



Szemfizikai és kémiai jellemzők változása tritikálé szülő-utód párosokban

LANGÓ BERNADETT^{1,2} – ÁCS ERIKA¹ – TÖMÖSKÖZI SÁNDOR² – BÓNA LAJOS¹

¹Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

Fiatal gabonanövényünk a tritikálé sikere a 19. század óta töretlen, ma már több mint 4 millió hektáron termesztik. Elsősorban, mint takarmánynövény jelentős, azonban a humán élelmezésben is fontos szerepe lehet. A nemesítés alapvető célja az agronómiai jellemzők javítása és kiváló termőtulajdonságokkal rendelkező fajták létrehozása. Ezért, kísérleteinkben szülő-utód párosokban vizsgáltuk a gazdasági szempontból fontos fenotípusos tulajdonságok genetikai változékonyságát, évjárat stabilitását, valamint az egyes tulajdonságok örökölhetőségének vizsgálatára regresszió analízist is végeztünk. 155 hexaploid tritikálé genotípust vizsgálva négy paraméter (ezerszemtömeg, szemátmérő, esésszám, nedves siker) esetén erős genotípusos változatosságot figyeltünk meg, míg a négy további jellemző (hektolitertömeg, szemkeménység, nyersrost, nyersfehérje) megnyilvánulásában a változatosság gyenge volt. Az évjárat több jellemző esetén bizonyult szignifikánsnak, a szem fizikai tulajdonságait az évjárat jobban befolyásolta, míg a kémiai, illetve beltartalmi jellemzőket kevésbé. Azon genotípusok, melyek több jellemzőben stabilnak mutatkoztak az évjáratokkal szemben jó szelekciós és keresztezési alapokat jelenthetnek a környezeti hatásokkal szembeni ellenállóság növelésére. A korreláció és regresszió számítások eredményeiből adódik, hogy az esésszám és a szemkeménység, valamint a szemátmérő és ezerszemtömeg örökölhetősége a tritikáléban hasonló, megkönnyítve a szelekciót e tulajdonságokra.

Kulcsszavak: tritikálé, szemfizikai és kémiai paraméterek, szülő-utód regresszió, variabilitás, stabilitás

BEVEZETÉS

A gabonafélék az emberiség egyik legalapvetőbb táplálékforrásai. Földünk lakossága folyamatosan gyarapszik, ezzel párhuzamosan a megművelt területek aránya csökken. Fontos tehát, hogy növénytermesztésünkben produktív fajokat, fajtákat termeljünk, illetve növeljük a biodiverzitást, ezzel is hozzájárulva a fenntartható termelés feltételeinek javításához. A gabonafélék palettáján egy különleges és értékes színfolt a tritikálé (*X Triticosecale* Wittmack) (Pena 2004; McGoverin et al. 2011).

A tritikálé, az első, ember által a búza (*Triticum* sp.) és a rozs (*Secale cereale*) keresztezése révén létrehozott mesterséges (nemesített) gabonanövény, amely köztermesztésbe került. Míg a szülő nemzetségek gyakorlatilag az emberrel egyidősek, addig a tritikálé alig másfél évszázados múltra tekint vissza. Az 1800-as években fogalmazódott meg az igény, hogy a búza terméspotenciálját társítsák a rozs ellenálló képességével. Az első steril F1 hibridek az angol Wilson és az amerikai Carman botanikusok nevéhez fűződnek (Bona et al. 2013). Hazánk a kutatásokban Kiss Árpád (1916-2001) kecskeméti munkásságának köszönhetően a világ élvonalába került, ő állította elő a világ első fajtáit, a stabil és termékeny Triticale No.57-et és No.64-et, melyek 1968-ban nyertek minősítést. Az első termesztésre alkalmas tritikálé fajták előállítását követően a sikeres nemesítési programok eredményeképp a világ sok országában versenyképpé vált, ma már a tritikálét több mint 4 millió hektáron termesztik. (Bona és Kiss 2002, FAOSTAT 2017). Az utóbbi évtizedekben a magyar nemesítés ismét fellendült, jelenleg 19 fajta szerepel a magyar Szántóföldi Növények Nemzeti fajtajegyzékében, ezek közül 14 magyar nemesítésű (NÉBIH 2018).

A tritikálé költségtakarékos növény: kisebb ráfordítással (műtrágya dózis, csávázószer, növényvédőszer), gazdaságosabban termesztendő, emellett agronómiai tulajdonságai (a búzától örökölt magas terméspotenciál, illetve a roszból származó ellenálló képesség) lehetővé teszik, hogy gyengébb talajminőségű területeken (pl. homoktalajokon), szélsőséges időjárási körülmények mellett is magas terméshozamot adjon.

A tritikálé rendkívül sokoldalúan felhasználható növény, Európában jellemzően takarmányozásra használják. Szemtermése a sertés, marha és baromfi (pulyka, liba, kacsa, broiler) takarmányozás értékes összetevője, de a zöld növényből is értékes szálás takarmány, szilázs készülhet (*Bona et al.* 2013). Ma már olyan fajták is hozzáférhetők, melyeket beltartalmi értékeik (élelmi rost tartalom, fehérje tartalom, ásványi anyag tartalom) és sütőipari tulajdonságaik is alkalmassá teszik humán célú felhasználásra (*Dennett et al.* 2013; *Langó et al.* 2017).

Jelen tanulmányban nagy mintaszortimenten vizsgáltuk a gazdasági szempontból fontos fenotípusos tulajdonságok genetikai változékonyságát, valamint évjáráti stabilitását. Emellett, mivel szülő-utód párosokról van szó, az egyes tulajdonságok örökölhetőségének vizsgálatára regresszió analízist is végeztünk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

MINTÁK

Vizsgálatunkban 155 hexaploid tritikálé genotípust termesztettünk háromismétléses kísérletben, a Gabonakutató Nonprofit Kft. tenyészkertjében Kiszomboron (é.sz. N 46°11' 24.7", k.h. E 20° 24' 4.1") a 2015/16 és 2016/17 évjáratokban. A felhasznált nemesítési növényanyag identikus szülő és utód párokból állt, a 2016 évben termett, szelektált vonalakat vittük egy generációval tovább a 2016/17. évi kísérletbe. A kísérletek során mindkét évben repce előveteményt követően 5 m²-es parcellákon került földbe a vetőmag. A vetés mindkét évben október közepén, a betakarítás pedig július első hetében történt. A tenyészidőszak alatti csapadékokat havi bontásban az *1. táblázatban* közöljük.

MINTAELŐKÉSZÍTÉS

A kísérleti parcellák terméséből átlagmintát vettünk, a mintákat szobahőmérsékleten, zárható műanyag zacskókban tároltuk. Az esésszám kísérlethez kb. 60 g mintát Perten LM 3100 típusú kalapácsos malmon daráltunk.

I. táblázat Kiszombor termőhely havi csapadékadatai a két évjárat során

Table 1 Monthly precipitation data of Kiszombor in the two crop year

	Csapadékmennyiség (mm)		
	(1)		
	2015	2016	2017
Január (2)	-	58,1	13,2
Február (3)	-	83,9	19,2
Március (4)	-	23,1	16,2
Április (5)	-	12,1	35,1
Május (6)	-	38,5	37,4
Június (7)	-	91,5	30,2
Július (8)	-	102,3	45,5
Augusztus (9)	-	-	-
Szeptember (10)	-	-	-
Október (11)	87,2	87,4	-
November (12)	25,0	40,9	-
December (13)	10,0	1,7	-

(1) Precipitation (mm) (2) January (3) February (4) March (5) April (6) May (7) June (8) July (9) August (10) September (11) October (12) November (13) December

MÉRÉSI MÓDSZEREK

A minőségvizsgálat az alábbi jellemzőkre terjedt ki: PERTEN SKCS 3100 készülékkel AACC 55-31.01. szerint vizsgáltuk a szemkeménység, szemátmérő és ezerszemtömeg értéket (AACC 1995), a szem nyersrost, nyersfehérje és nedves siker tartalmát MININFRA – GT NIR készülékkel határoztuk meg. Az esésszám mérése az MSZ EN ISO 3093:2009 szerint történt. A hektolitertűsúly meghatározását MSZ EN ISO 7971-3:2009 szerint végeztük.

STATISZTIKA

Az eredmények statisztikai kiértékeléséhez a genotípus és az évjárat hatásának vizsgálatára kéttényezős varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk. A variancia homogenitását Hartley-, Cochran-, and Bartlett teszttel ellenőriztük. A paraméterek közötti összefüggéseket korrelációs analízis segítségével vizsgáltuk. Az egyes tulajdonságok örökölhetőségére a regressziós egyenes meredekségéből következtettünk Lush (1940) szerint. A számításokat $p < 0,05$ és $0,01$ szignifikancia szinteken végeztük el, STATISTICA 12 (StatSoft, USA) program segítségével.

EREDMÉNYEK

A SZEM FIZIKAI ÉS KÉMIAI JELLEMZŐI

A vizsgált paraméterek átlag, minimum és maximum értékeit a 2. táblázat tartalmazza, míg az értékek eloszlását az 1. ábra szemlélteti. A szem fizikai jellemzőit tekintve a hektolitertömeg 71 és 77 kg/hl között változott, az értékek fele az átlag 73 illetve 75 kg/hl értékek körül ingadozott a két évjáratban, genotípusos hatást nem mutattunk ki, de a második évben szignifikánsan alacsonyabb értékeket mértünk. Az ezerszemtömeg 30-57 g között változott a tritikáléra jellemzően (Rakha et al. 2011), szintén 2017-ben mértünk alacsonyabb értékeket, ezen jellemző esetén a genetikai változatosság és az évjárat hatása is szignifikáns volt. A szemátmérő minimum és maximum értékei között ~20 % eltérés volt, 2,54-3,04 mm a 155 tritikálé genotípusban, mind a genotípus, mint az évjárat hatása szignifikánsnak bizonyult. A szemkeménység minimum és maximum értékei viszonylag széles tartományban változtak, 25 és 56 közötti értékeket mutattak, a genotípusos változatosság azonban nem volt szignifikáns, mivel az értékek jelentős része az átlag körül volt. Szinte az összes vonalra a puha illetve az átmeneti szemstruktúra volt jellemző, hasonlóan más eredményekhez (Ács et al. 2016; Wrigley és Bushuk 2017). A többi szemfizikai paraméter csökkenő tendenciájával ellentétben, a szemkeménység esetében szignifikáns növekedést mértünk a második évjáratban. A szemfizikai jellemzőkben mért évjáratváltozás háttérében a fokozott keményítő telítődés állhat, mely nagyobb és nehezebb szemeket eredményez, és ezzel párhuzamosan a kevesebb mennyiségű fehérje, a genetikai tényezők mellett, kisebb szemkeménységet eredményez (Radics 1994; Békés 2001).

2. táblázat A vizsgált paraméterek átlaga, minimum és maximum értékei a kéttényezős ANOVA F értékeivel (n=155 genotípus, két évjárat)

Table 2 Mean, maximum and minimum values of the analyzed parameters and F values of the two factor ANOVA (n=155 genotypes, two crop year)

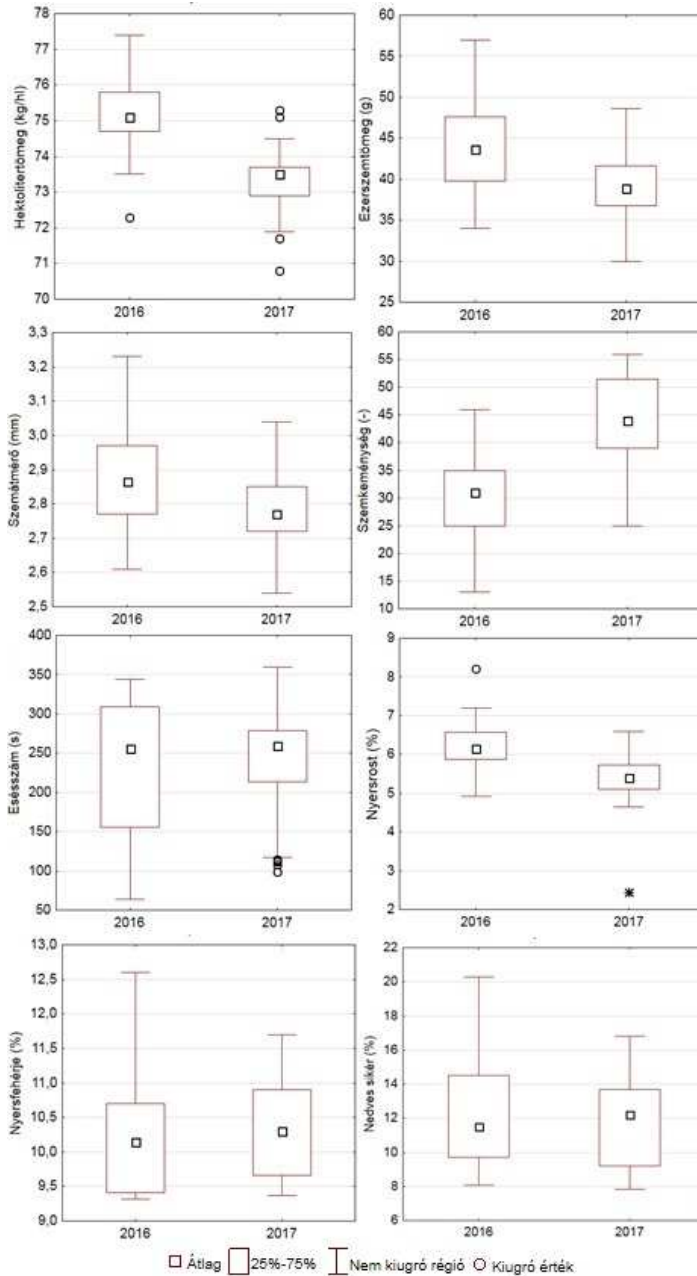
	Év (9)	Átlag (10)	Minimum (11)	Maximum (12)	F _{genotípus} (13)	F _{évjárat} (14)
Hektolitertömeg (kg/hl) (1)	2016	75	72	77	0,610 ^{NS}	22,90 ^{**}
	2017	73	71	75		
Ezerszemtömeg (g) (2)	2016	44	34	57	1,870 ^{**}	93,46 ^{**}
	2017	39	30	49		
Szemátmérő (mm) (3)	2016	2,88	2,61	3,23	2,400 ^{**}	53,20 ^{**}
	2017	2,78	2,54	3,04		
Szemkeménység (-) (4)	2016	30	13	46	0,706 ^{NS}	289,6 ^{**}
	2017	44	25	56		
Esésszám (s) (5)	2016	231	64	344	3,949 ^{**}	2,022 ^{NS}
	2017	243	99	360		
Nyersrost (%) (6)	2016	7,11	4,93	8,22	1,048 ^{NS}	8,510 ^{**}
	2017	5,38	2,44	6,60		
Nyersfehérje (%) (7)	2016	10,3	9,3	12,6	1,573 ^{NS}	0,007 ^{NS}
	2017	10,3	9,4	11,7		
Nedves sikér (%) (8)	2016	12,3	8,1	20,3	1,916 ^{**}	0,116 ^{NS}
	2017	11,9	7,9	16,8		

(NS = nem szignifikáns; **, * - szignifikáns $p < 0,01$ és $0,05$ esetén)

(NS = not significant; *, ** - significant, when $p < 0,01$ and $0,05$)

(1) Test weight (kg/hl) (2) Thousand kernel weight (g) (3) Kernel diameter (mm) (4) Kernel hardness (-) (5) Falling number (s) (6) Crude fiber (%) (7) Crude protein (%) (8) Wet gluten (%) (9) Crop year (10) Average (11) Minimum (12) Maximum (13) F_{genotype} (14) F_{crop year}

Az esésszám értékek széles tartományban, 64 s és 360 s között változtak. 14 genotípus volt, mely mindkét évjáratban 220 s alatti értékeket mutatott, a többi genotípus esésszáma magasabb, optimális tartományba esett, mely a tritikáléra korábban általánosan jellemző alacsony értékekhez viszonyítva pozitív változás (Dennett et al. 2013). Az értékek enyhe emelkedést mutattak 2017-ben, ám a különbség nem volt szignifikáns. Ennek oka a mindkét évre jellemző száraz, meleg betakarításkori időjárás lehet.



1. ábra A vizsgált paraméterek értékeinek eloszlása (n=155 genotípus, két évjárat)
 Figure 1 Distribution of the values of the examined parameters (n=155 genotype, two crop year)

A kémiai jellemzők tekintetében a nyersrost értékek genotípusos eltérése statisztikailag nem volt jelentős egyik évben sem, a minimum és maximum érték 2,44 illetve 8,22 % volt a vizsgált genotípusokban, kissé magasabb értékeket mutatva korábbi eredményeknél (Pena 2004). Ugyanakkor az évjárat szignifikánsan befolyásolta a nyersrost mennyiségének alakulását, az utód nemzedékben alacsonyabb értékeket mértünk. A nyersfehérje mennyisége 9,3-12,6 % volt, míg a nedves síkér 7,9-20,3 % között változott, a genotípusok jelentős része 9 és 15 % közötti értékeket mutatott. Ezek a jellemzők az évjáratval szemben stabilitást mutattak, ám a nyersfehérje genotípusos variabilitása nem volt szignifikáns és alacsonyabb értékeket mértünk más irodalmakhoz viszonyítva (McGoverin et al. 2011; Rakha et al. 2011). A síkértartalmakban mérhető eltérés, a genotípusos variabilitás a rozs szülőből származó gének különböző mértékű kifejeződéséből adódik (Wrigley és Bushuk 2017). A fehérje- és síkér értékek általában a környezettől jelentősen függenek (Langó et al. 2017), esetünkben az azonos termőhely, agrotechnika és hasonló időjárási körülmények ezen összetételi jellemzőknek az évjáratval szembeni stabilitását eredményezték.

A vizsgált 155 genotípusból 128 legalább egy vizsgált paraméterben stabilnak mutatkozott az évjáratokban. Ezek közül 52 genotípus volt stabil két jellemzőben, míg 30 három jellemzőben. Négy vagy több paraméter esetén 21 genotípus mutatott stabilitást.

ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLAT AZ EGYES PARAMÉTEREK KÖZÖTT

A fizikai paraméterek közül a szemkeménység mindkét évjáratban közepes összefüggést mutatott a Hagberg-esésszám (0,49; $p < 0,01$), a nyersfehérje (0,63; $p < 0,05$) és nedves síkér (0,58; $p < 0,01$) értékekkel (3. táblázat). A hektolitertömeg csak az utód évjáratban korrelált a nyersfehérje (-0,71; $p < 0,05$) és a síkér (-0,60; $p < 0,05$) eredményekkel. A nyersfehérje erős pozitív korrelációt mutatott a síkértartalommal (0,95; $p < 0,05$). A szemátmérő pedig az ezerszemtömeggel (0,94; $p < 0,05$), továbbá ezen jellemzők a szülő évjáratban az esésszámmal (-0,58 és -0,64; $p < 0,01$) is korreláltak.

3. táblázat Korrelációs mátrix a vizsgált paraméterek között évjáratokra bontva

Table 3 Correlation between the analyzed parameters in the two crop year

2016								
	HLS	NYF	NYR	NS	HES	SZK	SZÁ	ESZT
HLS	1,00							
NYF	-0,38	1,00						
NYR	0,01	-0,50	1,00					
NS	-0,36	0,92**	-0,43	1,00				
HES	-0,10	0,37	0,13	0,48*	1,00			
SZK	-0,27	0,84**	-0,55	0,86*	0,51*	1,00		
SZÁ	0,14	0,03	-0,17	-0,30	-0,58*	0,11	1,00	
ESZT	0,07	0,14	-0,26	-0,07	-0,64*	0,10	0,94**	1,00
2017								
	HLS	NYF	NYR	NS	HES	SZK	SZÁ	ESZT
HLS	1,00							
NYF	-0,71**	1,00						
NYR	0,13	0,02	1,00					
NS	-0,60**	0,95**	0,13	1,00				
HES	-0,15	0,24	0,05	0,23	1,00			
SZK	-0,33	0,63**	0,03	0,58*	0,49*	1,00		
SZÁ	0,06	-0,19	0,23	-0,42	-0,09	0,14	1,00	
ESZT	-0,07	-0,15	0,25	-0,38	0,02	0,14	0,89**	1,00

HLS=hektolitertömeg; NYF=nyersfehérje; NYR=nyersrost; NS=nedves sikkó; HES=Hagberg-esésszám; SZK=szemkeménység; SZÁ=szemátmérő; ESZT=ezerszemtömeg

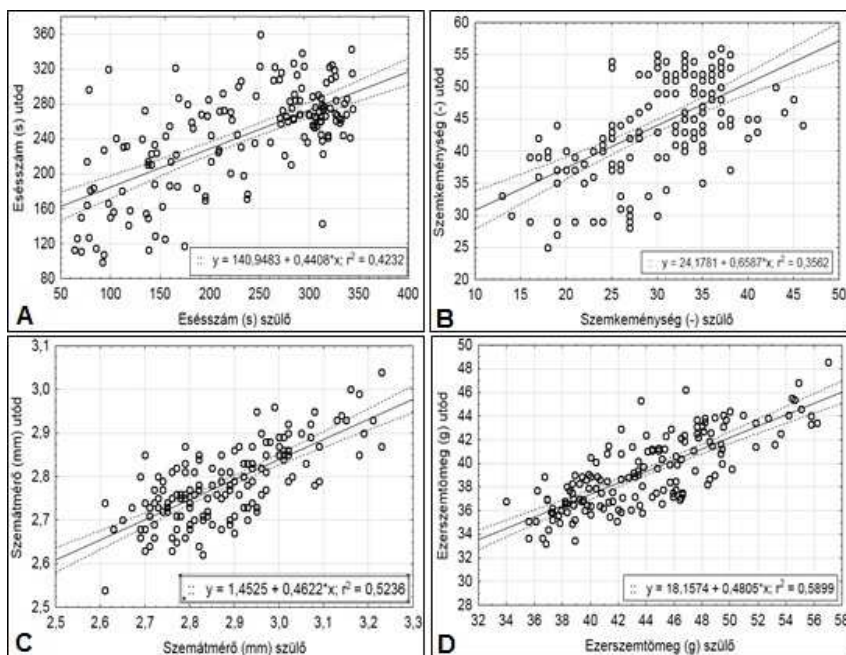
(* , ** - szignifikáns $p < 0,01$ és $0,05$ esetén, ■ mindkét évjáratban szignifikáns összefüggés)

HLS=test weight; NYF=crude protein; NYR=crude protein; NS=wet gluten; HES=Hagberg-falling number; SZK=kernel hardness; SZÁ=kernel diameter; ESZT=thousand kernel weight

(* , ** - significant, when $p < 0,01$ and $0,05$, ■ significant in both crop year)

SZÜLŐ-UTÓD REGRESSZIÓ

Az esésszám, a szemkeménység, a szemátmérő és az ezerszemtömeg esetén találtuk a legerősebb regressziós összefüggéseket (2. ábra) a szülő és az utód generációk közt. Ezen paraméterek örökölhetősége tehát a tritikáléban jelentős. Hasonló eredményt írtak le a szemfizikai jellemzők esetén korábban mind tritikáléban (Randhawa et al. 2015), mind a búza szülő esetén (Metha et al. 1997). Sőt Aljarrah et al. (2014) egyes összetételi jellemzők (keményítő, rost) esetén is erős örökölhetőséget írt le tritikálé genotípusokban.



2. ábra Regressziós egyenesek az esésszám (A), szemkeménység (B), szemátmérő (C) és ezerszemtömeg (D) paraméterek esetén szülő-utód párosokban

Figure 2 Regression lines for falling number (A), kernel hardness (B), kernel diameter (C) and thousand kernel weight (D) in parent-offspring pairs

KÖVETKEZTETÉSEK

155 hexaploid tritikálé genotípust vizsgálva négy paraméter (ezerszemtömeg, szemátmérő, esésszám, nedves sikér) esetén mindkét évjáratban erős genotípusos

változatosságot figyeltünk meg, míg a négy további jellemző megnyilvánulásában a változatosság gyenge volt (hektolitertömeg, szemkeménység, nyersrost, nyersfehérje). Az évjárat több jellemző esetén bizonyult szignifikánsnak, az esésszám, a nyersfehérje és a nedves siker esetén nem volt detektálható. Az eredmények alapján elmondható, hogy a szem fizikai jellemzőit az évjárat jobban befolyásolta, míg a kémiai, illetve beltartalmi jellemzőket kevésbé, így előbbinél a szelekció során ezt érdemes figyelembe venni. A genotípusos változékonyság nem minden jellemző esetében bizonyítható a mért adatok alapján, ezért a hektolitertömeg, a szemkeménység, a nyersrost és nyersfehérje paraméterek esetén a genetikai háttér megújítása, szélesítése indokolt lehet, különböző nemesítési célok kielégítésére. Azon genotípusok, melyek több jellemzőben stabilnak mutatkoztak az évjáráttal szemben, jó szelekciós és keresztezési alapokat jelenthetnek a környezeti hatásokkal szembeni ellenállóság növelésére. A korreláció és regresszió számítások eredményeiből adódik, hogy az esésszám és a szemkeménység, valamint a szemátmérő és ezerszemtömeg örökölhetősége a tritikáléban hasonló, megkönnyítve a szelekciót e tulajdonságokra.

Variation in physical- and chemical characteristics of triticale grains in parent-offspring pairs

BERNADETT LANGÓ^{1,2} – ERIKA ÁCS¹ – SÁNDOR TÖMÖSKÖZI² – LAJOS BÓNA¹

¹Cereal Research Non-profit Ltd., Szeged, Hungary

²Budapest University of Technology and Economics, Department of Applied Biotechnology and Food Science, Budapest, Hungary

SUMMARY

Triticale is a young cereal species starting its history in the 19th century, and nowadays it is cultivated in 4 million ha. Mainly, it is used for feed stock, however it can be also used as food. The main goal of the breeding is to improve the agronomical traits and develop cultivars with excellent growing properties. Therefore, in our experiment, genotypic variance and crop year stability were studied for some economic traits using

phenotypic parameters in parent-offspring pairs. Also, inheritability was calculated using regression analysis. Examining 155 hexaploid triticale genotypes, in four parameters (thousand kernel weight, kernel diameter, falling number, wet gluten content) strong genotypic variance were recorded, the other four parameters (test weight, kernel hardness, crude fiber, crude protein) showed weak variability. Some genotype had high stability in some parameter. Crop year effect was significant for most of the parameters, and grain physical characteristics was more influenced by the crop year than chemical composition. Those genotypes, which have been shown to be stable against crop year in most of the parameters could be used for increasing abiotic resistance in breeding. The results of the correlation and regression analysis revealed that the inheritance of falling number and grain hardness as well as the kernel diameter and thousand kernel weight are similar in triticale, facilitating the selection of these parameters.

Keywords: triticale, grain physical and chemical characteristics, parent-offspring regression, variability, stability

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a GOP 1.1.1. – 11 – 2012-0044 pályázatának az anyagi támogatásért. Külön köszönet a technikus csoportnak a kísérletek precíz kivitelezéséért.

IRODALOM

AACC 55-31.01. (1995): Single-kernel characterization system for wheat kernel texture. Approved Methods of the AACC.

Aljarrah M.-Oatway L.-Albers S.-Bergen C. (2014): Variability, heritability and genetic advance in some agronomic and forage quality characters of spring triticale in western Canada. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. 79, 9-18.

Ács E.-Bóna L.-Langó B.-Véha A.-Pepó P.-Petróczi I. (2016): Szegedi tritikálé fajták fontosabb minőségi jellemzőinek változása műtrágyázási tartamkísérletben. Acta Agraria Debreceniensis. 67, 21-26.

- Békés F.* (2001): A búza endospermium szerkezetének szerepe néhány minőségi búzát termelő országban. In *Bedő Z.* (szerk.): A jó minőségű, keményszemű búza nemesítése és termesztése. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. 25-34.
- Bona L.-Acs E.-Lantos C.-Tomoskózi S.-Lango B.* (2014): Human utilization of triticale: technological and nutritional aspects. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences.* 79, 139-152.
- Dennett A. L.-Wilkes M. A.-Trethowan R. M.* (2013): Characteristics of modern triticale quality: the relationship between carbohydrate properties, α -amylase activity, and falling number. *Cereal Chemistry.* 90, 594-600.
- FAOSTAT* (2017): Hozzáférhető: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Langó B.-Bóna L.-Ács E.-Tömösközi S.* (2017): Nutritional features of triticale as affected by genotype, crop year and location. *Acta Alimentaria.* 46, 238-245.
- Lush J. L.* (1940): Intra-sire correlations or regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability of characteristics. *Proc. Am. Soc. Anim. Nutr.* 1, 239-301.
- McGovern C. M.-Snyders F.-Muller N.-Botes W.-Fox G.-Manley M.* (2011): A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 91, 1155-1165.
- Mehta B.-Sharma S.K.-Luthra O.P.* (1997): Genetic architecture of harvest index and yield component characters in wheat. *Annals of Applied Bio-Sciences.* 13: 37-40.
- MSZ EN ISO 3093:2009* (2009): Búza, rozs és lisztjeik, durumbúza és durumbúzadara. Az esésszám meghatározása Hagberg-Perten szerint.
- MSZ EN ISO 7971-3:2009* (2009): Gabonafélék. A hektolitertömegnek nevezett térfogatsűrűség meghatározása. 3. rész: Rutinmódszer.
- NÉBIH* (2018): Szántóföldi Növények - nemzeti fajtajegyzék 2018. Hozzáférhető: <http://portal.nebih.gov.hu/-/nemzeti-fajtajegyzek>
- Pena R. J.* (2004): Food uses of triticale. *FAO Plant Production and Protection Paper.* 179, 37-48.
- Radics L.* (1994): Szántóföldi növénytermesztés. Hozzáférhető: <http://mek.oszk.hu/01200/01216/01216.htm>
- Rakha A.-Aman P.-Andersson R.* (2001): Dietary fiber in triticale grain: Variation in content, comparison, and molecular weight distribution of extractable components. *Journal of Cereal Science.* 54, 324-331.

Randhawa H.S.-Bona L.-Graf R.J. (2015): Triticale for food- the quality driver. In *Eudes F.* (szerk.) Triticale. Springer. 15-32.

Wrigley C.-Bushuk W. (2017): Triticale: grain quality characteristics and management of quality requirements. In *Wrigley C.-Batey I.-Miskelly D.* (szerk.) Cereal grains Assessing and managing quality. Second Edition. Woodhead Publishing. 179-194.

A szerzők levélcíme-Address of the authors:

Langó Bernadett

Gabonakutató Nonprofit Kft.

6726 Szeged, Alsó Kikötősor 9.

bernadett.lango@gabonakutato.hu

Dr. Ács Erika

Gabonakutató Nonprofit Kft.

6726 Szeged, Alsó Kikötősor 9.

erika.acs@gabonakutato.hu

Dr. Tömösközi Sándor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

1111 Budapest, Szent Gellért tér 4.

tomoskozi@mail.bme.hu

Dr. Bóna Lajos

Gabonakutató Nonprofit Kft.

6726 Szeged, Alsó Kikötősor 9.

lajos.bona@gabonakutato.hu