

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ХЕКСАПЛОИДНИ АМФИДИПЛОИДИ В СЕЛЕКЦИЯТА: ОТБОР В ХИБРИДНИ ПОТОМСТВА, ПОЛУЧЕНИ С УЧАСТИЕТО НА СОРТОВЕ ТВЪРДА ПШЕНИЦА

Надя Даскалова¹, Драгомир Пламенов¹, Пенко Спецов²

¹Технически университет – Варна,

²Шуменски университет – Колеж-Добрич

Резюме

Обект на изследване при полски и оранжерийни условия са 13 кръстоски (F_2 генерация) и 6 кръстоски (F_3 генерация) на хексаплоидни амфидиплоиди ($BBA^aA^aA^bA^b$) със сортове твърда пшеница. Изследвана е полската кълняемост и зимоустойчивостта на хибридните растения във F_2 , както и лабораторната кълняемост и озърнеността на главния клас във F_3 . На база фертилност са отбрани 11 растения (общо 239 семена) и заложени за покълняване при лабораторни условия. Извършена е оценка на височина, степен на чупливост, овършаване, озърненост и маса на 1000 семена. Хибридите от две кръстоски с участието на диплоидния вид *Triticum boeoticum* (5БАП x Северина и 8БАП x Прогрес) проявяват добри селекционни показатели спрямо стандартите твърда пшеница сорт Загорка и сорт Сатурн-1, и представляват интерес за бъдещи проучвания.

Ключови думи: хексаплоидни амфидиплоиди, *T. durum*, *T. boeoticum*, хибриди, селекционни показатели

Abstract

Daskalova N., D. Plamenov, P. Specov, 2013. Application of hexaploid amphidiploids in breeding: Selection in hybrid generations, received with the participation of durum wheat varieties

Materials under field and greenhouse conditions were 13 crosses (F_2 generation) and 6 crosses (F_3 generation) of hexaploid amphidiploids ($BBA^aA^aA^bA^b$) with durum wheat varieties. Field germination and winter hardness of hybrid plants in F_2 , as well as germination in laboratory and seed set of main spike were performed in F_3 . Based on fertility, 11 plants were selected (total 239 seeds) and germinated in laboratory conditions. Assessment was carried on plant height, degree of fragility, threshing, seed set and weight of 1000 kernels. Hybrids from two crosses with the diploid species *Triticum boeoticum* (5BAP x Severina and 8BAP x Progres) exerted good breeding performance compared to durum wheat standards Zagorka and Saturn-1, and are of breeding interest to further research.

Key words: hexaploid amphidiploids, *T. durum*, *T. boeoticum*, hybrids, breeding traits

УВОД

В селекцията на обикновената и твърда пшеница борбата с болестите и неприятелите заема централно място. В продуктивността на сортовете се отразява както устойчивостта им към биотичните фактори, така и толерантността на генотиповете към абиотичните фактори на средата. Диплоидните пшеници (*T. boeoticum* и *T. monocosmum*) са ценен източник на полезни гени в селекцията (The et al., 1975; Plamenov et al., 2009). Двата

вида съдържат генома А, който до известна степен съответства на същия геном в полиплоидните пшеници. Дивите видове проявяват резистентност към брашнеста мана (He et al., 2007; Yaï et al., 2007), листна ръжда (Hussien et al., 1998; Sodikiewicz & Strzembicka, 2004; Bartoš et al., 2005;), жълта ръжда (Hå et al., 2007), стъблена ръжда (McIntosh et al., 1984), главния (Multani et al., 1988), листни въшки (Lamb et al., 2003) и към други икономически вредители по пшеницата. Също така в *T. monosocum* са регистрирани гени, обуславящи устойчивост на преджътвено покълване и цинкова запасеност (Sodikiewicz, 2002).

У нас са създадени различноплоидни синтетични форми (Spetsov & Savov, 1992; Спецов и Белчев, 2013), получени от кръстосване на диви житни със сортове твърда и хлебна пшеница. Амфидиплоидите служат като генетичен мост за прехвърляне на полезни признаци от дивите видове в културните пшеници (Megyeri et al., 2011).

Целта на това изследване е да се използват в селекцията на твърдата пшеница създадените синтетични хексаплоидни форми с участието на *Triticum monosocum*, *T. boeoticum* и *T. dicocum*, като се проучат възможностите за получаване на хибридни популации във F_2 и F_3 от кръстоски с участието на различни сортове твърда пшеница. Степента на кълняемост, зимоустойчивост, чупливост и озърненост са важни признаци за получаване на по-голям обем от растения при приложение на индивидуален многократен отбор в селекцията.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментът стартира със семена от F_2 генерация на 13 кръстоски между хексаплоидни амфидиплоиди ($BBA^aA^aA^bA^b$) със сортове твърда пшеница (Спецов & Белчев, 2013) (Таблица 1). От всяка кръстоска са засяти по 15-16 броя семена през есента на 2011 година. Извършени са наблюдения за полска кълняемост, зимоустойчивост, дата на изкласяване, дата на узряване, оценка за болести и неприятели, както и анализирани брой растения в жътвена зрялост. Зимоустойчивостта се определя в процент от броя на презимувалите растения в началото на вегетацията и броя на поникналите растения през есента. За стандарти служат двузърнест лимец (№ 45390 и 45398) и набор от сортове, включени в скалата за студоустойчивост на пшеницата (Мироновская 808, Безостая-1, № 301, Русалка и Сан Пасторе).

Всички покълнали растения (F_3 генерация) са разсадени по 5 броя в саксия, заедно със сортове Сатурн-1, Загорка и диплоидната пшеница. Вместимостта на саксиите е от 2 kg торфено-почвен субстрат. В оранжерия се изследват лабораторна кълняемост, чупливост и степен на овършаване в жътвена зрялост, както и анализ на главния клас в растение. Чупливостта се оценява в зрялост по механичен способ-хващане на класа в горната половина с леко притискане. Приема се за устойчив, когато класчетата се задържат за класовото вретено, а чуплив – при отделяне на 2 и повече класчета. За сравнение служат стандартните сортове и вида *T. boeoticum*. Овършаването се оценява ръчно, чрез 3 степени: 1-нормално (както твърдата пшеница), 2-средно, и 3-трудно (както № 110 и двузърнестия лимец).

На признаците височина, брой зърна и тегло на зърното в F_3 е направен дисперсионен анализ.

Таблица 1. Кръстоски на хексаплоидни амфидиплоиди (VVA^uA^uA^bA^b)
с сортове твърда пшеница
Table 1. Crosses of heksaploidni amfidiploidi (VVA^uAuAbAb) with durum wheat varieties

Майчин родител/ брой кръстоски	Селекц. №	Опрашител	Засяти F ₂ семена
(ТДЛ ¹ x <i>T. monococcum</i> обр. ДЗИ) 2 кръстоски	2БАП	Аргонавт ³ , Белослава ⁴	31
(<i>T. dicoccum</i> обр. ДЗИ x <i>T. boeoticum</i> обр. 110 ²) 6 кръстоски	5БАП	Аргонавт, Гергана ⁴ Перлина ³ , Прогрес ⁴ Северина ⁵ , Струмчанка ⁶	91
(<i>T. durum</i> сорт МД ³ x <i>T. boeoticum</i> обр. 110 ²)	8БАП	Прогрес	15
(<i>T. dicoccum</i> обр.ДЗИ x <i>T.</i> <i>monococcum</i> обр. ДЗИ) 4 кръстоски	9БАП	Аргонавт, Гергана, Мартондур ⁷ , Прогрес	60
13 кръстоски		Общо:	197

¹ Дихаплоидна линия (2n=28), получена от кръстоска твърда пшеница сорт Гергана x *T. dicoccum* обр.ДЗИ;

² Колекциониран образец *T. boeoticum* (синоним *T. monococcum* ssp. *aegilopoides*) по Черноморието (Plamenov et al. 2009); ³ сортове твърда пшеница: Аргонавт и Перлина - Одеса, Украйна; ⁴ ИПК-Чирпан; ⁵ ДЗИ Ген.Тошево; ⁶ Македония; ⁷ Унгария.

¹ dihaploid line (2n = 28) produced from a cross of durum wheat cultivar x Vladimir S. dicoccum obr. DZI;

² Collectors model *T. boeoticum* (synonym *T. monococcum* ssp. *Aegilopoides*) Black Sea (Plamenov et al., 2009);

³ durum wheat varieties: Argonaut and Perlina - Odessa, Ukraine; ⁴ IPK-Republic; ⁵ DZI Gen.Toshevo; ⁶ of Macedonia;

⁷ Hungary.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

1. Полска кълняемост във F₂

В изследваните 13 кръстоски, 5 стандарта за зимоустойчивост и 2 тетраплоидни лимеца липсва линия и/или сорт с полска кълняемост от 100%. Повече от половината материали показват под 50% кълняемост (Таблица 2).

От заложени общо 197 броя F₂ семена, само 31 от тях поникват (15.7%). Общият брой на засятите семена от стандартите, включително двата образеца двузърнест лемец, е 105, от които 48 броя покълнват (45.7%). Полската кълняемост на стандартите е около 3 пъти по-висока от тази на хибридите растения.

Най-висока полска кълняемост показват кръстоски 8БАП x Прогрес и 9БАП x Прогрес (33.3%), следвани от 5БАП x Гергана и 5БАП x Перлина (26.7%), 2БАП x Белослава, 5БАП x Аргонавт, 5БАП x Северина, 5БАП x Струмчанка и 9БАП x Гергана (13.3-12.5%). От кръстоска 5БАП x Прогрес няма покълнали семена.

От стандартите с най-висока кълняемост е № 301 (73.3%), следван от Сан Пасторе и Безостая 1. Двата тетраплоидни образеца дават еднакъв брой поникнали растения и се доближават до Мироновская 808 и Русалка. Влияние върху кълняемостта оказват метеорологичните условия за ноември 2011 г. Месечните валежи са изключително слаби (1,2 mm), а абсолютната минимална температура е 2°C, което води до недружно поникване и вероятно измръзване на младите растения.

Таблица 2. Засяти, поникнали и достигнали до жътва растения при полски условия
 Table 2. Sowing germinated and reached harvest plants under field conditions

Кръстоски, стандарти и образци	БЗС ¹	БП ² , %	БПР ³ , %	БПЖ ⁴ , %
Мироновская 808	15	6 (40.0)	6 (100)	6 (100)
301	15	11 (73.3)	10 (90.9)	10 (100)
Русалка	15	5 (33.3)	5 (100)	5 (100)
Сан Пасторе	15	8 (53.3)	8 (100)	8 (100)
Безостая 1	15	8 (53.3)	7 (87.5)	7 (100)
45390	15	5 (33.3)	5 (100)	5 (100)
45398	15	5 (33.3)	5 (100)	5 (100)
Общо:	105	48 (45.7)	46 (95.8)	46 (100)
2БАП х Аргонавт	15	1 (6.7)	0	0
2БАП х Белослава	16	2 (12.5)	0	0
5БАП х Аргонавт	15	2 (13.3)	1 (50)	1 (100)
5БАП х Гергана	15	4 (26.7)	3 (75)	3 (100)
5БАП х Перлина	15	4 (26.7)	4 (100)	4 (100)
5БАП х Прогрес	15	0	0	0
5БАП х Северина	15	2 (13.3)	2 (100)	2 (100)
5БАП х Струмчанка	16	2 (12.5)	2 (100)	2 (100)
8БАП х Прогрес	15	5 (33.3)	2 (40)	2 (100)
9БАП х Аргонавт	15	1 (6.7)	1 (100)	1 (100)
9БАП х Гергана	15	2 (13.3)	0	0
9БАП х Маргондур	15	1 (6.7)	1 (100)	1 (100)
9БАП х Прогрес	15	5 (33.3)	0	0
Общо:	197	31 (15.7)	16 (51.6)	16 (100)

¹ Брой засяти семена, ² Брой поникналирастения, ³ Брой презимували растения, ⁴ Брой пожънати растения
¹ broy planted seeds, ² pcs poniknalirasteniya, ³ Broy wintered plants, ⁴ Number harvested plants

2. Зимоустойчивост и жътвена зрялост

От изследваните 13 кръстоски с най-висока зимоустойчивост е 5БАП х Перлина (100%) (Таблица 2). Следват още 4 кръстоски, в които майчин родител е 5БАП, но с по-малък брой растения. Измръзват растенията от кръстоски с майка 2БАП. Три от стандартите за зимоустойчивост, пшениците Мироновская 808, Русалка и Сан Пасторе, както и тетраплоидните пшеници № 45398 и 45390, показват 100% зимоустойчивост. Следват № 301 (90.9%) и Безостая-1 (87.5%).

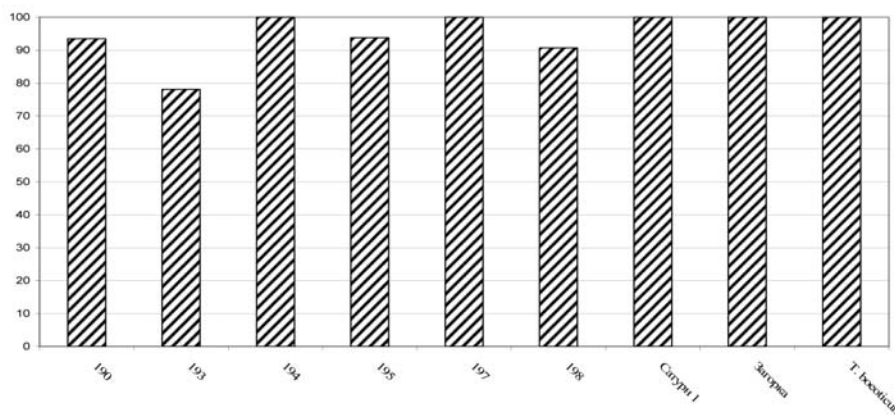
До жътвена зрялост достигат всички презимували хибридни растения от кръстоските на 5-9 БАП като майки, както и стандартите. Спецов и Белчев (2013) стартират изследванията с хексаплоидни амфидиплоиди, в които участват диплоидни видове пшеница, като мост за прехвърляне на ценни за селекцията гени в културните пшеници (4x и 6x). Те кръстосват шест синтетични форми (4-, 5-, 6-, 7-, 8- и 9БАП) с различни сортове твърда пшеница. Хибридните семена на четири от амфидиплоидите (без 5- и 9БАП) показват висока лабораторна кълняемост, средно 95.5%. Два са основните проблеми в F₁: загиване след покълване, и стерилност. Около 87% от отгледаните F₁ растения са напълно стерилни, а по-малък брой (11%) отмират преди цъфтеж. Megyeri et al. (2011) създават 10 синтетични форми

(*Triticum turgidum* x *T. monocossum* ssp. *monocossum*), от които 2 комбинации са стерилни, а пет – с частична фертилност, където завръзът на семена в F_2 варира от 1 до 5 зърна в растение.

3. Изследвания във F_3

След прибиране на хибридите F_2 растения е извършен анализ и на база озърненост са отделени 11 растения (общо 239 броя F_3 семена) за покълване в петриевы блюда. Заложени са семена от 6 кръстоски (Таблица 3, от всяка кръстоска са взети семена на конкретно растение), 2 сорта твърда пшеница Сатурн 1 и Загорка, и образец № 110 на *Triticum boeoticum*, който участва в синтетиците 5 БАП и 8 БАП.

От хибридите семена покълват 218 (91.2%), които са разсадени в саксии. На фиг. 1 се вижда, че 100% лабораторна кълняемост имат кръстоските 5БАП x Струмчанка, 9БАП x Мартондур, Загорка, Сатурн-1 и *T. boeoticum*. С почти еднаква кълняемост (над 93%) са 5БАП x Гергана и 9БАП x Аргонавт. Трета поред е 8БАП x Прогрес, а четвърта – 5БАП x Северина.



190 (5БАП x Гергана); 193 (5БАП x Северина); 194 (5БАП x Струмчанка); 195 (9БАП x Аргонавт); 197 (9БАП x Мартондур); 198 (8БАП x Прогрес);

190 (5BAP x Gergana); 193 (5BAP Severina x); 194 (5BAP Strumchanka x); 195 (9BAP x Argonaut) 197 (9BAP Martondur x); 198 (x 8BAP Progress);

Фигура 1. Лабораторна кълняемост (%) във F_3
Figure 1. Laboratory germination (%) in F_3

До жътвена зрялост достигат 206 броя растения (94.5% от разсадените) заедно с тетраплоидните пшеници. От тях 20 растения проявяват чупливост (9.7%). Този признак е най-силно изразен в 5БАП x Северина (28.6%) и 9БАП x Мартондур (27.8%) (Таблица 3). Най-висок процент растения достигнали до жътва се наблюдава при № 197 (9БАП x Мартондур, 100%), следван от №194 (5БАП x Струмчанка, 97.7%), и №190 (5БАП x Гергана, 97%). С най ниска стойност по този показател е кръстоската 9БАП x Аргонавт (66.7%). Данните за височината не са представени. Най-ниски растения се наблюдават при двата сорта твърда пшеница (63 cm). Най-

Таблица 3. Разсадени растения в саксии, брой анализирани растения в жътва и чупливост в процент към отгледаните в оранжерия хибридни F₃ растения
 Table 3. Seedlings potted plants, number of plants analyzed at harvest and breakage rate as grown in a greenhouse hybrid F₃ plants

№, сорт	Кръстоска	Разсадени Брой	Пожънати		Чупливи	
			Брой	%	Брой	%
190- общо	5БАП х Гергана	66	64	97	5	7.8
193- общо	5БАП х Северина	37	35	94.6	10	28.6
194- общо	5БАП х Струмчанка	43	42	97.7	0	0
195- общо	9БАП х Аргонавт	15	10	66.7	0	0
197- общо	9БАП х Мартондур	18	18	100	5	27.8
198- 2 р.	8БАП х Прогрес	39	37	94.9	0	0
	Общо:	218	206	94.5	20	9.7
Сатурн 1	<i>T. durum</i>	10	9	90	0	0
Загорка	<i>T. durum</i>	10	10	100	0	0
№ 110	<i>T. boeoticum</i>	10	9	90	9	100
	Общо:	30	28	93.3	9	32.1

близки по височина спрямо стандартите са растенията от кръстоска 9БАП х Аргонавт. Най-високите изпреварват твърдите пшеници с около 30-40 см.

По брой зърна в главен клас има доказана разлика в полза на средния стандарт, с най-голяма озърненост (40 зърна в клас). Най-добре от всички кръстоски се представя 8БАП х Прогрес – с 25 зърна, следвана от 5БАП х Северина – 24 броя, 5БАП х Гергана – 22 и 5БАП х Струмчанка – 19. Най-малко зърна дават растенията от кръстоска 9БАП х Аргонавт – 9 бр. (Таблица 4).

Таблица 4. Анализ на дисперсията в F₃ на шест кръстоски с участието на три амфидиплоида и шест сорта твърда пшеница

Table 4. Analysis of variance in F₃ six crosses involving three amfidiplioda six durum wheat cultivars

БРОЙ ЗЪРНА (177 анализирани р-я)					
Изследвани кръстоски	\bar{x}	VC%	Мин. стойност	Макс. стойност	Разлика
5БАП х Гергана	22.0 bc	53.8	0	41	41
5БАП х Северина	23.5 bc	53.7	0	51	51
5БАП х Струмчанка	19.2 bc	64.6	0	39	39
9БАП х Аргонавт	8.6 d	98.3	0	25	25
9БАП х Мартондур	16.3 cd	71.2	1	36	35
8БАП х Прогрес	24.6 b	56.1	0	53	53
Среден стандарт <i>T.durum</i>	40.3 a	15.5	31	48	17
ТЕГЛЮ ЗЪРНО (177 анализирани р-я)					
5БАП х Гергана	0.7 a	53.2	0	1.32	1.32
5БАП х Северина	0.6 a	69.9	0	1.66	1.66
5БАП х Струмчанка	0.6 a	66.6	0	1.33	1.33
9БАП х Аргонавт	0.2 a	79.1	0	0.45	0.45
9БАП х Мартондур	0.5 a	78.4	0.03	1.11	1.08
8БАП х Прогрес	1.6 a	60.5	0	2.05	2.05
Среден стандарт <i>T.durum</i>	1.6 a	10.1	1.47	1.9	0.43

Вариационните коефициенти и максималните стойности по признаците са по-високи при хибридните популации. С най-ниско средно тегло е кръстоска 9БАП x Аргонавт (0.2 g), а с най-високо – 8БАП x Прогрес (1.6 g).

ИЗВОДИ

С най-висок процент полска кълняемост в F_2 е кръстоска 8 БАП x Прогрес, а най-висока зимоустойчивост проявяват хибридите на амфидиплоид 5БАП. До жътвена зрялост достигат растенията от осем кръстоски. Хибридите, получени с участието на 2 БАП (ТДЛ x *T. monococtum* образец от ДЗИ), загиват през зимата. При всички кръстоски, с изключение на 9БАП x Аргонавт, до жътвена зрялост достигат над 94% от разсадените F_3 растения в оранжерия. Хибридите във F_3 с чуплив клас са 9.7% от отгледаните растения, като най-много са регистрирани в 5БАП x Северина (28.6%) и 9БАП x Мартондур (27.8%). В три кръстоски този признак липсва. С най-високи максимални стойности на озърненост и тегло на семената, превъзхождащи стандартите твърда пшеница, са растенията от кръстоски 8БАП x Прогрес и 5БАП x Северина, в които участва дивия вид *Triticum boeoticum*. Двете кръстоски представляват интерес за по-нататъчна селекционна работа.

Благодарности:

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

ЛИТЕРАТУРА

- Спецов, П., И. Белчев, 2013. Приложение на хексаплоидни амфидиплоиди в селекцията: участие в кръстоски с твърда пшеница (*Triticum durum* L.). Научни трудове на Колеж-Добрич (ШУ „Епископ Константин Преславски“) (под печат).
- Bartoš, P., V. Šíp, A. Hanzalová, L. Kučera, J. Ovesná, J. Valcoun, J. Chrpová, R. Hanušová, V. Dumalosoová, E. Stuchliková, K. Zadražil, 2005. Utilization of wild relatives and primitive forms of wheat in Czech wheat breeding, Czech J.Genet. Plant Breed., 41, 284-287.
- He, D., L. Hongjie, X. Shichang, D. Xiayu, Z. Yilin, L. Lihui, 2007. Reaction to powdery mildew and stripe rust in related species and landraces of wheat. Genet. Resour. Crop Ev. 54, 213-219.
- Hussien, T., R. L. Bowden, B. S. Gill, T. S. Cox, 1998. Chromosomal allocations in common wheat of three new leaf rust resistance genes from *Triticum monococtum*. Euphytica 101, 127-131.
- Lamb, R. J., S. M. Migui, R. J. Lamb, 2003. Patterns of resistance to three cereal aphids among wheats in the genus *Triticum*. B. Entomol. Res. 93, 323-333.
- McIntoch, R. A., P. L., Dyck, T. T. The, J. E.Cusick, D. L. Milne, 1984. Cytogenetical studies in wheat. XIII.Sr35-a third gene from *Triticum monococtum* for resistance to *Puccinia graminis tritici*.Z.Pflanzenzucht. 92, 1-14.

- Megyeri, M., Mikó, P., Molnár and Kovács, G., 2011.** Development of synthetic amphiploids based of *Triticum turgidum* x *T. monococcum* Crosses to improve the adaptability of cereals. *Acta Agronomica Hungarica* 59(3) pp. 267-274.
- Multani, D. S., H. S. Dhaliwal, P. Sinch, K. S. Gill, 1988.** Synthetic amphiploids of wheat as a source of resistance to Karnal bunt (*Neovossia indica*). *Plant Breed.* 101, 122-125.
- Plamenov, D., Belchev, I., Kiryakova, I., Spetsov, P., 2009.** Fungal resistance of *Triticum durum*-*T. monococcum* ssp. *aegilopoides* amphiploid. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 116 (2), 60-62.
- Sodkiewicz, W., 2002.** Diploid wheat-*Triticum monococcum* as a source of resistance genes to preharvest sprouting of triticale. *Cereal Res. Commun.* 30, 323-328.
- Sodkiewicz, W., A. Strzembicka, 2004.** Application of *Triticum monococcum* for the improvement of triticale resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*). *Plant Breed.* 123, 39-42.
- Spetsov, P., M. Savov, 1992.** A review on amphiploids in the *Triticeae*, obtained in Bulgaria during 1950-1990. *Wheat Inf. Serv.* 75, 1-6.
- The, T. T., Baker, E. P., 1975.** Basic studies relating to transference of genetic characters from *Triticum monococcum* L. to hexaploid wheat. *Aust. J. Biol. Sci.*, 28, 189-199.
- Yao, G., J. Zhang, L. Yang, H. Xu, Y. Jiang, L. Xiong, C. Zhang, Z. Zhang, Z. Ma, M. E. Sorrells, 2007.** Genetic mapping of two powdery mildew resistance genes in einkorn (*Triticum monococcum* L.) accessions. *Theor. Appl. Genet.* 114, 351-358.