits I. (1995): N és P trágyázás hatása a búza generatív fejlődésére. Növénytermelés, 44. 171-177.
- Ruzsányi L. (1985): Az őszi búza vízigénye és annak változása a műtrágyázás hatására. In: Búzatermesztési kísérletek, 1970-1980. Szerk: Bajai J.-Koltai Á., Akadémiai Kiadó, Budapest, 519-526.
- Ruzsányi L. (1992): A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. Akadémiai doktori értekezés. Debrecen, 59-103.
- Sedlmayr K. (1953): A búza terméslemezése. MTA Agr. Tud. Oszt. Közl. 3. 149-176.
- Sváb J. (1961): Új terméslemezési módszer növényfajták fejlődésének jellemzésére. MTA Agr. Tud. Oszt. Közl. 19. 253-261.
- Sváb J.-Szabó M. (1973): A búzatermelés növekedésének vizsgálata. Növénytermelés, 22. 289-300.