



**АНАЛИЗ НА ПРИЗНАЦИ ПРИ СИНТЕТИЧНИ ПШЕНИЦИ (BBA^uA^uDD, 2n=42)
СЛЕД ОБЛЪЧВАНЕ С ГАМА-ЛЪЧИ
ANALYSIS OF TRAITS IN SYNTHETIC WHEATS (BBA^uA^uDD, 2n=42) AFTER
IRRADIATION WITH GAMMA RAYS**

**Надя Даскалова
Nadia Daskalova**

Технически университет – Варна
Technical University – Varna

E-mail: nadia.daskalova@abv.bg

Synthetic wheats resulting from crosses of tetraploid wheats (BBA^uA^u, 2n=28) with *Aegilops tauschii* (DD, 2n=14), are the main object of investigation. Seeds of C₂ and C₃ generations of ten lines originating from three crosses (No. 32, 106 and 107) were treated with 150 Gy gamma rays. The study aimed to find out the effect of gamma radiation on plant characteristics (plant height, spike fertility, seed weight, etc.) in M₁ plants (designated 'O') in comparison with controls (not treated and self-designated as 'N'). The 'O' and 'H' progenies were harvested and measured on ten plant and spike traits. Finally, the 150 Gy gamma irradiation applied on seeds was found to have different effect: most negative in plants from cross No.107 and neutral to slightly positive in the remaining two crosses. The increased variability in M₁ plants might be of breeding interest to select low-height and more productive wheat genotypes.

Key words: gamma rays, synthetic wheats, *Aegilops tauschii*, variation in traits.

ВЪВЕДЕНИЕ

Изходният селекционен материал е важен етап в селекцията на полските култури. Той позволява селекционерът да отбира и да кръстосва родителски форми за получаване на разнообразни хибридни популации. В селекцията на хлебната пшеница *Triticum aestivum* L. перспективно направление е създаването на синтетични пшеници (синтетици) като разнообразен изходен материал. Те представляват хексаплоидни амфидиплоиди, получени от кръстосване на тетраплоидни пшеници с диплоидния вид *Aegilops tauschii*. Синтетичните пшеници носят полезните гени на изходните родители, съдържащи BA^u и D геномите, като устойчивост към абиотични и биотични фактори на средата (Spetsov et al., 2009; Plamenov and Spetsov, 2011), а също и гени, кодиращи нови биохимични признаци (Doneva and Spetsov, 2011). Машабна работа за получаване и изследване на

хексаплоидни синтетични линии (ХСП) стартира в Мексико (СИММУТ) чрез използване на сортове твърда пшеница като майчини компоненти. При полски условия се отглеждат и анализират синтетични пшеници по редица морфологични признаци: височина на стъблото, дължина на класа, дата на цъфтеж, физиологична зрялост, добив от зърно, жътвен индекс и др. Установено е значително вариране както между ХСП, така и между растенията на някои от тях (Villareal et al., 1994).

Mujeeb-Kazi et al. (1996) получават 430 амфидиплоиди от кръстосване на 48 сорта твърда пшеница и 490 образеца на *Aegilops tauschii*. Авторите описват механизмите за получаване на F_1 хибриди, развитието на зародишите и хибридите, цитологията и получаването на синтетици чрез колхициниране. ХСП са пролетни растения по хабитус и показват значително вариране по морфологични признаци и по устойчивост към *Cochliobolus sativus*, брашнеста мана, ръжди и др. Публикувана е схема за директна хибридизация на хибриди ($2n=3x=21$) с обикновената пшеница и отбор на 42-хромозомни генотипа.

Обект на настоящото изследване са синтетични пшеници, получени от кръстосване на тетраплоидни форми пшеница с вида *Aegilops tauschii*. В опита са включени семена от C_2 и C_3 генерация на популации, произхождащи от три кръстоски, третирани с доза от 150 Gy гама-лъчи. Целта е да се установи влиянието на облъчването върху растежа и развитието на растенията (височина, наличие на осили, фертилност, тегло на главния клас, брой класоносни братя и др.) при сравняване с контролите (необлъчени растения).

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Популацията се формира като потомство на едно синтетично растение в C_1/C_2 генерация със завръз от минимум 28-30 зърна. Отбраните популации се включват в опита с брой семена, вариращ от 14 облъчени + 14 необлъчени (контрола) ('O' и 'H' потомства, съответно) до 70+70 семена, съответно облъчени и контрола. Синтетичните растения произхождат от 3 кръстоски (№ 32, 106 и 107). Кръстоска № 107 е получена в резултат на хибридизация между *Triticum dicoccum* образец № 45398 и *Ae. tauschii* образец 22744. От нея са отбрани четири популации (с номера от 1 до 4). Кръстоска № 106 е резултат от кръстосване на следните родителски форми: хибридна майка 574 F_2 (с родители - два образеца на двузърнест лимец – № 44961 и 45432, и твърдата пшеница сорт Загорка) и *Ae. tauschii* образец 22744. Кръстоската е представена от две популации (с номера 5 и 6). В третата кръстоска № 32 участват хибридна майка 574 F_1 и *Ae. tauschii* образец 19089. От кръстоската са отбрани четири популации (с номера 7, 8, 9 и 10) (табл.1). Образците на двузърнестия лимец са получени от ICARDA – Сирия, а тези на *Aegilops tauschii* – от ген-банката на ИИПП – гр. Садово. Геномите на полиплоидните растения следват предложената геномна формула на пшениците от Goncharov et al. (2009).

От кръстоски № 106 и 107 са заложени семена за покълване в блюда от генерация C_2 , а от кръстоска № 32 – C_3 генерация. Отчетен е процентът на

кълняемост и растенията са разсадени по 5 броя в саксия с вместимост от 2,5 kg почва (от района на ДЗИ – Генерал Тошево). Разсадените растения са отгледани в нерегулируема оранжерия.

Таблица 1

Произход и обозначение на десет популации синтетична пшеница от 3 кръстоски, отгледани при оранжерийни условия

№ 107	№ 106	№ 32
1O, 1H	5O, 5H	7O, 7H
2O, 2H	6O, 6H	8O, 8H
3O, 3H		9O, 9H
4O, 4H		10O, 10H

Означение: O – облъчени семена (растения в M_1), H – необлъчени (растения в C_2 и C_3 генерации)

След жътвена зрялост е извършен биометричен анализ на прибраните растения по потомства. Включени са показатели, отнасящи се до главния клас на растението и частично по отношение на братята му, вкл. височина на главния брат (cm). *На главния клас (с най-голямото тегло в растението)*: характеристика на класа по отношение на осилите – липса или наличие, оцветяване; дължина (cm); брой класчета; тегло на класа (g); брой зърна; тегло на зърната (g); маса, изчислена условно от получените зърна и теглото им (g); *на останалите братя*: брой класове; тегло на класовете без главния клас (g); общо тегло на всички класове в растение (g).

Данните са обработени с помощта на статистическа програма ASSISTAT Version 7.6 beta (2011). Извършен е дисперсионен анализ чрез t-test и са изчислени параметри на вариационната статистика (средна аритметична, вариационен коефициент ($BK=VC\%$), минимална и максимална стойност). Сравненията са направени по двойки потомства (O:H, с произход облъчени и необлъчени растения) за всеки от изследваните признаци. Освен това е извършено сравнение на всички облъчени към всички контролни растения във всяка кръстоска.

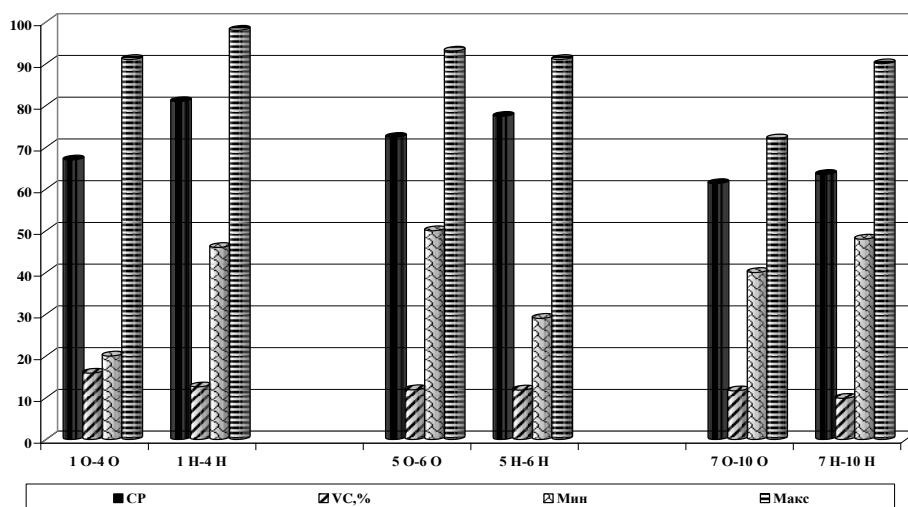
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Кълняемост. Кълняемостта е важен показател за селекционната пригодност на новите материали. От 10-те групи облъчени семена 336 покълват от 369 заложените семена в блюда, а от 383 нетретирани семена (контроли) покълват 365 растения. Въпреки че O-семената показват намалена лабораторна кълняемост спрямо необлъчените, разликата между тях от 3.9% е недоказана ($91.4 < 95.3$).

Жътвена зрялост. До узряване достигат 311 броя O-растения от 336 разсадени. При контролата от 365 разсадени в саксии 354 растения узряват. Получената разлика между двете групи растения по брой достигнали жътвена зрялост, е също несъществена ($92.7 < 96.6$) и в полза на необлъчените растения.

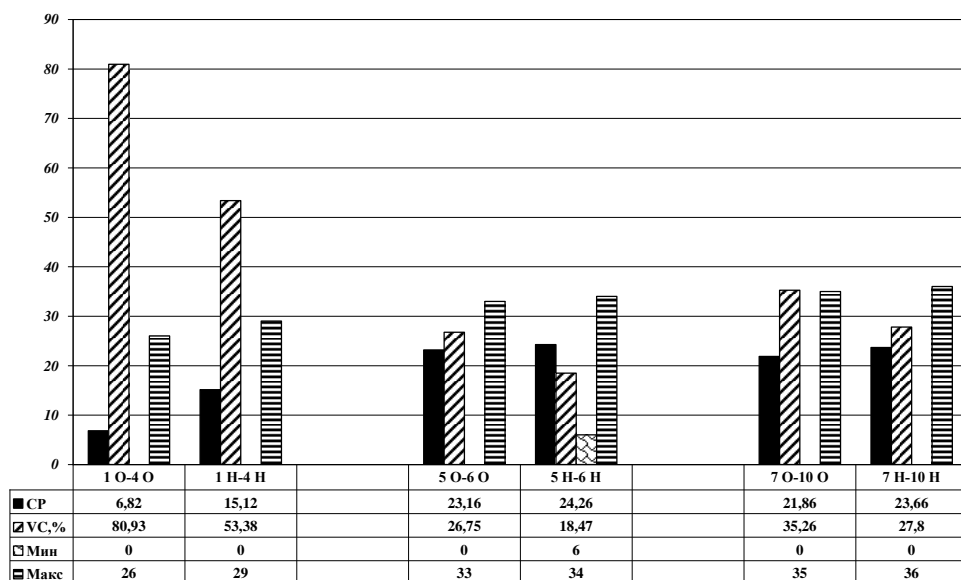
Височина на стъблото. По отношение на височината се наблюдава редуция при облъчените растения спрямо контролите както в отделна двойка потомства, така и като цяло в облъчените популации на трите кръстоски (фиг. 1). При съпоставка на облъчени към необлъчени растения за всяка двойка потомства е налице доказаност на разликата в полза на контролната група, като единствено недоказаност с близки резултати има при съпоставка на 9O:9H и 10O:10H групи. Вариационният коефициент при облъчените потомства е по-голям спрямо този в контролите, което разкрива възможности за отбор на генотипи с по-ниско стъбло.

Брой зърна в главния клас. В кръстоска № 107 при всички потомства има доказана разлика в броя на зърната от главния клас в полза на необлъчените растения. При другите две кръстоски тенденцията се запазва в полза на контролните групи, но без доказаност на разликите. Максималните стойности на признака в M_1 генерация се доближават до тези в C_{3-4} на необлъчените растения.



Фиг. 1. Сравнение на популациите в M_1 и контролите (C_{3-4}) в отделните кръстоски по височина на главния брат (ст) чрез средната аритметична (CP), вариационния коефициент (VK), минималната (Мин) и максималната стойност (Макс)

Вариационният коефициент на облъчените растения е малко по-висок спрямо контролите, което в M_1 е недоказано, с изключение на кръстоска № 107, и остава като въпрос за изясняване в следващите генерации (фиг. 2).



Фиг. 2. Сравнение на популациите в M_1 и контролите ($C_{3.4}$) в отделните кръстоски по брой зърна в главния клас (CP – средна аритметична, BK – вариационен коефициент (%), Мин – минимална стойност, Макс – максимална стойност на брой зърна)

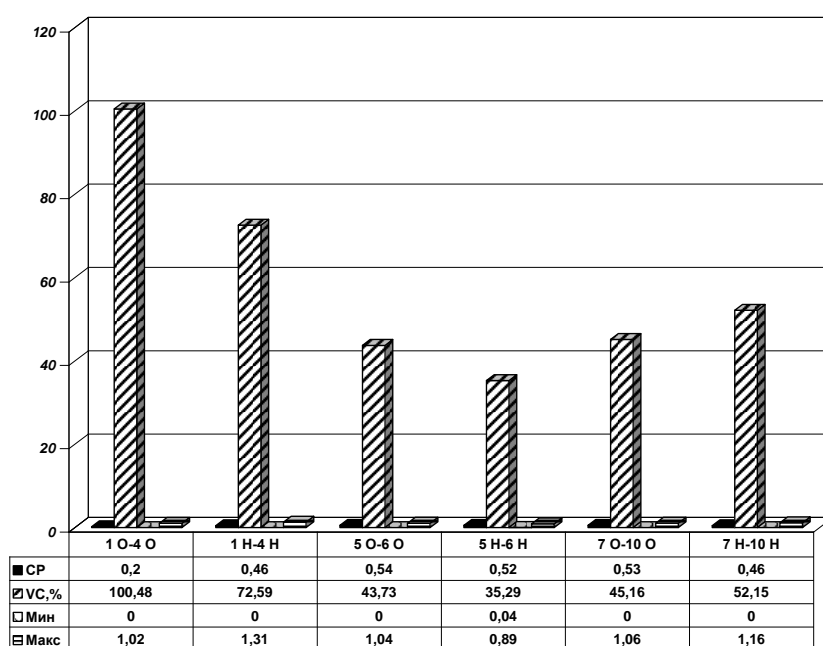
Тегло на зърното в главния клас. В кръстоска № 107 се наблюдава доказаност на разликите в полза на контролите с изключение на двойката 3O:3H. Тук при всички потомства, с изключение на споменатата по-горе, BK е по-висок при растенията от M_1 спрямо необлъчените растения от $C_{3.4}$ генерации (фиг. 3).

В кръстоска № 106 е налице недоказана разлика, като стойността на BK на облъчените растения леко изпреварва този на контролите. Максималните стойности на признака в M_1 изпреварват тези на необлъчените растения, но с малка разлика от приблизително 0,3-0,4 g. При кръстоска № 32 също има недоказани разлики в разглежданите четири двойки, но BK на необлъчените растения превишава този на облъчените (фиг. 3).

Маса на 1000 семена. При съпоставяне на потомствата от кръстоска № 107 се установява, че при всички облъчени растения BK е по-голям от този при контролите с изключение на 3O:3H. Единствено при тази двойка потомства средната аритметична на 3O е по-голяма от съответната ѝ контрола. По максималната стойност на признака в кръстоската растенията от M_1 изпреварват нормалните. Изключение има в 4O:4H, като контролните превишават O-растенията (с разлика от 4,4 g). В кръстоска № 106 при двойката 5O:5H тенденцията се запазва, а именно, че CA и BK на растенията от M_1 са по-високи от тези на необлъчените. При двойката 6O:6H BK на

облъчените е почти равен на контролните растения. Максималната стойност на масата на 1000 семена е по-висока при растенията от M_1 .

В кръстоска № 32 има доказаност на разликата в полза на облъчените растения при двойките 8O:8H и 9O:9H. При тези потомства облъчените растения превъзхождат контролите по минимална и максимална стойност.



Фиг. 3. Сравнение на популациите в M_1 и контролите (C_{3-4}) в трите кръстоски по тегло на зърното в главния клас (g)

Доказана разлика се наблюдава и при двойката линии 7O:7H, която е 4,7 g, като по максимална стойност отново облъчените изпреварват растенията от контролите. Средната аритметична на всички по-горе описани потомства от кръстоска № 32 е по-висока при облъчените растения, а вариационният коефициент на същите е по-нисък по стойност от необлъчените. Единствено при 10O:10H има недоказана разлика. Тук СА отново е по-висока при облъчените растения, а VC е по-нисък.

В Китай, Мексико и Австралия се води интензивна селекционна дейност за създаване на нови синтетици чрез кръстосване на разнообразни тетраплоидни форми пшеница с различни произходи на *Aegilops tauschii*. Предполага се, че генотипът на майчиния родител е причина за наблюдаваното вариране в получените синтетични форми по редица морфологични и биохимични признаци (Kajimura et al., 2011; Rasheed et al., 2012).

При сравняване на трите кръстоски чрез средната аритметична се установява, че показателят при № 106 и 32 е по-висок при растенията от М₁, а в кръстоска № 107 е обратното. По отношение на вариационния коефициент и при трите кръстоски се наблюдават по-високи стойности на потомствата от М₁ спрямо контролите. По максимални стойности на масата на 1000 семена и при трите кръстоски растенията с произход от облъчените семена имат превъзходство. Доказаност на разликите има обаче само при кръстоска № 32 в полза на потомствата от М₁.

За останалите признаци: брой класове, брой класчета, дължина на главен клас, тегло на главен клас, тегло на класовете (без главния клас) и общо тегло на класовете в растение по кръстоски, различията се резюмират по следния начин: - в кръстоска № 107 се наблюдават доказани разлики в полза на контролите (таблица 2); - в кръстоска № 106 единствено при височина и брой класчета е регистрирана доказана разлика отново в полза на контролите. По останалите показатели разликите не са доказани (таблица 2); - в кръстоска № 32 разликите са доказани при три от измерените показатели. Класовете на всички растения във всички кръстоски са осилести.

Таблица 2

Сравнение на потомства синтетични пшеници в М₁ (облъчени семена със 150 Гу гама-лъчи, маркирани с 'О') и контроли (необлъчени, 'Н') по кръстоски (представени са само признаците с доказани разлики между популациите)

П-ци	О-Н	БИР	СА	МЗР	ВК, %	Мин	Макс	Ф-пок.
КРЪСТОСКА № 107 (45398 x Ae. tauschii обр. 22744)								
ВИС	1 О-4 О	136	66,95 b	2,4	15,89	20	91	128,97 **
	1 Н-4 Н	152	80,91 a		12,60	46	98	
БК	1 О-4 О	139	2,26 b	0,2	40,31	1	5	10,44 **
	1 Н-4 Н	152	2,56 a		24,11	1	4	
ДК	1 О-4 О	112	14,12 b	0,4	11,80	8,5	17	29,24**
	1 Н-4 Н	151	15,14 a		9,18	10	18,3	
БКЛ	1 О-4 О	112	15,04 b	0,4	12,41	10	18	30,08 **
	1 Н-4 Н	151	16,26 a		10,47	11	20	
ТГК	1 О-4 О	112	1,00 b	0,1	35,59	0,26	2,04	49,88 **
	1 Н-4 Н	151	1,40 a		36,54	0,12	2,62	
БЗ	1 О-4 О	138	6,82 b	1,6	80,93	0	26	102,05 **
	1 Н-4 Н	150	15,12 a		53,38	0	29	
ТЗ	1 О-4 О	138	0,20 b	0,1	100,5	0	1,02	66,36**
	1 Н-4 Н	151	0,46 a		72,59	0	1,31	
ТОК	1 О-4 О	96	0,88 b	0,2	66,66	0	2,82	33,32 **
	1 Н-4 Н	147	1,42 a		54,73	0	4	
ТВК	1 О-4 О	138	1,76 b	0,3	53,32	0	4,85	66,93 **
	1 Н-4 Н	151	2,79 a		42,14	0,12	6,2	

КРЪСТОСКА № 106 (574 F ₂ (44961 x Загорка x 45432) x Ae. tauschii 22744)								
ВИС	5 O-6 O	77	72,36 b	2,8	11,92	50	93	12,54**
	5 H-6 H	81	77,38 a		11,84	29	91	
БКЛ	5 O-6 O	73	13,89 b	0,5	11,03	8	18	4.33*
	5 H-6 H	82	14,36 a		9,12	11	17	
КРЪСТОСКА № 32 (574 F ₁ (44961 x Загорка x 45432) x Ae. tauschii 19089)								
ВИС	7 O-10 O	102	61,29 b	1,8	11,65	40	72	5,98*
	7 H-10 H	125	63,47 a		9,86	48	90	
ТЗ	7 O-10 O	104	0,53a	0,1	45,16	0	1,06	4,71*
	7 H-10 H	125	0,46 b		52,15	0	1,16	
M ₁₀₀₀	7 O-10 O	104	23,80 a	2,1	63,00	0	46,3	22,09**
	7 H-10 H	125	18,69 b		44,79	0	40,5	

БИР – брой изследвани растения; СА – средна аритметична; МЗР – минимална значима разлика; ВК (в %) – вариационен коефициент; Мин – минимална стойност на признака; Макс – максимална стойност на признака; F пок. – показател за доказаност на разликите; ВИС – височина (cm); БК – брой класове (брата) в растение; ДК - дължина на главния клас (cm); БКЛ – брой класчета в главния клас; ТГК – тегло на главния клас (g); БЗ – брой зърна в главния клас; ТЗ – тегло на зърната в главния клас (g); M₁₀₀₀ – условна маса на 1000 семена (g); ТОК – тегло на класовете (без главния клас, g) и ТВК – тегло на всички класове от растение (g).

ИЗВОДИ

1. Ефектът от облъчването на семена със 150 Gy гама-лъчи в първа (M₁) генерация на синтетичните растения е разнопосочен по отношение на анализирани признаци. В по-голяма степен отрицателното влияние се установява при потомствата от кръстоска № 107. По отношение на височината на растенията ефектът на облъчването е положителен, като редуцира признака с 4-15 cm. Наблюдава се и намаляване на средните стойности на всички признаци при растенията.

2. При линиите от кръстоска № 106 растенията от контролите са по-високи и главният клас формира повече класчета. Облъчването води до повишаване на варирането, изразено чрез вариационния коефициент. Максималните стойности на потомствата от M₁ са по-високи, което разкрива възможности за отбор на елитни растения и селекция на по-ниски и продуктивни генотипи синтетична пшеница.

3. Влиянието на облъчването в кръстоска № 32 е подобно на това в кръстоска № 106. Вариабилността на растенията с произход от облъчените семена при височината и масата на 1000 семена е по-висока в сравнение с контролите.

LITERATURE

Doneva, S., P. Spetsov, 2011. Polimorfizam na glutenini i gliadini v obraztsi na *Aegilops tauschii* (2n=14, DD). – Field Crops Studies, vol.VII-2, 243-254.

Goncharov, N.P., K.A. Golovnina, E.Y. Kondratenko, 2009. Taxonomy and molecular phylogeny of natural and artificial wheat species. – Breeding Science, 59: 492-498.

Kajimura, T., K. Murai, S. Takumi, 2011. Distinct genetic regulation of flowering time and grain-filling period based on empirical study of D-genome diversity in synthetic hexaploid wheat lines.– Breeding Science 61:130–141.

Mujeeb-Kazi, A., V. Rosas, S. Roldan, 1996. Conservation of the genetic variation of *Triticum tauschii* (Coss.) Schmalh. (*Aegilops squarrosa* auct. non L.) in synthetic hexaploid wheats (*T. turgidum* L. s.lat. x *T. tauschii*; 2n=6x=42, AABBDD) and its potential utilization for wheat improvement. – Gen Res Crop Evol 43: 129–134.

Plamenov, D., P. Spetsov, 2011. Synthetic hexaploid lines are valuable resources for biotic stress resistance in wheat improvement. -Journal of Plant Pathology, 93 (2): 251–262.

Rasheed, A., T. Mahmood, A. Gul Kazi, A. Gha Foor, A. Mujeeb-Kazi, 2012. Allelic variation and composition of HMW-GS in advanced lines derived from D-genome synthetic hexaploid/bread wheat (*Triticum aestivum* L.). -J. Crop Sci. Biotech. 15 (1):1–7.

Spetsov, P., D. Plamenov, I. Belchev, 2009. Seleksiya na sintetichni pshenitsi: analiz na amfidiploidni rasteniya, polucheni s uchastieto na *Aegilops tauschii* Coss. -Field Crops Studies, vol. V – 2: 207–216.

Villareal, R.L., A. Mujeeb-Kazi, E. Del-Toro, J. Crossa, S. Rajaram, 1994. Agronomic variability in selected *Triticum turgidum* x *T. tauschii* synthetic hexaploid wheats. -J. Agr. Crop Sci. 173: 307–317.

Рецензент – проф. д-р Невенка Ганушева
E-mail: veni_plbg@abv.bg

