Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (6), 53-73
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Корелации между показателите на класа при българки сортове тритикале в контрастни условия на средата

Христо Стоянов

Добруджански земеделски институт - Генерал Тошево,
9521 Генерал Тошево, България

Correlation between the Spike Parameters of Bulgarian Triticale Cultivars under Contrasting Conditions ‘ of the Environment

Hristo Stoyanov

Dobrudzha Agricultural Institute - General Toshevo, 9521 General Toshevo, Bulgaria
E-mail: hpstoyanov@abv.bg

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Абиотичният стрес е ключов фактор, който съществено влияе върху величината на добива и неговите компоненти при тритикале. Това се свързва не само със стойностите на отделните показатели, но и върху взаимовръзките, които съществуват между тях. За да се определи влиянието на абиотичните стресови фактори (температура, валежи) са изследванти 11 български сорта тритикале (Колорит, Атила, Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Добруджанец, Ловчанец, Дони 52, Благовест и Борислав) през три контрастни периода (2014/2015, 2015/2016 и 2016/2017). Изследвани са фенотипните корелации между показателите брой зърна в клас, маса на зърната в клас, маса на 1000 зърна, фертилност по сортове и по години. Установени са зависимостите между отделните изследвани показатели на база на проведен регресионен анализ като е проследена промяната на тези зависимости при различни условия на средата.

SUMMARY

Abiotic stress is a key factor that significantly affects the magnitude of yield and its components in triticale. This is related not only to the values of the individual parameters, but also to the relationships that exist between them. In order to determine the influence of abiotic stress factors (temperature, precipitation), 11 Bulgarian triticale varieties (Kolorit, Atila, Akord, Respekt, Bumerang, Irnik, Dobrudzhanets, Lovchanets, Doni 52, Blagovest and Borislav) were tested within three contrasts periods (2014/2015, 2015/2016 and 2016/2017). The phenotypic correlations between the parameters number of grains in a spike, weight of grains per spike, thousand kernels weight, fertility by varieties and by years were investigated. The relationships between the individual studied parameters were established on the basis of the regression analysis and the change of these dependences under different environmental conditions was monitored. The studied phenotypic correlations show

Изследваните фенотипни корелации показват, че на ниво сорт, независимо от периода на отглеждане корелационните коефициенти при по-голяма част от изследваните генотипи варират сравнително слабо. Изключение от тази зависимост е сорт Респект. Най-стабилна е корелацията между брой зърна в клас и фертилността на класчето. Най-чувствителна към условията на средата е корелацията между броя на зърната в клас и масата на 1000 зърна. Резултатите от регресионния анализ показват, че зависимостите между показателите на класа имат нелинейно проявление. Независимо от условията на средата корелациите между брой зърна в клас и масата на зърната в клас остават значими, достоверни и високи. Това показва, че броят зърна в клас има основно значение за формирането на продуктивността на класа и е ключов компонент на добива при българските сортове тритикале.

Ключови думи: корелации, регресионен анализ, продуктивност на класа, тритикале, условия на средата.

that at the cultivar level, regardless of the cultivation period, the correlation coefficients for most of the studied genotypes vary relatively little. An exception to this dependency is the Respect cultivar. The most stable is the correlation between the number of grains in a spike and the fertility of the spikelet. The most susceptible to environmental conditions is the correlation between the number of grains in a spike and thousand kernels weight. The results of the regression analysis show that the relationships between the spike parameters have a nonlinear nature. Regardless of the environmental conditions, the correlations between the number of grains in a spike and the weight of grains per spike remain reliable, significant and high. This shows that the number of grains in a spike is essential for the formation of the spike productivity and is a key component of the yield of the Bulgarian triticale cultivars.

Key words: correlations, environmental conditions, regression analysis, spike productivity, triticale.

УВОД

Добивът от културните растения е основен стопански показател, който характеризира количеството произведена продукция от единица площ. Неговите стойности зависят от голям брой фактори от различен произход – биотичен, абиотичен, агротехнически. Съществено влияние в това отношение имат абиотичните стресови фактори. Според Boyer (1982) намалението в добивите следствие абиотичен стрес е над 80%. Подобни стойности показват изключително голямото значение на абиотичните стресови фактори и толерантността към тях в земеделското производство.

Формирането на величината на добива е свързана пряко с неговите компоненти. При зърнено-житните растения това са броят зърна в клас, масата на 1000 зърна и броят класоносни

INTRODUCTION

The yield from cultural plants is a main agricultural parameter characterizing the amount of produce from area unit. Its values depend on a large number of factors of different origin – biotic, abiotic, and agronomy practices-related.

The abiotic stress factors have significant influence on the yields from cultural plants. According to Boyer (1982), the decrease of yield as a result from abiotic stress is more than 80 %. Such values reveal the utmost importance of the abiotic stress factors and the tolerance to them for agricultural production.

The formation of the yield value is directly related to its components. In cereals, these are number of grains per spike, 1000 kernel weight and number of tillers per m^2 (Rachinski, 1999; Tsenov et стъбла на m^2 (Rachinski, 1999; Tsenov et al., 2013). Редица изследователи съобщават, че тези показатели, подобно на добива, се влияят от условията на средата (Dhindsa et al., 2002; Kociuba, 2002; Yoshihira et al., 2002; Kutlu and Kinaci, 2010; Tsenov et al., 2013; Baychev, 2013; Ozturk et al., 2014; Mihova et al., 2017; Stoyanov, 2018). Същевременно между тях възникват определени зависимости, свързани с растежа и развитието на растенията (Arny and Garber, 1918; Shahid, 2000; Kashif and Khaliq, 2004; Khaliq et al., 2004; Leilah and Al-Khateeb, 2005; Khan et al., 2005; Ali et al., 2008; Anwar et al., 2009; Khan and Dar, 2010; Khokhar et al., 2010). Тези зависимости, изразени стойностно посредством фенотипни корелации дават възможност да се определи до каква степен определени компоненти на добива са свързани със стопанската продуктивност (Kashif and Khaliq, 2004).

При тритикале като продукт на отдалечената хибридизация се наблюдават известни особености при формирането на добива и зависимостите между отделните компоненти (Sechnyak and Sulima, 1984). Амфидиплоидната природа на културата и наличието на генетичен материал от пшеница и ръж са свързани с по-ниска фертилност на тритикале спрямо обикновената пшеница и ръжта (Baychev, 1990). От друга страна при по-голяма част от разработените сортове тритикале, по-голямо значение за формирането на добива имат броят на зърната в клас (Stoyanov and Baychev, 2016), докато при обикновената зимна пшеница преобладаващия компонент на добива е в силна зависимост от изследвания генотип (Tsenov et al., 2013). При някои генотипи по-голямо значение има масата на 1000 зърна, при други – броят класоносни стъбла или броят зърна в клас. Това показва, че зависимостите между добива и неговите компоненти, а също така и между отделните компоненти са

al., 2013). A number of researchers report that these parameters are affected by the environmental conditions, similar to yield itself (Dhindsa et al., 2002; Kociuba, 2002; Yoshihira et al., 2002; Kutlu and Kinaci, 2010; Tsenov et al., 2013; Baychev, 2013; Ozturk et al., 2014; Mihova et al., 2017; Stoyanov, 2018).

At the same time, a number of dependencies occur between them in relation to plant growth and development (Arny and Garber, 1918; Shahid, 2000; Kashif and Khaliq, 2004; Khaliq et al., 2004; Leilah and Al-Khateeb, 2005; Khan et al., 2005; Ali et al., 2008; Anwar et al., 2009; Khan and Dar, 2010; Khokhar et al., 2010). These dependencies, expressed though the values of phenotypic correlations, allow determining the degree to which the yield components correlate with agricultural produce (Kashif and Khaliq, 2004).

Triticale being a product from wide hybridization, certain peculiarities are observed in the formation of yield and of the correlations between the separated components (Sechnyak and Sulima, 1984). The amphidiploid nature of this crop and the presence of genetic material from wheat and rye condition the lower fertility of triticale in comparison to common wheat and rye (Baychev, 1990).

On the other hand, the number of grains in spike have greater importance for the formation of yield in the greater part of the triticale cultivars developed (Stoyanov and Baychev, 2016), while in common winter wheat, the predominant yield component is strongly dependent on the studied genotype (Tsenov et al., 2013). In some genotypes, 1000 kernel weight is more important, in others – the number of tillers and the number of grains in spike. This is an indication that the correlations of the yield with its components, as well as the correlations in-between components, are genetically determined (Kaltsikes and генотипно определени (Kaltsikes and Bebeli, 1993). Dogan et al. (2009) при стари и нови линии тритикале посочва, че съществува значима и достоверна връзка между добива и броят зърна в клас, докато връзката маса на 1000 зърна и добив не е доказана. Същите автори посочват, че подобно на добива реагира и показателят маса на зърната в клас, спрямо броят зърна в клас и масата на 1000 зърна. До сходни заключения при тритикале достигат и Kociuba (1992), Yagbasanlar and Yozkan (1995) и Gulmezoglu et al. (2010) при корелациите между показатели на класа.

Фенотипните корелации през отделните периоди на отглеждане могат да се различават значително (Stoyanov, 2016, Aycicek and Yildirim, 2006; Dogan, 2009; Okuyama et al., 2004). Изследванията на Subhani and Chowdhry (2000) показват, че генотипи пшеница отглеждани при условия на засушаване показват корелации между компонентите на добива, които се различават от тези при други условия. Van Ginkel et al. (1998) съобщават за различаващи се корелации при изследваните от тях генотипи обикновена зимна пшеница в 4 режима на засушаване. Данните на Villegas et al. (2010) показват, че зависимостите между добива и неговите компоненти се различават дори в рамките на един вегетационен период, но отчетени при различни локации.

При тритикале липсват подобни изследвания в литературата с изключение на изследването на Giunta et al. (1999), които обаче не посочват зависимостите между преките компоненти на добива. Същевременно голям брой изследователи показват, че отделните компоненти на добива при културата се влияят от условията на средата (Dogan et al., 2009; Gulmezoglu et al., 2010; Cifci et al., 2010; Biberdzic et al., 2013; Saglam and Ustunalp, 2014; Kirchev and Georgieva, 2017). Това предполага, че зависимостите между тях изразени чрез фенотипни корелационни коефи-

Bebeli, 1993). Dogan et al. (2009) point out that in old and new triticale lines there is a significant correlation between yield and number of grains in spike, while the correlation of 1000 kernel weight with yield is not statistically significant. These authors also state that the parameter weight of grains in spike reacts to number of grains in spike and 1000 kernel weight in a manner similar to that of yield. Kociuba (1992), Yagbasanlar and Yozkan (1995) and Gulmezoglu et al. (2010) came to similar conclusions with regard to the correlations between spike indices.

The phenotypic correlations during the individual periods of growing can differ significantly (Stoyanov, 2016, Aycicek and Yildirim, 2006; Dogan, 2009; Okuyama et al., 2004). The investigations of Subhani and Chowdhry (2000) revealed that wheat genotypes grown under drought conditions demonstrated correlations between the yield components different from the correlations under other conditions. Van Ginkel et al. (1998) reported differing correlations in the common winter wheat genotypes they studied under four regimes of drought. The data of Villegas et al. (2010) showed that the relationships of yield with its components differed even within a single period of vegetative growth, but registered at different locations.

There are no such investigations on triticale described in literature with the exception of the study of Giunta et al. (1999), who do not, however, indicate the dependencies between the direct yield components. At the same time, a large number of investigations in triticale show that the separate yield components are influenced by the environment (Dogan et al., 2009; Gulmezoglu et al., 2010; Cifci et al., 2010; Biberdzic et al., 2013; Saglam and Ustunalp, 2014; Kirchev and Georgieva, 2017). This implies that the correlations between them, expressed through phenotype correlation циенти също биха могли да се изменят в контрастни условия на средата. От селекционна и стопанска гледна точка, това е важно тъй като корелациите между отделните компоненти дават възможност да се определи, до каква степен изменението на един компонент в конкретни периоди на отглеждане води до промяна и в друг. Това позволява да се определят сортовете тритикале подходящи за отглеждане при определени условия на средата.

Целта на настоящето изследване е да установи влиянието на условията на средата върху някои зависимости между стопански важни показатели при български сортове тритикале.

coefficients, could also change under contrasting conditions of the environment. From a breeding and economic point of view, this is important since the correlations between the separate components allow determining the degree to which a certain component causes a change in another during specific periods of growing. This allows the identification of triticale varieties suitable for cultivation under certain environmental conditions.

The aim of this research was to determine the effect of the environmental conditions on some dependencies between economically important parameters in Bulgarian triticale cultivars.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За изпълнение на поставените цел и задачи са използвани 11 български сорта тритикале, представени в Таблица 1.

MATERIAL AND METHODS

To realize the above aim and tasks, 11 Bulgarian triticale cultivars were used; these are presented in Table 1.

Таблица 1. Използвани сортове тритикале
Table 1. Triticale cultivars used

№ No	Име Name	Произход Origin	Година на признаване Release year
1	Колорит Kolorit	BGL “S” – BGC / 568-343	2005
2	Атила Atila	AD 8x(Er 1034/79 x Charkovska 60) /F_1[F_1(Yuzhnaya zarya / Charkovska 60) / 804-503]	2007
3	Акорд Akord	MT-3 / F_2 популации	2007
4	Респект Respekt	1262-12-2-10 / Veleten	2008
5	Бумеранг Bumerang	LP 3090.91 / 2853-1044	2009
6	Ирник Irnik	5252 - 131 / 2853-1044	2011
7	Добруджанец Dobrudzhanets	Chrono / 2853-1044	2012
8	Ловчанец Lovchanets	F_1 (Tornado / 3493-699) / Zaryad	2013
9	Дони 52 Doni 52	5279-131 / 3370-190	2014
10	Благовест Blagovest	32/99 / Zaryad	2015
11	Борислав Borislav	46/95-96 / 129/98	2016

Опитът е извършен през реколтните 2014/2015, 2015/2016 и 2016/2017. Използваните сортове са засяти на лехи в редове с дължина 2 m, с междуредово разстояние 30 cm и вътрередово – 10 cm. Реколтирането е извършено в пълна зрелост като са събирани главните класове от 30 растения. Главният клас от всяко растение е анализиран по признаците брой зърна в клас (БЗК), маса на зърната в клас (МЗК, g), маса на 1000 зърна, (М1000, g), фертилност на класчето (брой зърна на едно класче) (Ф).

Извършен е корелационен анализ по Pearson между изследваните показатели по години и сортове. Анализирано е изменението в корелационните коефициенти в зависимост от условията на средата. Корелациите между фертилността и масата на зърната в клас и между фертилността и масата на 1000 зърна не са анализирани, тъй като нямат съществена практическа ценност. Установена е достоверността на получените корелационни коефициенти.

Преведен е регресионен анализ по сортове и години върху зависимостите между БЗК и МЗК и между М1000 и МЗК с цел да се установи как условията на средата влияят върху вида и същността на зависимостта между класовата продуктивност и нейните компоненти. Установени са вида (линеен, нелинеен) и същността на зависимостта (логаритмична, кубична, нарастваща, експоненциална, сигмоидна, съставна). Определен е коефициентът на детерминация (R^2).

За обобщаване на данните е използван програмен продукт Microsoft Excel 2003, а за корелационния и регресионния анализ – IBM SPSS Statistics 19.

The trial was carried out during harvest years 2014/2015, 2015/2016 and 2016/2017. The used cultivars were planted in 2 m rows, with 30 cm interspacing and 10 cm intraspacing of the rows. Harvesting was done at full maturity by collecting the main spikes from 30 plants. The main spike from each plant was analyzed according to the parameters number of grains in spike (NGS), weight of grains in spike (WGS, g), thousand kernel weight, (M1000, g), fertility of spikelet (number of grains in spikelet) (F).

A correlation analysis was performed according to Pearson between the studied parameters over years and cultivars. The changes in the correlation coefficients were analyzed according to the environmental conditions. The correlations between fertility and weight of grains in spike and between fertility and 1000 kernel weight were not analyzed because they do not have significant practical value. The significance of the obtained correlation coefficients was determined.

A regression analysis was performed according to cultivars and years on the dependencies between NGS and WGS with the aim to determine the effect of the environment on the type and nature of the relationship between spike productivity and its components. The type (linear – non-linear) and the nature of the relationship (logarithmic, cubic, power, exponential, sigmoid, compound) were determined. The coefficient of determination (R^2) was established.

Microsoft Excel 2003 was used to summarize data, and IBM SPSS Statistics 19 was applied for correlation and regression analyses.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Независимо от контрастния характер на метеорологичните условия през отделните периоди на проведеното изследване (Таблица 2), получените

RESULTS AND DISCUSSION

Regardless of the contrasting nature of the meteorological conditions during the separate periods of the investigation carried out (Table 2), the корелационни коефициенти (Таблица 3) показват слабо или умерено изменение на фенотипните корелации при отделните сортове. Въпреки това зависимостите между показателите на класа реагират в различни граници. Най-слаба реакция в резултат от промяната в условията на средата се наблюдава при корелациите между броя на зърната в клас и фертилността – корелационните коефициенти варират незначително между отделните периоди при всички изследвани генотипи.

obtained correlation coefficients (Table 3) showed slow to moderate change of the phenotypic correlations in the individual cultivars. Nevertheless, the correlations between the spike parameters reacted within different range. The lowest response as a result from the changeable environment was observed in the correlations between number of grains in spike and fertility – the correlation coefficients varied insignificantly between the separate periods in all studied genotypes.

Таблица 2. Метеорологична характеристика за периода на провеждане на експериментите.
Table 2. Meteorological characterization of the period of the experiments

Показател Parameter	Период Period	Окт Oct	Ное Nov	Дек Dec	Яну Jan	Фев Feb	Мар Mar	Апр Apr	Май May	Юни Jun	Юли Jul
СМТ, °C AMT, °C	2014/2015	11.2	5.6	3.1	1.4	2.0	5.0	10.1	16.4	19.4	22.4
	2015/2016	10.9	9.3	3.4	-0.8	7.3	6.8	13.2	14.7	20.9	22.8
	2016/2017	10.6	6.5	-0.6	-4.1	2.0	7.3	8.7	15.0	20.2	21.8
	2014/2017	10.9	7.1	2.0	-1.2	3.8	6.4	10.7	15.4	20.2	22.3
	1960/2017*	11.6	6.7	1.9	-0.3	1.1	4.6	9.8	15.2	22.1	21.4
СМВ, mm TMP, mm	2014/2015	57.9	33.2	87.0	33.2	79.5	67.7	8.5	12.9	31.3	27.2
	2015/2016	78.3	55.1	0.4	86.3	40.7	52.7	20.8	117.1	55.7	2.8
	2016/2017	72.2	43.3	12.5	48.4	27.4	48.9	38.4	29.0	87.7	66.3
	2014/2017	69.5	43.9	33.3	56.0	49.2	56.4	22.6	53.0	58.2	32.1
	1960/2017*	42.7	42.9	41.7	36.6	34.2	36.4	40.5	51.8	59.1	52.0

СМТ/AMT – средна месечна температура/average monthly temperature; СМВ/TMP – сумарни месечни валежи/total monthly precipitation
*Многогодишна тенденция/Long term trend

Зависимостта между фертилността и броя на зърната в клас се характеризира с много високи стойности на корелационните коефициенти при всички сортове и периоди на изследване. Не се наблюдава обаче ясна тенденция по отношение влиянието на условията на средата.

The correlation between fertility and number of grains in spike was characterized with very high correlation coefficient values in all cultivars and periods of the study. However, a clear tendency with regard to the effect of the conditions of the environment was not observed.

Таблица 3. Корелационен анализ между изследваните компоненти на продуктивността на класа при български сортове тритикале в контрастни условия на отглеждане
Table 3. Correlation analysis between the studied components of spike productivity in Bulgarian triticale cultivars under contrasting conditions of growing

Сорт Cultivar	Година Year	Корелации Correlations			
		БЗК/Ф NGS/F	БЗК/МЗК NGS/WGS	М1000/МЗК M1000/WGS	БЗК/М1000 NGS/M1000
Колорит Kolorti	2014/2015	0.891**	0.725**	0.622**	-0.076
	2015/2016	0.905**	0.759**	0.874**	0.391
	2016/2017	0.891**	0.914**	0.497**	0.107
Атила Atila	2014/2015	0.791**	0.874**	0.623**	0.171
	2015/2016	0.951**	0.821**	0.663**	0.143
	2016/2017	0.961**	0.954**	0.571**	0.307
Акорд Akord	2014/2015	0.917**	0.829**	0.547**	-0.006
	2015/2016	0.936**	0.796**	0.777**	0.253
	2016/2017	0.905**	0.964**	0.469**	0.224
Респект Respekt	2014/2015	0.956**	0.929**	0.704**	0.401*
	2015/2016	0.985**	0.289*	0.372*	-0.525*
	2016/2017	0.933**	0.896**	0.215*	-0.236
Бумеранг Bumerang	2014/2015	0.888**	0.857**	0.621**	0.138
	2015/2016	0.911**	0.777**	0.699**	0.109
	2016/2017	0.772**	0.906**	0.612**	0.222
Ирник Irnik	2014/2015	0.961**	0.868**	0.713**	0.284
	2015/2016	0.962**	0.922**	0.779**	0.499*
	2016/2017	0.917**	0.929**	0.673**	0.549**
Добруджанец Dobrudzhanets	2014/2015	0.959**	0.859**	0.644**	0.182
	2015/2016	0.916**	0.928**	0.746**	0.456*
	2016/2017	0.998**	-0.243	0.485**	-0.938**
Ловчанец Lovchanets	2014/2015	0.951**	0.927**	0.542**	0.192
	2015/2016	0.949**	0.834**	0.685**	0.194
	2016/2017	0.837**	0.95**	0.578**	0.298
Дони 52 Doni 52	2014/2015	0.942**	0.94**	0.688**	0.428
	2015/2016	0.891**	0.794**	0.771**	0.249
	2016/2017	0.901**	0.804**	0.643**	0.065
Благовест Blagovest	2014/2015	0.918**	0.924**	0.593**	0.246
	2015/2016	0.943**	0.813**	0.672**	0.134
	2016/2017	0.862**	0.863**	0.585**	0.1
Борислав Borislav	2014/2015	0.89**	0.823**	0.734**	0.228
	2015/2016	0.722**	0.756**	0.81**	0.238
	2016/2017	0.851**	0.913**	0.787**	0.471**

БЗК/NGS – Брой зърна в клас/Number of grains in a spike, МЗК/WGS – Маса на зърната в клас/Weight of grains per spike, М1000 – Маса на 1000 зърна/Thousand kernels weight, Ф/F – Фертилност/Fertility

При 6 (Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Ловчанец и Благовест) от изследваните 11 генотипа, по-ниски корелационни коефициенти между фертилност и брой зърна в клас са установени в третия период на отглеждане (2016/2017). При сортовете Колорит и Атила, най-ниска корелация се наблюдава през стопанската 2014/2015, а при Добруджанец, Дони 52 и Борислав – през 2015/2016. Подобни резултати се получават при наличие на различие в растежа и развитието на отделни растения от даден генотип в ранните периоди от онтогенезата. Такива различия се наблюдават при Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Ловчанец и Благовест, тъй като развитието им през пролетта на 2016/2017 не е равномерно в следствие на по-ниските температури през периода октомври-ноември. Подобна тенденция е отчетена и при Атила и Колорит през 2014/2015, но при тях се наблюдава неблагоприятно влияние на ниските температури през януари 2014. Различно е поведението на Добруджанец, Дони 52 и Борислав през реколтната 2015/2016. В резултат на доброто развитие на растенията поради благоприятните март и април в температурно отношение и добра влагообезпеченост се формират сравнително еднакви класове. Неравномерното разпределение на валежите през май, води до различното им озърняване, но при силно различие на варирането на броя класчета в клас и броя зърна в клас. Поради тази причина варирането във фертилността нараства по-малко, отколкото това на броя зърна в клас, а това е причина за намаляване на корелационния коефициент между тях. Значението на фертилността за величината на продуктивността е подробно изучено от Estrada-Campuzano et al. (2012). Авторите посочват, че теденциите между фертилността (брой фертилни цветчета) и броя зърна в клас се запазват, независимост от условията на отглеждане.

In 6 out of the 11 investigated genotypes (Akord, Respekt, Bumerang, Irnik, Lovchanets and Blagovest), lower correlation coefficients between fertility and number of grains in spike were determined in the third growing period (2016/2017). In cultivars Kolorit and Atila, the lowest correlation was observed during economic year 2014/2015, and in Dobrudzhanets, Doni 52 and Borislav – during 2015/2016. Such results are obtained when there is a difference in the growth and development of individual plants from a certain genotype during the early stages of ontogenesis. Such differences were observed in cultivars Akord, Respekt, Bumerang, Irnik, Lovchanets and Blagovest because their development in the spring of 2016/2017 was uneven as a result from the lower temperatures during October – November. Similar tendency was registered also in Atila and Kolorit during 2014/2015, but in this case, an unfavorable effect from the low temperatures in January of 2014 was observed. The behavior of Dobrudzhanets, Doni 52 and Borislav in harvest year 2015/2016 was different. As a result from the good development of the plants due to the favorable March and April conditions with regard to temperatures and moisture reserves in soil, comparatively equal spikes were formed. The uneven distribution of the rainfalls in May caused formation of different number of grain in spikes, but under high difference in the variation of the number of spikelets in spike and number of grains in spike. Therefore, the variation in the fertility increased less than the variation in the number of grains in spikes, and this was the reason for the lower correlation coefficient between them. The importance of fertility for productivity is studied in detail by Estrada-Campuzano et al. (2012). The authors point out that the trends between fertility (number of fertile flowers) and number of grains per spike are maintained, regardless of the growing conditions.

При корелациите на броя зърна в клас с маса на зърната в клас се наблюдават по-ниски, но значими стойности на корелационните коефициенти (Таблица 3). Това се свързва с по-голямата динамика на двата показателя и на зависимостите между тях. Тук се наблюдава ясна тенденция през първия период на отглеждане (2014/2015) корелацията да е висока, по-ниска да е през 2015/2016 и значително висока през 2016/2017. Това се дължи на неблагоприятните условия за формиране и изхранване на зърното през реколтната 2015/2016 година – неравномерни валежи през май и юни и ниски температури през май. Изключение от тази тенденция са сортовете Колорит, Ирник и Добруджанец. При Колорит и Ирник броят на зърната в клас при благоприятни условия за опрашване и оплождане (каквито се наблюдават през 2014/2015) достига много високи стойности (Stoyanov, 2018). Същевременно обаче по-високият брой зърна, при последващ неблагоприятен период (неравномерни валежи, засушаване, полягане) се свързва с недостатъчно добро изхранване и до силно вариране в масата на зърната в клас между отделните растения, независимо от големия брой зърна. От друга страна при наличие на много добри условия за изхранване на зърното, растения, които се различават в своето развитие независимо от високия брой зърна, също ще формират по-високо вариране в масата на зърната в клас и същевременно до занижени корелационни коефициенти. През 2016/2017 се наблюдават такива условия, поради което корелациите на БЗК и МЗК са сравнително ниски при Колорит и Ирник. През следващия период се наблюдават неблагоприятни условия както за опрашване и оплождане, така и за изхранване на зърната в класа. Това води до идентично вариране и ковариране на двата показателя и същевременно до по-високи стойности на корелационните

In the correlations of number of grains in spike with weight of grains in spike, lower but more significant values of the correlation coefficients were observed (Table 3). This is related to the higher dynamics of the two parameters and the correlations between them. In this case, a clear tendency was observed: the correlation was high during the first period of growing (2014/2015), low during 2015/2016 and significantly higher during 2016/2017. This was due to the unfavorable conditions for the formation and nutrition of the grain in harvest year 2015/2016 – uneven rainfalls in May and June and low temperatures in May. Cultivars, Kolorit, Irnik and Dobrudzhanets were an exception from this tendency. In Kolorit and Irnik, the number of grains in spike under favorable conditions for pollination and fertilization (as those observed in 2014/2015) reached very high values (Stoyanov, 2018). At the same time, however, the higher number of grains followed by an unfavorable period (uneven rainfalls, drought, lodging), was related to insufficiently good nutrition and high variation of the weight of grains in spike between the individual plants, regardless of the high number of grains.

On the other hand, under very good conditions for grain nutrition, plants, which differed in their development regardless of the high number of grains, will also form higher variation in the weight of grain in spike, and their correlation coefficients will be low. Such conditions were observed in 2016/2017 and therefore the correlations of NGS and WGS were comparatively low in Kolorit and Irnik.

During the next period, unfavorable conditions were observed for both pollination and fertilization, and for nutrition of the grains in the spike. This lead to identical variation and covariation of the two parameters and simultaneously to higher values of the correlation coefficients. During the third period of коефициенти. През третия период на отглеждане (2016/2017) условията както за опрашване и оплождане, така и за формиране на зърното са сравнително подходящи, но свързани с някои неблагоприятни процеси (неравномерни валежи и през двата периода и по-ниски температури по време на цъфтеж), но с по-нисък интензитет от предходния период (2015/2016). Това е причина при Колорит и Ирник стойностите на корелационните коефициенти да са най-високи през третия период. При останалите сортове ниските корелационни коефициенти през втория период (2015/2016) се дължат на по-ниското вариране в броя на зърната в клас и високото вариране при масата на зърната в клас следствие условията на средата през юни 2016 (интензивни неравномерни валежи).

Високите, значими и достоверни корелации между БЗК и МЗК показват голямото значение на броя формирани зърна за класовата продуктивност. Въпреки наличието на известно вариране при изследваните сортове, корелациите остават високи и през трите изследвани периода. Това показва, че БЗК е основен компонент на добива при тези генотипове и изменението в него води и до изменение в класовата продуктивност. Сходни данни при изследване на корелациите между показателите БЗК и МЗК при стари и нови линии тритикале получават Dogan et al. (2009). Голям брой изследвания при обикновената пшеница (Villegas et al., 2010; Tsenov et al., 2013; Estrada-Campuzano et al., 2012; Slafer et al., 2014; Ugarte et al., 2007) и други амфидиплоидни форми (Stoyanov, 2015; Stoyanov, 2016) показват, че БЗК има съществено значение за формирането на величината на добива. Aycicek and Yildirim (2006) при обикновената зимна пшеница и Dogan (2009) при твърдата пшеница посочват, че корелацията между БЗК и МЗК е в силна зависимост от условията на средата.

Противоположна тенденция се

growing (2016/2017), the conditions for pollination and fertilization, as well as for grain formation, were comparatively good, although some unfavorable processes were present (uneven rainfalls in both periods and lower temperatures at anthesis); their intensity, however, was lower than in the preceding period (2015/2016). This was the reason for the highest values of the correlation coefficients in cultivars Kolorit and Irnik during the third period.

In the rest of the cultivars, the low correlation coefficients during the second period (2015/2016) were due to the lower variation in the number of grain in spike resulting from the conditions of the environment in June of 2016 (intensive uneven rainfalls).

The high and significant correlations between NGS and WGS demonstrated the high importance of the formed number of grains for the productivity of the spike. In spite of the presence of some variation in the investigated cultivars, the correlations remained high during all three investigated periods. This showed that the NGS was a main component of the yield in these genotypes and its change caused a change in the productivity of the spike. Similar data in investigating the correlations between the parameters NGS and WGS of new and old triticale lines cultivars were obtained by Dogan et al. (2009). A large number of investigations on common wheat (Villegas et al., 2010; Tsenov et al., 2013; Estrada-Campuzano et al., 2012; Slafer et al., 2014; Ugarte et al., 2007) and other amphidiploid forms (Stoyanov, 2015; Stoyanov, 2016) demonstrate that the NGS is highly important for the formation of the value of grain yield. Aicicek and Yildirim (2006) in common winter wheat and Dogan (2009) in durum wheat indicate that the correlation between NGS and WGS is highly dependent on environmental conditions.

The opposite tendency was

наблюдава обаче при корелацията между М1000 и МЗК. През първия период на отглеждане (2014/2015) корелациите са сравнително ниски, но значими, през 2015/2016 са значително по-високи и през 2016/2017 са ниски, като често са по-ниски и от тези през първата реколтна година. Това показва, че през 2014/2015 и 2016/2017 значително по-голям ефект върху класовата продуктивност има броят на зърната в клас, отколкото масата на 1000 зърна. Тази тенденция се наблюдава при всички сортове с изключение на сорт Респект, което е показателно, че при изследваните генотипи масата на 1000 зърна има по-слабо значение като компонент на добива, отколкото броя зърна в клас. По-ниските стойности на корелационните коефициенти между МЗК и М1000, независимо от условията на средата, категорично доказват тази зависимост.

Различията, които се наблюдават при сорт Респект се свързват с неговата много висока чувствителност към неблагоприятни условия на средата. Stoyanov (2018) съобщава за много ниска продуктивност при сорта и ниски стойности на БЗК, МЗК и М1000, при високо ниво на вариране и при трите показателя, при условия на средата, които не позволяват правилно изхранва-не на зърното (интензивни валежи, полягане, ниски температури по време н цъфтеж).

Идентични данни за зависимостта на МЗК и М1000 при тритикале посочват Dogan et al. (2009), а за липса на корелация между двата показателя съобщават Gulmezoglu et al. (2010). Следва да се подчертае, че при култури с по-широк генофонд като обикновената зимна пшеница зависимостта между двата показателя варира в широки граници, което е свързано с различната степен на преобладаване на М1000 като компонент на добива. Това показват данните на редица автори при разнообразни условия на отглеждане на културата (Stoyanov, 2013; Ashfaq et al. 2003; Leilah and Al-Khateeb, 2004; Shahid et al., 2002). Aycicek and Yildirim

observed, however, in the correlation between M1000 and WGS. During the first period of growing (2014/2015), the correlations were comparatively low but significant, during 2015/2016 they were significantly higher, and during 2016/2017 - low, often being lower than that in the first harvest year. This shows that in 2014/2015 and 2016/2017, the number of grain in spike had a significantly higher effect on spike productivity than 1000 kernel weight. This tendency was observed in all cultivars, with the exception of Respekt, which is an indication that in the studied genotypes, 1000 kernel weight was less significant as a component of yield than the number of grains in spike. The lower values of the correlation coefficients between WGS and M1000, regardless of the environmental conditions, undoubtedly confirmed this dependence.

The differences observed in cultivar Respekt were related to its very high susceptibility to unfavorable environmental conditions. Stoyanov (2018) reported very low productivity and low values of NGS, WGS and M1000 at high level of variation of all three parameters under environmental conditions, which did not allow proper grain nutrition (intensive rainfalls, lodging, low temperatures during anthesis).

Identical data on the correlation of WGS with M1000 in triticale is provided by Dogan et al. (2009) and no correlation between the two parameters was reported by Gulmezoglu et al. (2010). It should be emphasized that in crops with wider gene pool such as common winter wheat, the correlation between the two parameters varies within a wide range, which is related to the predominance of M1000 as a component of yield. This is pointed out by a number of authors under variable conditions for growing of the crop (Stoyanov, 2013; Ashfaq et al. 2003; Leilah and Al-Khateeb, 2004; Shahid et al., 2002). Aycicek and Yildirim (2006)

(2006) съобщават високата степен на изменчивост на тази фенотипна корелация от условията на годината, както и от локацията при изследваните от тях генотипове обикновена зимна пшеница. Dogan (2009) посочва силно различаващи се фенотипни корелации между M1000 и МЗК при твърдата пшеница спрямо условията на годината.

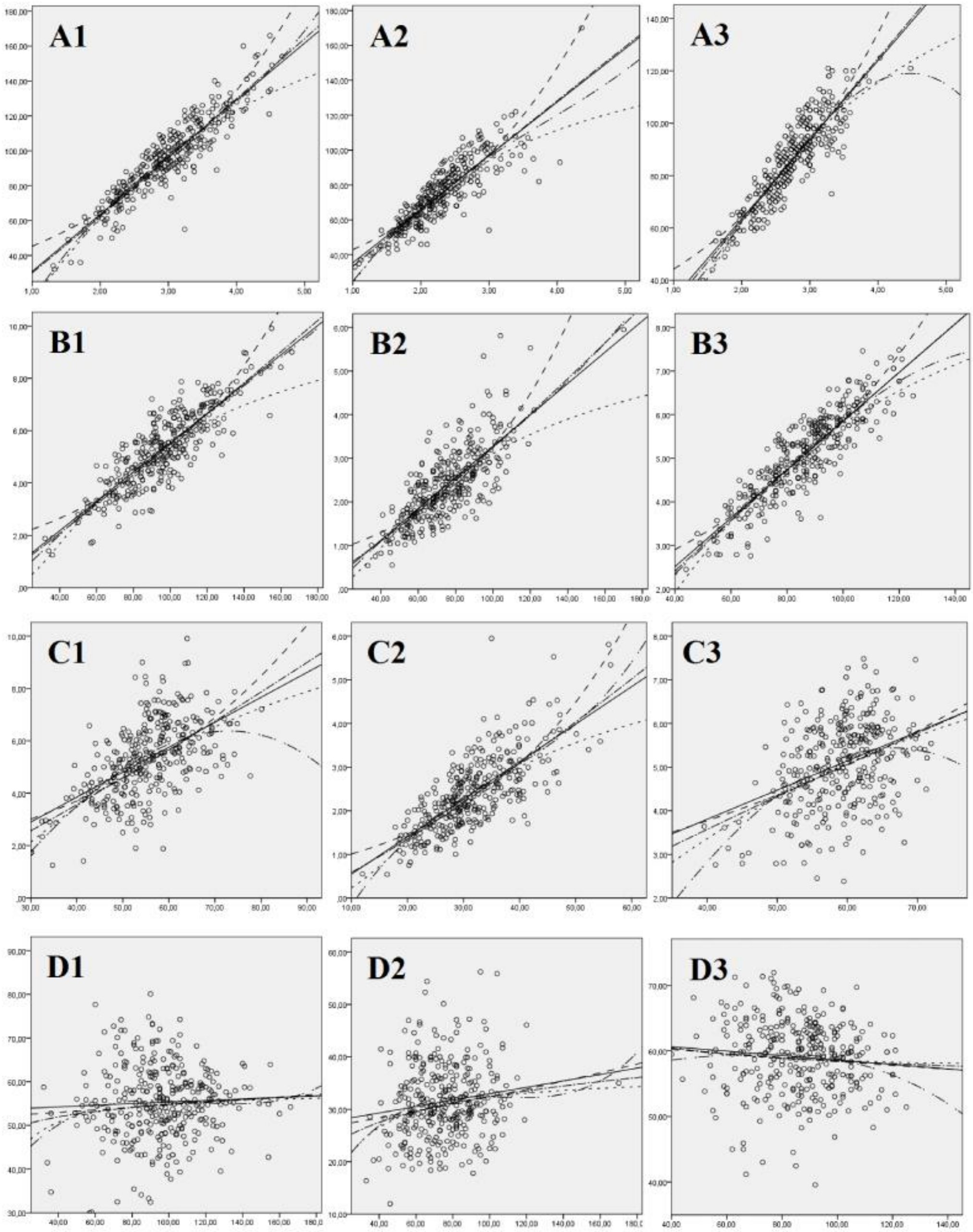
Разнообразни стойности на корелационните коефициенти се наблюдават по отношение на корелацията на БЗК и M1000. Различни изследвания както при тритикале и други амфидиплоиди, така и при обикновената зимна пшеница показват, че тези два показателя често корелират слабо, не корелират или са в отрицателна зависимост (Ali et al., 2003; Ashfaq et al., 2003; Aycicek and Yildirim, 2006; Ehdaye and Waines, 1989; Dogan, 2009; Leilah and Al-Khateeb, 2004; Kalimullah et al, 2012; Kashif and Khaliq, 2004; Khaliq et al., 2004; Khan and Dar, 2010; Korkut et al., 2001; Shahid et al., 2002; Sidwell et al, 1975; Zhang et al., 2012). Нашите резултати показват, че практически при изследваните сортове липсва подобна зависимост. Получените стойности са изключително ниски и в голяма част от изследваните генотипове са недоказани. Това показва, че при тритикале двата процеса на оплождане и на изхранване на зърното принадлежат към различни генни системи от една страна, но и липсват компенсаторни механизми по между им. Формираният брой зърна в клас се изхранва или не в зависимост от наличието на подходящи условия на средата. Ако условията позволяват големият брой зърна ще бъде с нормални стойности на M1000. От друга страна ако се формира малък брой зърна, то масата на 1000 зърна няма да е по-висока, отколкото ако зърната бяха значително повече. Този механизъм на формиране на класовата продуктивност се свързва отново с факта, че преобладаващия компонент е броят на зърната в клас.

report a high degree of variability in this phenotypic correlation by year conditions as well as by location in the genotypes of common winter wheat studied by them. Dogan (2009) points to strongly different phenotypic correlations between M1000 and WGS in durum wheat according to the conditions of the year.

Variable values of the correlation coefficients are observed with regard to the correlation of NGS and M1000.

Different studies both in triticale and in other amphidiploids, and in common winter wheat show that these two parameters often were in low or negative correlation (Ali et al., 2003; Ashfaq et al., 2003; Aycicek and Yildirim, 2006; Ehdaye and Waines, 1989; Dogan, 2009; Leilah and Al-Khateeb, 2004; Kalimullah et al, 2012; Kashif and Khaliq, 2004; Khaliq et al., 2004; Khan and Dar, 2010; Korkut et al., 2001; Shahid et al., 2002; Sidwell et al, 1975; Zhang et al., 2012).

Our results showed that in practice there was no such correlation in the investigated cultivars. The obtained values were extremely low and in the greater part of the genotypes were not significant. This is an indication that in triticale the two processes of fertilization and grain nutrition belong to different genetic systems on the one hand, and on the other, there are no compensatory mechanisms between them. The formed number of grains received or not good nutrition depending on the presence of suitable conditions of the environment. If the conditions allow it, the high number of grains will be with normal values of M1000. On the other hand, if a low number of grains are formed, their 1000 kernel weight will not be high as compared to a significantly higher number of grains. This mechanism of spike productivity formation is again related to the fact that the predominant component is the number of grains in spike.



Фиг. 1. Графичен анализ на зависимостите между изследваните компоненти на класовата продуктивност по периоди на изследване

Fig. 1. Graphical analysis of the relationships between the studied components of spike productivity by study periods

A – Фертилност и Брой зърна в клас/Fertility and number of grains in a spike; B – Брой зърна в клас и Маса на зърната в клас/Number of grains in a spike and Weight of grains per spike; C – Маса на 1000 зърна и Маса на зърната в клас/Thousand kernels weight and Weight of grains per spike; D – Брой зърна в клас и Маса на 1000 зърна/Number of grainsin a spike and Thousand kernels weight; 1 – 2014/2015; 2 – 2015/2013; 3 – 2016/2017

Посочените зависимости между изследваните показатели се доказват и от подреждането на стойностите представено на Фигура 1. Ясно се очертават много високите корелации между Ф и БЗК, които варират слабо спрямо различните периоди на изследване. При зависимостите между БЗК и МЗК се откроява реколтната 2015/2016, при което се наблюдава по-голяма разпръснатост на отделните изследвани елементи от вариационния ред, спрямо останалите два периода.

Наблюдава се и тенденцията през същия период зависимостта между М1000 и МЗК да е по-висока, а през другите два периода – значително по-ниска. Най-ясно се откроява липсата на зивисимост между БЗК и М1000. Значенията на отделните елементи се подреждат без формирането на тенденция по между им. Данните от графичното представяне определят, че зависимостите между Ф и БЗК и БЗК и М1000 не формират тенденция спрямо условията на отглеждане и са силно генотипни зависими. Между Ф и БЗК се формира почти линейна зависимост, което се дължи на слабото вариране в броя на класчетата в клас между отделните генотипи. При БЗК и М1000 от друга страна практически липсва зависимост.

При другите две зависимости между БЗК и МЗК и между М1000 и МЗК се наблюдават ясни тенденции в изменението на корелациите под влияние на условията на средата. При голяма част от изследваните сортове намалението на едната корелация води до увеличаване на другата. Това показва, че въпреки липсата на зависимост и компенсаторни механизми в стойностите между БЗК и М1000, то такива съществуват по отношение на варирането между двата показателя. От селекционна гледна точка е изключително важно наличието на подобни тенденции, тъй като те показват сходството в поведението на определени генотипи към условията на средата. Получените

The above correlations between the parameters were confirmed also by the ranking of the values presented in Figure 1. The high correlations between F and NGS, which varied slightly according to the different periods of the study, were clearly outlined. Considering the correlations between NGS and WGS, harvest year 2015/2016 should be pointed out, when greater dispersion of the individual elements from the sample was observed in comparison to the other two periods.

During the same period, a tendency was observed of a higher correlation between M1000 and WGS, while during the other two periods it was considerably lower. The lack of a correlation between NGS and M1000 was clearly outlined. The significances of the individual elements were ranked without forming a tendency between themselves. The data from the graphic representation determined no tendency of the correlations between F with NGS and NGS with M1000 according to the conditions of growing due to the low variation in the number of spikelets in spike between the individual genotypes. In NGS and M1000, on the other hand, there was no correlation, in practice.

In the other two correlations between NGS and WGS, and M1000 and WGS, clear tendencies were observed in the change of correlations under the influence of the environment. In a great part of the investigated cultivars, the decrease of one correlation caused increase in the other. This shows that although there was no relationship and compensatory mechanisms in the values between NGS and M1000, they were present with regard to the variation between the two parameters. The presence of such tendencies is extremely important from a breeding point of view because they indicate similarity in the behavior of certain genotypes according to the environmental conditions. The obtained results define the greater part of резултати определят по-голямата част от изследваните генотипи като практически идентични по начина на формиране на своята класова продуктивност.

the investigated genotypes as being practically identical by their way of forming spike productivity.

Таблица 4. Регресионен анализ и вид на зависимостите между изследваните компеноненти на класовата продуктивност
Table 4. Regression analysis and type of relationship between the investigated components of spike productivity

Сорт Cultivar	Година Year	Регресионна зависимост / Regressions			
		БЗК/МЗК NGS/WGS		M1000/МЗК M1000/WGS	
		R^2 Non-linear	R^2 Linear	R^2 Non-linear	R^2 Linear
Колорит Kolorti	2014/2015	0.561 C[1]	0.526	0.519 S	0.386
	2015/2016	0.674 S	0.576	0.774 P	0.763
	2016/2017	0.839 C	0.836	0.28 S	0.247
Атила Atila	2014/2015	0.85 P	0.765	0.393 C	0.389
	2015/2016	0.833 S	0.674	0.632 S	0.44
	2016/2017	0.922 P	0.911	0.355 C	0.327
Акорд Akord	2014/2015	0.712 P	0.688	0.3 C	0.299
	2015/2016	0.715 S	0.633	0.65 C	0.604
	2016/2017	0.931 P	0.929	0.236 S	0.22
Респект Respekt	2014/2015	0.837 P	0.863	0.532 Cm	0.495
	2015/2016	0.579 C	0.577	0.258 C	0.127
	2016/2017	0.814 P	0.802	0.069 C	0.046
Бумеранг Bumerang	2014/2015	0.762 S	0.734	0.442 S	0.386
	2015/2016	0.629 P	0.604	0.539 C	0.489
	2016/2017	0.827 L	0.82	0.409 Cm	0.375
Ирник Irnik	2014/2015	0.791 P	0.754	0.509 C	0.509
	2015/2016	0.871 C	0.85	0.644 Cm	0.606
	2016/2017	0.887 P	0.862	0.416 C	0.415
Добруджанец Dobrudzhanets	2014/2015	0.751 C	0.739	0.569 S	0.415
	2015/2016	0.882 C	0.862	0.67 C	0.553
	2016/2017	0.869 P	0.867	0.241 S	0.23
Ловчанец Lovchanets	2014/2015	0.902 P	0.859	0.43 C	0.293
	2015/2016	0.715 P	0.696	0.491 C	0.469
	2016/2017	0.88 S	0.903	0.488 C	0.334
Дони 52 Doni 52	2014/2015	0.885 C	0.883	0.652 S	0.473
	2015/2016	0.664 C	0.63	0.708 S	0.595
	2016/2017	0.657 C	0.646	0.446 S	0.414
Благовест Blagovest	2014/2015	0.859 C	0.854	0.451 S	0.352
	2015/2016	0.663 C	0.661	0.508 S	0.452
	2016/2017	0.745 C	0.745	0.356 Cm	0.343
Борислав Borislav	2014/2015	0.714 S	0.677	0.542 Cm	0.539
	2015/2016	0.599 Cm	0.572	0.656 C	0.656
	2016/2017	0.858 C	0.833	0.678 S	0.619

БЗК/NGS – Брой зърна в клас/Number of grains in a spike, МЗК/WGS – Маса на зърната в клас/Weight of grains per spike, M1000 – Маса на 1000 зърна/Thousand kernels weight, Ф/F – Фертилност/Fertility
[1]C – Cubic/Кубична; P – Power/Нарастваща; S – Sigmoid/Сигмоидна; L – Logarithmic/Логаритмична; Cm – Compound/Сложна

Макар корелационните коефициенти между БЗК и МЗК и М1000 и МЗК да са високи, то зависимостта между тези показатели, независимо от сорта и условията на средата се характеризира с нелинеен характер (Таблица 4). Това показва изключително комплексното формиране на продуктивността на класа, което е в пряка зависимост както от условията на средата, така и от генотипа и взаимодействието между тях. Получените коефициенти на детерминация доближават зависимостите към определенао функционално уравнение, но без да има категорично съответствие. Макар при повечето сортове да се наблюдава приближаване до кубична, нарастваща или сигмоидна зависимост, подобно определяне има силно условен характер. Независимо от условията на средата зависимостите между показателите имат строго нелинеен характер, което показва, че компонентите на класовата продуктивност се повлияват категорично от взаимодействието генотип х среда и отделните изследвани генотипи имат различаваща се стабил-ност по тези компоненти. Тази теза се доказва от изследванията на Stoyanov and Baychev (2016) при използване на различни статистически методи.

Анализът на корелациите на отделни генотипи в различаващи се в метеорологично отношение периоди на изследване, дава възможност да се проследят сортовете, при които формирането на класовата продуктивност следва определена зависимост. Резултатите от изследваните сортове показват, че сортове като Колорит и Ирник формират своята продуктивност предимно на база брой зърна в клас. При сортовете Атила, Акорд, Бумеранг, Добруджанец, Дони 52, Благовест и Борислав значение имат както броят зърна в клас, така и масата на 1000 зърна, но в различна степен, спрямо условията на средата. При сорт Респект,

Although the correlation coefficients between NGS and WGS, and between M1000 and WGS were high, the relationship between these parameters, regardless of the cultivar and the environment, was non-linear (Table 4). This demonstrates the extremely complex formation of spike productivity, which is directly dependent on both the environmental conditions and the genotype, as well as on their interaction.

The obtained coefficients of determination approximate the relationships to certain functional equation, without a definite correspondence. Although in most of the cultivars an approximation to the cubic, power of sigmoid relationship is observed, such a definition would be highly conditional. Regardless of the conditions of the environment, the relationships between the parameters were strictly non-linear, which indicates that the components of spike productivity are definitely influenced by the genotype x environment interaction, and the individual genotypes have distinct stability with regard to these components. This thesis is supported by the studies of Stoyanov and Baychev (2016), applying different statistical methods.

The analysis of the correlations of the individual genotypes under meteorologically different periods of investigation allowed following the cultivars, in which the formation of the spike productivity followed a certain tendency. The results from the investigated cultivars showed that varieties such as Irnik and Kolorit formed their productivity primarily on the basis of number of grains in spike. In cultivars Atila, Akord, Bumerang, Dobrudzhanets, Doni 52, Blagovest and Borislav, both the number of grains in spike and 1000 kernel weight were important, although to different degree depending on the conditions of the environment. In cultivar сериозно значение за формиране на продуктивността на класа има масата на 1000 зърна, особено в периоди, в които поради по-късното си изкласяване, фертилността е по-ниска. От друга страна повечето сортове се характеризират с високи и значими корелации между изследваните показатели (БЗК и М1000) и продуктивността на класа (МЗК), независимо от периода на отглеждане, което ги определя като достатъчно стабилни за почвено климатичните условия на страната.

Respect, 1000 kernel weight was considerably important for the formation of spike productivity, especially in periods of lower fertility due to later heading.

On the other hand, most of the cultivars were with high and significant correlations between the studied parameters (NGS and M1000) and spike productivity (WGS), regardless of the period of growing, which makes them sufficiently stable for the soil and climatic conditions of Bulgaria.

ИЗВОДИ

На база на така представените резултати могат да бъдат направени следните изводи:

1. Изследваните фенотипни корелации показват, че на ниво сорт, независимо от периода на отглеждане корелационните коефициенти при по-голяма част от изследваните генотипи варират сравнително слабо. Изключение от тази зависимост е сорт Респект.
2. Най-стабилна е корелацията между брой зърна в клас и фертилността на класчето.
3. Не се установява корелация между броя на зърната в клас и масата на 1000 зърна, независимо от условията на средата.
4. Резултатите от регресионния анализ показват, че зависимостите между показателите на класа имат нелинейно проявление.
5. Независимо от условията на средата корелациите между брой зърна в клас и масата на зърната в клас и между масата на 1000 зърна и масата на зърната в клас остават значими, достоверни и високи. Стойностите на корелационните коефициенти показват, че броят зърна в клас има основно значение за формирането на продуктивността на класа и е ключов компонент на добива при българските сортове тритикале.

CONCLUSIONS

Based on the presented results, the following conclusions could be drawn:

1. The investigated phenotypic correlations showed that the level of cultivar, regardless of the period of growing, the correlation coefficients in the greater part of the investigated genotypes varied comparatively low. Cultivar Respekt was exception from this tendency.
2. The most stable correlation was between number of grains in spike and spike fertility.
3. There was no correlation between number of grains in spike and 1000 kernel weight regardless of the environmental conditions.
4. The results from the regression analysis showed that the relationships between the spike parameters were of non-linear nature.
5. Regardless of the conditions of the environment, the correlations between number of grains in spike and weight of grains in spike, and between 1000 kernel weight and grain weight in spike remained significant and high. The values of the correlation coefficients indicated that the number of grains in spike was of primary importance for the formation of spike productivity and was a key component in the yield from the Bulgarian triticale cultivars.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ali, Y., B.M. Atta, J. Akhter, P. Monneveux and Z. Lateef**, 2008. Genetic Variability, Association and Diversity Studies in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Germplasm. *Pakistan Journal of Botany*, 40(5), 2087-2097.
2. **Anwar, J., M.A. Ali, M. Hussain, W. Sabir, M.A. Khan, M. Zulkiffal and M. Abdullah**, 2009. Assessment of Yield Criteria in Bread Wheat through Correlation and Path Analysis. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 19(4), 185-188.
3. **Arny, A.C. and R.J. Garber**, 1918. Variation and Correlation in Wheat, with Special Reference to Weight of Seed Planted. *Journal of Agricultural Research*, Washington D.C., 14(9), 359-392.
4. **Ashfaq, M., A.S. Khan and Z. Ali**, 2003. Association of Morphological Traits with Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 1560–8530/2003/05–3–262–264, http:// www.ijab.org
5. **Aycicek, M. and T. Yildirim**, 2006. Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Components in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 38(2), 417-424.
6. **Baychev, V.**, 1990. Creation and Study of Primary and Secondary Triticale. PhD thesis. General Toshevo, Bulgaria (Bg).
7. **Baychev, V.**, 2013. Triticale Lines and Varieties Grown under Contrasting Meteorological Conditions. *Scientific Works of Instiute of Agriculture – Karnobat*, 2(1), 79-86.
8. **Biberdzic, M., M. Jelic, B. Knezevic, S. Barac, G. Maksimovic and D. Lalevic**, 2013. The Effect of Climatic Conditions and Variety on Some Morphological and Productivity Characteristics of Triticale. *Research Journal of Agricultural Science*, 45(3), 24-29.
9. **Boyer, J.S.**, 1982. Plant Productivity and Environment. *Science*, 218(4571), 443–448.
10. **Cifci, E.A., U. Bilgili and K. Yagdi**, 2010. Grain Yield and Quality of Triticale Lines. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2), 558-564.
11. **Dhindsa, G.S., A.S. Dosanjh, V.S. Sohn, J.S. Dhindsa and J.C. Goyali**, 2002. Genotype x Environment Interaction for Yield Components in Hexaploid Triticale. In: Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, Volume II, June 30 - July 5, 2002, Radzikow, Poland, pp. 199-200.
12. **Dogan, R.**, 2009. The Correlation and Path Coefficient Analysis for Yield and Some Yield Components of Durum Wheat (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) in West Anatolia Conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 41(3), 1081-1089.
13. **Dogan, R., O. Kacar, N. Coplu and N. Azkan**, 2009. Characteristics of New Breeding Lines of Triticale. *African Journal of Agricultural Research*, 4(2), 133-138.
14. **Ehdaie, B. and J.G. Waines**, 1989. Genetic Variation, Heritability and Path-analysis in Landraces of Bread Wheat from Southwestern Iran. *Euphytica*, 41, 183-190.
15. **Estrada-Campuzano, G., G.A. Slafer and D.J. Miralles**, 2012. Differences in Yield, Biomass and Their Components between Triticale and Wheat Grown under Contrasting Water and Nitrogen Environments. *Field Crops Research*, 128, 167-179.
16. **Giunta, F., R. Motzo and M. Deidda**, 1999. Grain Yield Analysis of a Triticale (x*Triticosecale* Wittmack) Collection Grown in a Mediterranean Environment. *Field Crops Research*, 63: 199-210.
17. **Gulmezoglu, N., O. Alpu and E. Ozer**, 2010. Comparative Performance of Triticale and Wheat Grains Using Path Analysis. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(4), 443-453.

18. **Kalimullah, S.J.K, M. Irfaq and H.U. Rahman**, 2012. Genetic Variability and Diversity Studies in Bred Wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. *The Jornal of Animal and Plant Sciences*, 22(2), 330-333
19. **Kaltsikes, P.J. and P.J. Bebeli**, 1993. Somaclonal Variation Causes Changes in the Inter-relationships between Traits in Hexaploid Triticale. *Japan J. Breed.*, 43, 45-51.
20. **Kashif, M. and I. Khaliq**, 2004. Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis for Some Metric Traits in Wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6-1, 138-142
21. **Khaliq, I., N. Parveen and M.A. Chowdhry**, 2004. Correlation and Path Coefficient Analyses in Bread Wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6-4, 633-635
22. **Khan, A.J., F. Azam, A. Ali, M. Tariq and M. Amin**, 2005. Inter-relationship and Path Coefficient Analysis for Biometric Traits in Drought Tolerant Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 4(5), 540-543
23. **Khan, M.H. and A.N. Dar**, 2010. Correlation and Path Coefficient Analysis of Some Quantitative Traits in Wheat. *African Crop Science Journal*, 18(1), 9-14.
24. **Khokhar, M. I., M. Hussain, J. Anwar, M. Zulkiffal, M.M. Iqbal, S.B. Khan, M.A. Khan, A. Qayyum, W. Sabir and S. Mehmood**, 2010. Correlation and Path Analysis for Yield and Yield Contributing Characters in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agriculturae Serbica*, 15(29), 19-24.
25. **Kirchev, H. and R. Georgieva**, 2017. Genotypic Plasticity and Stability of Yield Components in Triticale (x*Triticosecale* Wittm.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LX, 285-288.
26. **Kociuba, W.**, 1992. Assessment of Agriculturally Important Features of Winter and Spring Triticale Collections (x *Trificosecale* Wittmack). *Hereditas*, 116, 323-328.
27. **Kociuba, W.**, 2002. Differentiation of the Yielding Features in Winter and Spring xTriticosecale Wittm. Collection. In: Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, Volume II – Poster presentations, IHAR, Radzikow, Poland, pp. 357-366.
28. **Korkut, K.Z., I. Baser and O. Bilgin**, 2001. Genotypic and Phenotypic Variability, Heritability and Phenotypic Correlation for Yield and Yield Components in Bread Wheat Varieties. *Acta Agronomica Hungarica*, 49(3), DOI: 10.1556/AAgr.49.2001.3.4
29. **Kutlu, I. and G. Kinaci**, 2010. Evaluation of Drought Resistance Indicates for Yield and Its Components in Three Triticale Cultivars. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 7(2), 95-103.
30. **Leilah, A.A. and S.A. Al-Khateeb**, 2005. Statistical Analysis of Wheat Yield under Drought Conditions. *Journal of Arid Environments*, 61: 483-496
31. **Mihova, G., V. Baychev, P. Chamurliyski and H. Stoyanov**, 2017. Yield Formation in Winter Cereals under Contrasting Conditions of the Environment. Congress book of 2nd International Balkan Agriculture Congress, At Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Tekirdağ, Turkey. pp 351-358.
32. **Okuyama, L.A., L.C. Federizzi and J.F.B. Neto**, 2004. Correlation and Path Analysis of Yield and its Components and Plant Traits in Wheat. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 34-6, 1701-1708
33. **Öztürk, İ., V.Ç. Girgin, R. Avci, B. Tuna, O.O. Aşkin**, 2014. Determination of Yield, Some Agronomical and Physiological Traits and Stability Parameters of the Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Scientific Works of Institute of Agriculture – Karnobat*, 3(1), 9-19.
34. **Rachinski, T.**, 1999. An Opportunity to Increase the Productive Potential of the Bread Wheat Spike by Hybridization with Interspecific Hybrid Ordamiramar 3. Wheat – Theory and Practise. T. Rachinski Foundation, 413-426.

35. **Saglam, N. and G. Ustunalp**, 2014. The Effect of Different Sowing Densities and Nitrogen Doses on Yield and Yield Components in Triticale (X *Triticosecale* Wittmack). APCBEE Procedia, 8, 354-358.
36. **Sechnyak, L.K. and Y.G. Sulima**, 1984. Triticale. Moscow, Kolos (Ru).
37. **Shahid, M.**, 2000. Path Coefficient Analysis in Wheat. Disertation, NAUP, Peshawar (Pakistan), 41p.
38. **Shahid, M., F. Mohammad and M. Tahir**, 2002. Path Coefficient Analysis in Wheat. *Sarhad Journal of Agriculture*, 18(4), 383-388.
39. **Sidwell, R.J., E.L. Smith and R.W. McNew**, 1975. Inheritance and Interrelationships of Grain Yield and Selected Yield-Related Traits in a Hard Red Winter Wheat Cross, *Crop Science*, 16(5), 650-654.
40. **Slafer, G., A. R. Savin and V. Sandras**, 2014. Coarse and Fine Regulation of Wheat Yield Components in Response to Genotype and Environment. *Field Crop Research*, 157, 71-83.
41. **Stoyanov, H.**, 2013. Correlation between the Spike Characteristics in Common Winter Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.). *Scientific works of Institute of Agriculture - Karnobat*, 2(1), 95-104 (Bg).
42. **Stoyanov, H.**, 2015. Influence of Contrast Growing Conditions on the Amphidiploid *Triticum timopheevii* Zhuk. × *Aegilops tauschii* Coss. In: Proceedings of the Union of Scientists – Ruse. Book 3. Agrarian and Veterinary Scinces, 7, 36-42 (Bg).
43. **Stoyanov, H.**, 2016. Effect of the Environmental Factors on the Correlations in the Species *Triticum ×toschevii* H.P.St. *Field Crops Studies*, 10(1), 53-82 (Bg).
44. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2016. Assessment of Yield Components Stability and Plasticity in Bulgarian Triticale (×*Triticosecale* Wittm.) Cultivars. *Scientific works of Institute of Agriculture – Karnobat*, (in press)
45. **Stoyanov, H.**, 2018. Reacton of Triticale (x*Triticosecale* Wittm.) to Abiotic Stress. PhD Thesis, General Toshevo, Bulgaria (Bg).
46. **Subhani, G.M. and M.A. Chowdhry**, 2000. Correlation and Path Coefficient Analysis in Bread Wheat under Drought Stress and Normal Conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(1), 72-77.
47. **Tsenov, N., D. Atanasova and T. Gubatov**, 2013. Genotype x Environment Effects on the Productivity Traits of Common Wheat. I. Nature of interaction. *Scientific Works of Institute of Agriculture – Karnobat*, 3(1), 57-70.
48. **van Ginkel, M., D.S. Calhoun, G. Gebeyehu, A. Miranda, C. Tian-you, R. Pargas Lara, R.M. Trethowan, K. Sayre, J. Crossa and S. Rajaram**, 1998. Plant Traits Related to Yield of Wheat in Early, Late, or Continuous Drought Conditions. *Euphytica*, 100, 109-121
49. **Villegas, D., J. Casadesus, S.G. Atienza, V. Martos, F. Maalouf, F. Karam, I. Aranjuelo and S. Nogues**, 2010. Tritordeum, Wheat and Triticale Yield Components under Multi-local Mediterranean Drought Conditions. *Field Crops Research*, 116, 68-74.
50. **Yağbasanlar, T. and H. Özkan**, 1995, Correlation and Path Coefficient Analysis for Ear Characters in Triticale UNDER Mediterranean Climatic Conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 174, 297-300
51. **Zhang, W., A. Li, J. Tian and L. Zhao**, 2012. Development of Near Isogenic Lines of Wheat Carrying Different Spike Branching Genes and Their Agronomic and Spike Characters. *Journal of Agricultural Science*, 4-8, 215-221.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (6), 74-87
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Агро-морфологична характеристика на образци див еднозърнест лимец събрани на територията на Южна България

Гергана Дешева*, Евгения Вълчинова, Катя Узунджалиева, Бождар Кьосев

Институт по растителни генитични ресурси „Константин Малков", ул. Дружба №2, 4122 Садово, България

Agro-morphological Characterization of Wild Einkorn Wheat Accessions Collected on the Territory of South Bulgaria

Gergana Desheva*, Evgenia Valchinova, Katya Uzundhalieva, Bozhidar Kyosev

Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov", 2 Druzhba Str., 4122 Sadovo, Bulgaria
**E-mail: gergana_desheva@abv.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Целта на изследването е да се оценят морфологичните и агрономически характеристики на оригинална зародишна пшеница от див еднозърнест лимец (*T. boeoticum* Boiss.), събрана на територията на Южна България и поддържана в *ex situ* колекцията в ИРГР-Садово. Четиридесет и шест образци са проучени в експерименталното поле на ИРГР-Садово, България, през вегетационният период 2016-2017. Използван е рандомизиран блоков дизайн с три повторения. Установени са значителни различия в морфологичните признаци по отношение на положението на флаговият лист, положение на класа и цвят на глумите. ANOVA и Duncan тестовете също показаха, че има значително вариране по отношение на всички агрономически показатели, което показва значителни разлики

SUMMARY

The objective of the study was to assess the morphological and agronomic characteristics of original germplasm of wild einkorn wheat (*T. boeoticum* Boiss.), collected on the territory of south Bulgaria and maintained in *ex situ* collection in IPGR-Sadovo.

Forty six accessions were conducted in the experimental field of IPGR-Sadovo, Bulgaria during 2016-2017 growing season. A randomized complete block design with three replications was used. There was significant variation in the morphological characters as leaf-flag attitude, spike attitude and in the glume colour. ANOVA's and Duncan tests showed also that there is significant variability for the all agronomical characters indicating considerable variations among genotypes for each

между генотиповете за всеки показател. Йерархичен клъстер анализ, базиран на евклидово различие, използвайки между групов метод, групира изпитваните образци в четири различни клъстера при 25% разстояние на връзката. B6E0388, B6E0405, B6E0385, B6E0389, B6E0402B, B6E0412B, B6E0383, B6E0419 и B6E0421 са класифицирани във втори клъстер, включващи 19,57% от общият брой анализирани генотипове. Генотиповете в тази група са с най-висок стойности по отношение на дължина на класа без осилите, брой класчета в клас, брой зърна в клас, тегло на класа, тегло на зърната в клас и масата на 1000 зърна и с най-малко стойности за височината на растението и броя на продуктивни братя на 1 m^2. За B6E0386 и B6E0417 е установено, че са генетически най-отдалечени. Резултатите от това проучване ще подкрепят усилията за опазване и използване на дивият еднозърнест лимец в селекционните програми по пшеницата.

Ключови думи: див еднозърнест лимец, *T. boeoticum* Boiss., морфологични и агрономически показатели, клъстер анализ, корелации

Съкращения: височина на растението (PH), брой продуктивни братя на 1 m^2 (NPT), дължина на класа с осилите (LSWA), дължина на класа без осилите (LSWOA), брой класчета в клас (NSS), тегло на класа (WS), тегло на зърната в клас (WGS), брой зърна в клас (NGS), маса на 1000 зърна (WTG).

character. Hierarchical cluster analysis based on Euclidean dissimilarity using Between groups method classified the tested accessions into four significant different clusters at 25 % linkage distance. B6E0388, B6E0405, B6E0385, B6E0389, B6E0402B, B6E0412B, B6E0383, B6E0419 и B6E0421 were classified in second cluster including 19,57% of total genotypes.

Genotypes in this group were in the highest rate with respect to length of spike without awn, number of spikelets per spike, number of grains per spike, weight of the spike, weight of grain per spike and weight of 1000 grains and with at least values for plant height and number of productive tillers per 1 m^2. The most genetically distant was found between B6E0386 and B6E0417. The results of this study will support efforts of conservation and utilization of wild einkorn wheat in the wheat breeding programs.

Key words: wild einkorn, *T. boeoticum* Boiss., morphological and agronomical characters, cluster analyses, correlation

Abbreviation: plant height (PH), number of productive tillers per 1 m^2 (NPT), length of spike with awn (LSWA), length of spike without awn (LSWOA), number of spikelets per spike (NSS), weight of the spike (WS), weight of grain per spike (WGS), number of grains per spike (NGS), and weight of 1000 grains (WTG).

УВОД

Бързите промени в климатичните и екологичните условия представляват значителна заплаха за отглежданите култури за приспособяването им към новопоявилите се условия. Поради всеобщите проблеми като замърсяването на въздуха и почвата, изчерпването на озоновия слой и глобалното затопляне е неизбежно популярните днес култури да не могат да се справят с тези предизвикателства в близко бъдеще (Karagoz et al., 2006). Следователно една

INTRODUCTION

Rapid changes in climatic and environmental conditions constitute significant threats to cultivated crops for adaptation to newly emerging conditions.

Due to universal problems such as air and soil pollution, depletion of the ozone layer, and global warming, it is inevitable that popular cultivars of today are not likely to be able to cope with these challenges in the near future (Karagoz et al., 2006).

от основните нужди за подобряване на пшеницата е оценката на разнообразието на дивите родственици на пшеницата за селекционни цели (Moradkhani et al., 2012). Дивите родственици на културните растения представляват все по-важен генетичен ресурс за подобряване на селскостопанското производство и поддържане на устойчиви агроекосистеми (Nevo et al., 2002).

Три вида, обхващащи културният *T. monococcum* L. и дивите *T. urartu* Thumanjan ex Gandilyan и *T. boeoticum* Boiss. принадлежат към еднозърнестият лимец. *T. boeoticum* Boiss. и *T. urartu* Thumanjan ex Gandilyan са разделени чрез кръстосващи се бариери (Johnson and Dhaliwal, 1976), различават се слабо по морфологията на растенията (Dorofeev et al., 1979), биохимичните и молекулярни маркери (Dvorak et al., 1977; Kilian et al., 2007a, 2007b). Широко прието е, че диплоидният еднозърнест лимец *T. monococcum* L. е бил сред първите култури, култивирани в Плодородния Полумесец, произхождащ от дивия прародител *T. boeoticum* Boiss. (Heun et al., 1997). Първите генетични анализи предполагат монофилетен произход от дивия прародител *T. boeoticum* Boiss. (2n = 2x = 14, AA), локализиран в турските планини Карачадаг (Heun et al., 1997) в близост до някои от най-ранните обекти на селскостопански селища в Близкия изток (Zohary and Hopf, 2000). Той може да бъде ценен източник на гени за разнообразяване на устойчивостта към гъбични болести при пшеницата (Chhuneja et al., 2012) и за толерантност към различни видове екологичен стрес, като засоляване (Munns et al., 2012). Гените на устойчивостта към листна ръжда са прехвърлени в пшеницата от *T. monococcum* L. и *T. boeoticum* Boiss. от Hussien et al. (1997). Основен ген за устойчивост към брашнеста мана е прехвърлен от *T. boeoticum* Boiss. в хлебната пшеница от Shi et al. (1998). При някои линии *T. boeoticum* Boiss.

Therefore one of the primary needs for wheat improvement is the estimation of diversity in wild relatives of wheat for breeding purposes (Moradkhani et al., 2012). The wild relatives of crop plants constitute an increasingly important genetic resource for improving agricultural production and maintaining sustainable agroecosystems (Nevo et al., 2002).

Three species comprising domesticated *T. monococcum* L. and wild *T. urartu* Thumanjan ex Gandilyan and *T. boeoticum* Boiss. belong to the einkorn wheat. *T. boeoticum* Boiss. and *T. urartu* Thumanjan ex Gandilyan are separated by crossing barriers (Johnson and Dhaliwal, 1976), differ slightly in plant morphology (Dorofeev et al., 1979), biochemical and molecular marker loci (Dvorak et al., 1977; Kilian et al., 2007a, 2007b). It has been widely recognized that the diploid einkorn wheat *T. monococcum* L. was among the first crops domesticated in the Fertile Crescent starting from the wild progenitor *T. boeoticum* Boiss. (Heun et al., 1997).

The first genetic analyses suggested a monophyletic origin from the wild subspecies *T. boeoticum* Boiss. (2n = 2x = 14, AA), localized in the Turkish Karaçadag mountains (Heun et al., 1997) close to some of the earliest sites of agricultural settlements in the Near East (Zohary and Hopf, 2000). It should be a valuable source of genes for diversifying fungal disease resistance in wheat (Chhuneja et al., 2012) and tolerant to different kinds of environmental stress, such as salt (Munns et al., 2012).

Genes of leaf rust resistance have been transferred into wheat from *T. monococcum* L. and *T. boeoticum* Boiss. by Hussien et al. (1997). Major gene for powdery mildew resistance was transferred from *T. boeoticum* Boiss. to bread wheat by Shi et al. (1998).

също е установено, че са устойчиви на руската листна въшка, Diuraphis noxia (Deol et al., 1995). *T. boeoticum* Boiss. е по-толерантен към сушата, отколкото други родственици на пшеница, като *T. dicoccoides*, *T. araraticum* и обикновена пшеница (Sultan et al., 2012). Резултатите от гореспоменатите изследвания показват, че *T. boeoticum* Boiss. е подходящ и перспективен генен източник за подобряване на съвременната пшеница (Liu et al., 2015). Ефективното използване на този вид изисква подробно познаване на неговите генетични, цитогенетични и агроморфологични характеристики. Ето защо целта на това проучване е да се оценят морфологичните и агрономически характеристики на оригиналната зародишна плазма от див еднозърнест лимец (*T. boeoticum* Boiss.), събрана на територията на Южна България и поддържана в *ex situ* колекция в ИРГР-Садово

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Растителни материали

Четиридесет и шест образци от *T. boeoticum* Boiss. които бяха събрани през 2015 г. от Южна България, са включени в изследването.

Полски експеримент

Настоящото проучване е проведено в експерименталното поле на Института по Растителни Генетични Ресурси „Константин Малков" в гр. Садово, България през вегетационният период 2016-2017. Сеитбата е извършена на ръка, в парцелки от по 5 реда, с дължина на редовете от 1 m, междуредово разстояние от 20 cm и разстояние между растенията в реда от 5 cm. Използван е рандомизиран пълен блоков дизайн с три повторения. Не са използвани химически торове, хербициди и пестициди. Наблюденията и оценките на морфологични, биологични и агрономически характеристики са извършени съгласно международни дескрипторни листове (Anonymous, 1984). Във фаза пълна зрелост 10 растения бяха

Some *T. boeoticum* Boiss. lines were also found to be resistant to the Russian wheat aphid, Diuraphis noxia (Deol et al., 1995). *T. boeoticum* Boiss.is more tolerant to drought than other wheat relatives, such as *T. dicoccoides*, *T. araraticum* and common wheat cultivars (Sultan et al., 2012). Results of the above mentioned studies indicate that *T. boeoticum* Boiss. is a suitable and promising gene source for improving modern wheat (Liu et al., 2015). Efficient utilization of this species requires detailed knowledge of their genetic, cytogenetic and agromorphological characteristics.

Therefore the objective of this study was to assess the morphological and agronomic characteristics of original germplasm of wild einkorn wheat (*T. boeoticum* Boiss.), collected on the territory of south Bulgaria and maintained in *ex situ* collection in IPGR-Sadovo.

MATERIAL AND METHODS

Plant material

Forty six accessions of *T. boeoticum* Boiss. that were collected in 2015 from South Bulgaria are included in the study.

Field experiments

The present study was conducted in the experimental field of the Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov" at Sadovo, Bulgaria during 2016-2017 growing season.

Sowing was performed by hand at five row plots, in 1 m length and 20 cm row spacing and plant distance of 5 cm. A randomized complete block design with three replications was used.

Chemical fertilizers, herbicides and pesticides were not used. Observations and evaluations of morphological, biological and agronomic traits were carried out according to international descriptors lists (Anonymous, 1984). At maturity, 10 plants were randomly избрани на случаен принцип от всяка парцелка за определяне на основните компоненти на добива. Изследваните характеристики са: височина на растението (cm), брой продуктивни братя на 1 m^2, дължина на класа с осилите (cm), дължина на класа без осилите (cm), брой на класчета в клас, тегло на клас (g) , тегло на зърното от клас (g), брой зърна в клас и маса на 1000 зърна (g).

Експерименталните данни на оценените параметри бяха анализирани с помощта на статистическата програма SPSS 13.0. Данните бяха анализирани чрез анализ на дисперсията (ANOVA) и Duncan's multiple range test. Фенотипните корелации са изчислени чрез използване на фенотипни вариации и ковариация (Lidansky, 1988). За да се изследват взаимовръзките между генотипите, е приложен йерархичен клъстер анализ на базата на проучваните агрономически показатели.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Морфологични характеристики

По време на изследването образците бяха характеризирани по следните морфологични признаци: форма на розетката (при братене), лигула - наличие, ушички - дължина, положение на флагов лист (в начало на изкласяване), положение на клас (при пълна зрялост), форма на клас (при пълна зрялост), окосменост на глумите (при пълна зрялост), цвят на глумите (при пълна зрялост) и цвят на осилите (при пълна зрялост) (Таблица 1). Всички образци са със стелеща форма на розетката, наличие на лигула, къси ушички, наличие на окосмяване върху горната част на листа и пирамидална форма на класа. По отношението на положението на флаговият лист изследваните образци бяха разделени на 3 групи: полу-изправени (15-45 °) - 4 образци, хоризонтални (46-90°) - 3 образци и увиснали (91-135°) - 39 образци (Таблица 1). Броят на образците с полу-изправено положение на класа бяха 28 образци, докато с хори-

selected from each plot for recording certain yield components. The studied characteristics were: plant height (cm), number of productive tillers per 1 m^2, length of spike with awn (cm), length of spike without awn (cm), number of spikelets per spike, weight of the spike (g), weight of grain per spike (g), number of grains per spike, and weight of 1000 grains (g).

The experimental data of evaluated parameters were analyzed using the statistical program SPSS 13.0. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range test. Phenotypic correlations were calculated by using of phenotypic variances and covariance (Lidansky, 1988). To examine interrelationships among the genotypes, a hierarchical cluster analysis was performed based on these traits.

RESULTS AND DISCUSSION

Morphological characters

During the study, accessions were characterized by following morphological characters: type of bush (at tillering), ligule - presence, auricles - length, leaf - flag attitude (at the beginning of heading), spike attitude (at full ripeness), spike shape (at full ripeness), glume-pubescence (at full ripeness), glume colour (at full ripeness) and awnes-colour (at full ripeness) (Table 1).

All accessions were with prostrate type of bush, present of ligule, short length of auricles, present of the pubescence on the top of the leaf and pyramidal shape of spike. According to the leaf-flag attitude investigated accessions were divided into 3 groups: semi-upright (15-45°) – 4 accessions, horizontal (46-90°) - 3 accessions and drooping (91-135°) – 39 accessions (Table 1). The number of accessions semi-erect attitude of the spike were 28 accessions, while with horizonta 18.

зонтално18. Имаше значително различие в цвета на глумите. Деветнадесет образци бяха със сламеножълт цвят на глумите, 16 с черно на червен фон и 11 с червен цвят на глумите. Цветът на осилите беше същият като на класа (Таблица 1).

There was significant variation in the glume colour. Nineteen samples were with straw-yellow colour of glume, 16 with black against a red background and 11 with red colour of glume. Awns colour was the same as spike (Table 1).

Таблица 1. Морфологични показатели при 46 образци див еднозърнест лимец (*T. boeoticum* Boiss.)

Table 1. Morphological characters of 46 wild einkorn wheat (*T. boeoticum* Boiss.)

Форма на розетката/Type of bush			
Брой образци Number of accessions	изправена/erect	увиснал/drooping	стелеща/prostrate
	0	0	46
Лигула-наличие/Ligule –presence			
Брой образци Number of accessions	липсва/absent	наличие/present	
	0	46	
Ушички-дължина/Auricles-length			
Брой образци Number of accessions	къси/short	средни/medium	дълги/long
	46	0	0
Положение на флагов лист/Leaf-flag-attitude			
Брой образци Number of accessions	полу изправен semi-uprightн	хоризонтален horizontal	увиснал drooping
	4	3	39
Лист-окосменост/Leaf-pubescence			
Брой образци Number of accessions	липсва/absent	наличие/present	
	0	46	
Положение на класа/Spike-attitude			
Брой образци Number of accessions	полу изправен semi-erect	хоризонтален horizontal	увиснал nodding
	28	18	0
Клас-форма/Spike-shape			
Брой образци Number of accessions	пирамидален/pyramidal	цилиндричен/cylindrical	
	46	0	
Глуми-окосменост/Glume-pubescence			
Брой образци Number of accessions	липсва/absent	средна/medium	
	30	16	
Глуми-цвят/Glume-colour			
Брой образци Number of accessions	сламено-жълт straw-yellow	червен red	черен върху червена основа black against a red background
	19	11	16
Осили- цвят/Awnes-colour			
Брой образци Number of accessions	същият като класа same as spike	различен different	

Агрономически характеристики

ANOVA и Duncan тестовете показаха, че има значително вариране по всички показатели, което показва значителни различия между генотипите за

Agronomic characters

ANOVA's and Duncan tests showed that there is significant variability for all the characters indicating considerable variations among genotypes всеки показател. Seifolahpour et al. (2017), Узунджалиева и др. (2016), Pour-Aboughadareh et al. (2012) и Moghaddam et al. (2012) също са наблюдавали големи значими разлики между образци еднозърнест лимец на базата на агроморфологични характеристики, което потвърждава високата генетична вариация сред образците. Стойностите на вариационният коефициент (CV%) варират от 9,26 до 32,15%. Dotlacil et al. (2000) счита, че минимум 10% CV е признак на голямо разнообразие в местните популации на пшеницата и старите сортове. В нашето изследване относително най-вариабилен признак за периода на изследването е теглото на зърното от клас (WGS) (32,15%), следван от брой продуктивни братя на 1 m^2 (NPT) (23,65%) и теглото на класа (WS) (22,93%). Стойностите на тези коефициенти потвърждават, че тези показатели са по-податливи на промяна под влияние на различни фактори (Desheva, 2014). Сравнително най-малка вариабилност за периода на изследване показва височината на растението (9,26%) (Таблица 2).

Височината на растенията е основен агрономичен показател в селекцията на пшеница. Съвременните високопродуктивни сортове пшеница са по-ниски от местните популации, старите сортове и дивите пшеници (Karagoz et al., 2006). В това проучване средната стойност на височината на растението е 159,33 cm. Образците с високи растения над 180 cm бяха B6E0404C (181,8 cm) и B6E0387 (182 cm). Образеца с най-късото стъбло беше B6E0380 (126 cm) (Таблица 2). Броят на продуктивни братя на 1 m^2 (NPT) варира от 249,4 до 724. Шест образци имат висок NPT, съответно между 600-700 броя. Десет проби са с дължина на класа с осилите (LSWA) между 18,08 и 20,36 cm, докато дължината на класа без осилите (LSWOA) е значима за B6E0410 (12,21 cm) при $p \leq 0{,}001$. B6E0378 има най-голям (NSS), NGS, WS и WTG (съответно 35;6 g; 1,58 g и 13,78 g). Най-голямо WGS е установено при B6E0384 (0,87 g) (Таблица 2).

for each character. Seifolahpour et al. (2017), Uzundzhalieva et al. (2016), Pour-Aboughadareh et al. (2012) and Moghaddam et al. (2012) also observed high significant differences among einkorn wheat based on agro-morphological traits which indicated the high genetic variation among samples.

The values of coefficient of variation (CV%) varied from 9,26 to 32,15 %. Dotlacil et al. (2000) considered a minimum 10% CV a sign of wide diversity in wheat landraces and obsolete varieties. In our study the most relative variable character during the period of study was weight of grain per spike (WGS) (32,15 %), following to number of productive tillers per 1 m^2 (NPT) (23,65 %), and weight of spike (WS) (22,93 %).

The values of these coefficients confirm that these traits were more susceptible to change under the influence of different factors (Desheva, 2014). Relatively the least variable for the period of study indicated the plant height (9,26%) (Table 2).

Plant height is a major agronomic character in wheat breeding. Modern high yielding wheat cultivars are shorter than landraces, old cultivars and wild wheat (Karagoz et al., 2006). In this study the mean value of plant height was 159,33 cm. Accessions with tall plants above 180 cm were B6E0404C (181,8 cm), and B6E0387 (182 cm). The sample with the shortest stem was B6E0380 (126 cm) (Table 2). Number of productive tillers per 1 m^2 (NPT) varied from 249,4 to 724. Six accessions had high NPT, respectively between 600-700 numbers. Ten samples had length of spike with awn (LSWA) between 18,08 and 20,36 cm, while length of spike without awn (LSWOA) was significant for B6E0410 (12,21 cm) at $p \leq 0{,}001$. B6E0378 had the highest number of spikelets per spike (NSS) together with high NGS, WS and WTG (35,6 number, 1,58 g and 13,78 g, respectively). The biggest WGS was found in B6E0384 (0.87 g) (Table 2).

Таблица 2. Средни стойности за 9 показателя при 46 образци див еднозърнест лимец

Table 2. Means for 9 traits in 46 wild einkorn wheat accessions

Номер на образеца Accession number	NPT	PH, cm	LSWA, cm	LSWOA, cm	NSS	NGS	WS, g	WGS, g	WTG, g
B6E0378	419.2ij	137abc	19.2k-m	11e-m	35.6g	57.6t	1.58k	0.8h-j	13.78q
B6E0379	529.6op	138abc	15.8b-i	10.6c-l	34e-g	33de	0.72a	0.35a-d	9.10c
B6E0380	489mn	126a	15.8b-i	9.9a-k	30.2a-g	45j-n	1.14c-i	0.6d-h	13.36pq
B6E0381	572.4qr	138abc	16b-i	9.5a-j	30a-g	41.3ghi	1.02-h	0.52a-g	12.26lm
B6E0382	553.8pq	149c-g	19.6l-m	11.1f-m	29.2a-g	32.3cde	0.88a-e	0.56c-h	11.48ghi
B6E0383	307.4b	147b-f	17e-l	10.8d-m	35.2f-g	47.6m-p	0.98b-g	0.34abc	6.38a
B6E0384	428.8jk	162f-o	15.5b-h	10.3b-l	31.8a-g	52.3rs	1.2e-j	0.87j	15.44vwx
B6E0385	345.4cde	152c-i	16.4b-k	10.6c-l	35.6g	41.8hgi	1.1c-i	0.54b-j	11.94i-e
B6E0386	387.0fgh	172l-q	14.8a-f	10.4b-l	34.4e-g	53.5s	1.36g-k	0.85ij	15.13tuv
B6E0387	556.7pqr	182q	13.8abc	8.9a-f	31.2a-j	43.3ijk	1.1c-i	0.51a-g	11.73h-k
B6E0388	248.2a	133ab	13.8abc	9.4a-i	32.4b-g	51.3q-s	1.12c-i	0.6d-h	11.76h-k
B6E0389	358def	156dk	12.2a	7.7a	28.4a-f	41.3ghi	1.3g-k	0.6d-h	14.44rs
B6E0390	390.2ghi	174n-q	16.2b-j	11.3g-m	34.4e-g	50.4p-s	1.3g-k	0.7g-j	14.30r
B6E0391	585.4r	149c-g	16b-i	9.2a-h	29.2a-g	42.8ijk	0.938b-j	0.52a-g	11.63hij
B6E0392	373.6efg	166h-o	15.8b-i	9.6a-j	33.6d-g	44i-l	1.02b-h	0.5a-g	11.37gh
B6E0397	469.8lm	157d-i	13.6ab	9a-f	31.2a-j	50.6p-s	1.1c-i	0.6d-h	12m
B6E0398	417ij	156d-k	14.6a-f	8.2ab	29.2a-g	34.2e	1.02b-h	0.44a-f	12.14klm
B6E0399	415.4hij	158d-m	15.4b-g	9.6a-j	30.4a-g	29.4bc	0.81abc	0.37a-e	10.35e
B6E0400	518.6o	166.6i-p	16.4b-k	9.4a-i	32.4b-g	32.6cde	0.92a-f	0.4a-f	12.46mn
B6E0401A	461.6lm	145b-e	15a-f	9.4a-i	34.8e-g	38fg	0.9a-f	0.42a-f	10.55e
B6E0401B	528op	145.4b-e	14a-d	8.8a-e	30.4a-g	39.2gh	1.04b-h	0.5a-g	12.84no
B6E0402A	575.2qr	159.8e-n	13.8abc	8.4abc	30a-g	31.6cde	0.6a	0.34abc	9.66d
B6E0402B	362.2efg	150.8c-h	19j-m	12.8m	32.8c-g	45.4k-n	1.52-k	0.74g-j	15.62wxy
B6E0404A	473lm	169.4j-q	18.6i-m	10.1b-l	27.8a-e	27.4ab	0.84a-d	0.44a-f	14.86stu
B6E0404B	519.4o	171k-q	18.6i-m	10b-l	25.2a	32.2cde	0.94b-f	0.5a-g	15.68xy
B6E0404C	514.6no	181.8pq	18.2g-m	9.8a-k	29.6a-g	38fg	1.24f-j	0.5a-g	13.23op
B6E0405	249.4a	172.4l-q	16.4b-k	9.4a-i	27.8a-e	45j-n	1.33h-k	0.8h-j	17.74z
B6E0406	663.4u	157.2d-i	16.6c-k	9.4a-i	27.6a-e	28.2ab	0.99b-f	0.3ab	10.76ef
B6E0407	521.2o	159.8e-n	16.9d-l	8.6a-d	26abc	26a	1.14c-i	0.28a	7.74b
B6E0409	584.2qr	158d-m	14.2a-e	10b-l	32.8c-g	43.6ijk	1.08c-h	0.5a-g	11.65hij
B6E0410	460.2lm	173.4m-q	18.38h-m	12.2l-m	32.2a-j	45.2j-n	1.42i-k	0.6d-h	13.38pq
B6E0411	659.4u	170k-q	13.86abc	9.4a-i	31.6a-j	49.2o-r	1.24f-j	0.6d-h	12.27lm
B6E0412A	407hij	173m-q	17.22f-l	11.44h-m	33.2d-g	48.2n-q	1.16d-i	0.54b-j	10.45e
B6E0412B	350de	143bcd	14.86a-f	9.82a-k	32.1a-j	33de	1.04b-h	0.52a-g	15.15tuv
B6E0413	647.2tu	174n-q	15.42b-g	10.16b-l	28.8a-g	30.4bcd	0.84a-d	0.43a-f	12.9no
B6E0414	568.6qr	164g-o	15.4b-g	9.48a-j	28a-e	45.2j-n	1.24f-j	0.6d-h	13.36pq
B6E0415	517.8o	154d-j	14.5a-f	9.1a-g	28.4a-f	34.4e	0.94b-f	0.53a-g	14.7rst
B6E0417	724.0v	150i-g	14.9a-f	8.4abc	26.6a-d	33de	0.82a-d	0.43a-f	12.15klm
B6E0418A	581.6qr	160e-n	14.06a-d	10.32b-l	32.6b-g	46k-o	1.2e-j	0.74g-j	15.21uvw
B6E0418B	630.4st	156d-k	14.74a-f	10.5c-l	31a-g	34.4e	0.94b-f	0.4a-f	11.73h-k
B6E0419	318bc	170k-q	16.92d-l	11.1f-m	29.6a-g	41ghi	1.24f-j	0.64f-j	14.63rs
B6E0420	617.2s	163.4g-o	17.9g-m	11.62i-m	31.4a-g	45.2j-n	1.06c-h	0.5a-g	11.12fg
B6E0421	329.2bcd	175.2n-q	18.54i-m	12k-m	32.8c-g	47.4l-p	1.5jk	0.64f-j	12.94op
B6E0422	425.6jk	161.6fo	20.36m	11.74j-m	25.6ab	35ef	1.1c-i	0.44a-f	11.48ghi
B6E0423	449.2kl	175.2n-q	15.94b-i	9.76a-k	30.8a-g	41ghi	1.04b-h	0.62e-i	14.62rs
B6E0004	524.4o	177o-q	18.08g-m	9.84a-k	26abc	44.2i-m	1.3g-k	0.72g-j	15.93y
Average	**478.86**	**159.33**	**16.09**	**10.00**	**30.74**	**40.70**	**1.09**	**0.54**	**12.68**
SD	**113.27**	**14.76**	**2.19**	**1.43**	**3.95**	**7.86**	**0.25**	**0.17**	**2.22**
CV,%	**23.65**	**9.26**	**13.62**	**14.26**	**12.85**	**19.31**	**22.93**	**32.15**	**17.49**

Средните стойности в същата колона, последвани от едни и същи букви, не се различават значително ($p \leq 0.001$), според Duncan's test.

Means in the same column followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.001$), according to Duncan's test.

CV, %- Коефициент на вариране/Coefficient of variation

SD –Стандартно отклонение/Std. Deviation

Корелационни зависимости

Коефициентите на корелация на Пиърсън между 9 показателя са представени в Таблица 3. Дължината на класа без осилите е в положителна връзка с дължината на класа с осилите (0,698**) при p<0,01. Броят на класчетата в клас корелира отрицателно с NPT (-0,353*) и положително с дължината на класа без осилите (0,373**). Броят на зърното в клас показа значителни положителни корелации с дължината на класа без осилите (0,317*) и броя на класчетата в клас (0,556**) и с отрицателна връзка с NPT (-0,377**). Seifolahpour et al. (2017) също отбелязват значителна и положителна зависимост между броя на на класчетата в клас и броя на зърната в клас. Корелацията между WS и теглото на зърното в клас беше положителна и значителна на ниво 0,01 (0,709**). WS също корелира положително с LSWOA (0,421**) и отрицателно с NTP (-0,439 **). Връзките между NPT, WGS, LSWOA, NGS и WS също бяха значителни (-0,381**, 0,309*, 0,764** и 0,754**). Увеличаването на масата на хиляда зърна се свързва с увеличаване на теглото на зърното в клас (0,751**) и WS (0,481**).

Correlation

Pearson's correlation coefficients between 9 characters are presented in Table 3. Spike length without awns was in positive relationship with spike length with awns (0,698**) at p≤ 0.01. Number of spikelets per spike correlated negatively with NPT (-0,353*) and positively with spike length without awn (0,373**). Number of grain per spike showed significant positive correlations with spike length without awn (0,317*) and number of spikelets per spike (0.556**) and negative relationship with NPT (-0,377**). Seifolahpour et al.(2017) also noted significant and positive correlation between and number of spikelets per spike and number of kernel per spike. The correlation between WS and grain weight per spike was positive and significant at the 0.01 level (0,709**). WS also correlated positively with LSWOA (0,421**) and negatively with NTP (-0,439**). The relationships between NPT, WGS, LSWOA, NGS and WS were also significantly (-0,381**, 0,309*, 0,764** and 0,754**). Increase of thousand grain weight is associated with increase of grain weight per spike (0,751**) and WS (0,481**).

Таблица 3. Фенотипни корелационни коефициенти между изследваните показатели при *Triticum boeoticum* Boiss.

Table 3. Phenotypic correlation coefficients between investigated characters in *Triticum boeoticum* Boiss.

	NPT	PH	LSWA	LSWOA	NSS	NGS	WS	WGS	WTG
NPT	1								
PH	0.035	1							
LSWA	-0.137	0.172	1						
LSWOA	-0.256	0.133	0.698**	1					
NSS	-0.353*	-0.202	-0.132	0.373*	1				
NGS	-0.377**	0.01	-0.061	0.317*	0.556**	1			
WS	-0.439**	0.221	0.253	0.421**	0.225	0.709**	1		
WGS	-0.381**	0.161	0.061	0.309*	0.234	0.764**	0.754**	1	
WTG	-0.207	0.285	0.064	0.102	-0.184	0.251	0.481**	0.751**	1

*. Корелацията е значителна на ниво 0.05/Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Корелацията е значителна на ниво 0.01/Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

височина на растението (PH), броя продуктивни братя на 1 m^2 (NPT), дължина на класа с осилите (LSWA), дължина на класа без осилите (LSWOA), брой класчета в клас (NSS), тегло на класа (WS), тегло на зърната в клас (WGS), брой зърна в клас (NGS), и маса на 1000 зърна (WTG).

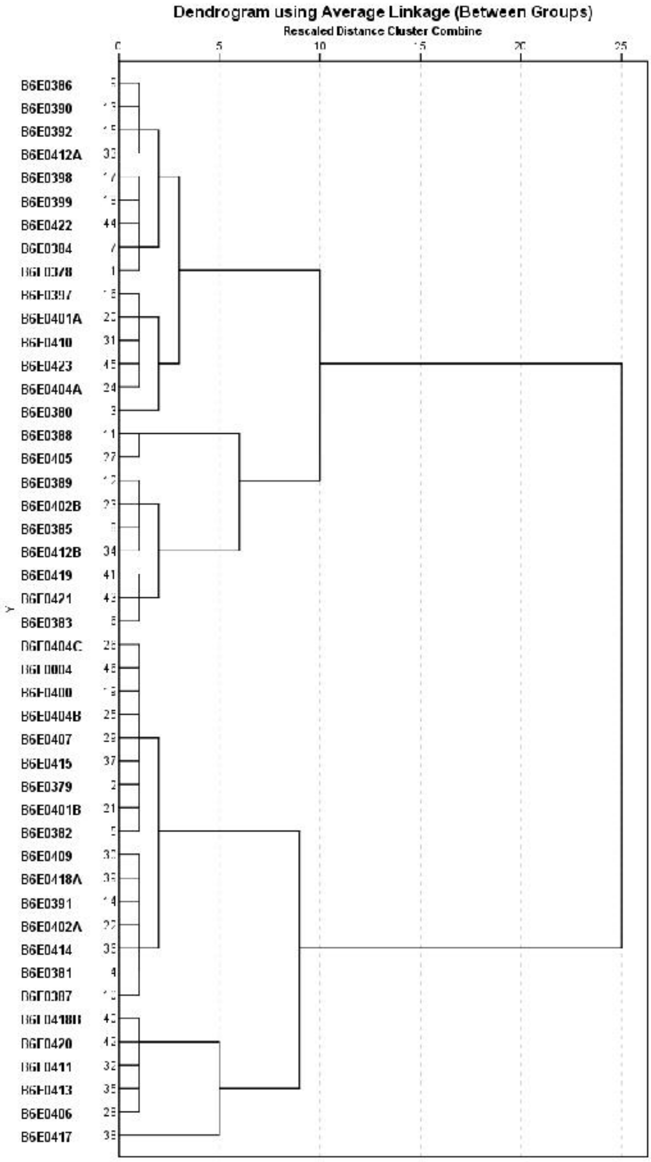
plant height (PH), number of productive tillers per 1 m^2 (NPT), length of spike with awn (LSWA), length of spike without awn (LSWOA), number of spikelets per spike (NSS), weight of the spike (WS), weight of grain per spike (WGS), number of grains per spike (NGS), and weight of 1000 grains (WTG).

Клъстер анализ

Йерархичен клъстер анализ базиран на евклидово различие, използвайки метода между групите, класифицира изпитваните диви видове еднозърнест лимец в четири значими различни клъстера на 25% разстояние на връзката (Фигура 1).

Cluster analysis

Hierarchical cluster analysis based on Euclidean dissimilarity using Between groups method classified the tested wild eikorn wheat accessions into four significant different clusters at 25 % linkage distance (Figure 1).



Фиг. 1 Тридиаграма на 46 генотипове див еднозърнест лимец по 9 агрономически показатели използвайки йерархичен клъстер анализ (Между групов метод и евклидово разстояние)

Fig. 1. Tree diagram of 46 genotypes wild einkorn for 9 agronomical characters using hierarchical cluster analysis (Between groups method and Euclidean distance)

Първият клъстер включва петнадесет генотипа, вторият клъстер девет, третият клъстер шестнадесет и четвъртият клъстер шест генотипа. Анализът на средната и стандартното отклонение е направен за четирите клъстера (Таблица 3). B6E0386, B6E0390, B6E0392, B6E0412A, B6E0398, B6E0399, B6E0422, B6E0384, B6E0378, B6E0397, B6E0401A, B6E0410, B6E0404A, B6E0480, B6E0423 и B6E0380 са групирани в първи клъстер съдържащ 32,60% от всички генотипове. Стойностите на всички показатели, с изключение на PH, варираха от умерени до високи. Стандартните отклонения на показателите - NPT, LSWOA и WTG бяха по-малки от общите стандартни отклонения. B6E0388, B6E0405, B6E0385, B6E0389, B6E0402B, B6E0412B, B6E0383, B6E0419 и B6E0421 бяха класифицирани във втори клъстер, включващи 19,57% от общият брой генотипове. Генотиповете в тази група са с най-виси стойности по отношение на LSWOA (10,40 cm), NSS (31,86), NGS (43,77), WS (1,24 g), WGS (0,60 g) и WTG (13,40 g) и с най-малкr стойности за PH (155,49 cm) и NPT (318,64). Третият клъстер включва 34,78% от всички генотипове (B6E0404C, B6E0004, B6E0400, B6E0404B, B6E0407, B6E0415, B6E0379, B6E0382, B6E0401B, B6E0391, B6E0409, B6E0418A, B6E0381, B6E0387, B6E0402A и B6E0414). Средните стойности на показателите в тази група бяха близо до общата средна на всички генотипове. В четвъртата група бяха класифицирани 6 генотипа, включващи 13,04% от всички образци. Стойностите на NPT и PH бяха най-високи в сравнение със стойностите на общата средна на всички генотипове. Генотиповете в тази група са с най-ниски стойности по отношение на NSS (29.50), NGS (36.37), WS (0.97 g), WGS (0.44 g) и WTG (11.82 g) (Таблица 4).

The first cluster included fifteen genotypes, the second cluster nine, the third cluster sixteen and the forth cluster six genotypes. Analysis of mean and standard deviation were made for all four clusters (Table 3). B6E0386, B6E0390, B6E0392, B6E0412A, B6E0398, B6E0399, B6E0422, B6E0384, B6E0378, B6E0397, B6E0401A, B6E0410, B6E0404A, B6E0423 and B6E0380 were grouped in the first cluster including 32,60% of total genotypes.

The values of the all traits excepting PH varied from moderate to high. Standard deviations of the traits - NPT, LSWOA and WTG were less than the total standard deviations. B6E0388, B6E0405, B6E0385, B6E0389, B6E0402B, B6E0412B, B6E0383, B6E0419 и B6E0421 were classified in second cluster including 19,57% of total genotypes. Genotypes in this group were in the highest rate with respect to LSWOA (10,40), NSS (31,86), NGS (43,77), WS (1,24), WGS (0,60) and WTG (13,40) and with at least values for PH (155,49 cm) and NPT (318,64).

The third cluster included 34,78% of total genotypes (B6E0404C, B6E0004, B6E0400, B6E0404B, B6E0407, B6E0415, B6E0379, B6E0382, B6E0401B, B6E0391, B6E0409, B6E0418A, B6E0381, B6E0387, B6E0402A and B6E0414). The average values of traits in this group were near to the total means of all genotypes. In the fourth cluster 6 genotypes were classified including 13,04% of total accessions.

Values of NPT and PH were the highest in compare with the values of the total means of all genotypes. Genotypes in this group were in the least rate with respect NSS (29,50), NGS (36,37), WS (0,97), WGS (0,44) and WTG (11,82) (Table 4).

Таблица 4. Средни стойности на показателите (x) и стандартното отклонение (Sd) за получените групи от клъстер анализа базиран на между груповият метод и евклидовото разстояние при 46 генотипове див еднозърнест лимец

Table 4. The average of characters (x) and Standard deviation (Sd) for achieved groups from cluster analysis based on the Between groups method and Euclidean distance in 46 wild einkorn wheat genotypes

Показатели, Characters	Group 1		Group 2		Group 3		Group 4	
	x	Sd	x	Sd	x	Sd	x	Sd
NPT	431.11	34.68	**318.64**	43.5	546.97	27.58	**656.93**	37.21
PH, cm	160.37	14.61	155.49	14.38	159.59	13.88	**161.77**	9.08
LSWA, cm	**16.43**	1.91	**16.12**	2.18	15.96	1.88	15.57	1.45
LSWOA, cm	**10.26**	1.1	**10.4**	1.53	9.57	0.74	9.91	1.11
NSS	31.68	2.79	**31.86**	2.76	29.69	2.57	29.5	2.13
NGS	43.46	9.09	**43.77**	5.28	37.86	6.15	36.73	8.48
WS, g	1.13	0.22	**1.24**	0.19	1.02	0.19	0.97	0.16
WGS, g	0.59	0.16	**0.6**	0.13	0.5	0.12	0.44	0.1
WTG, g	12.88	1.8	**13.4**	3.24	12.42	2.32	11.82	0.79

височина на растението (PH), броя продуктивни братя на 1 m2 (NPT), дължина на класа с осилите (LSWA), дължина на класа без осилите (LSWOA), брой класчета в клас (NSS), тегло на класа (WS), тегло на зърната в клас (WGS), брой зърна в клас (NGS), и маса на 1000 зърна (WTG).

plant height (PH), number of productive tillers per 1 m2 (NPT), length of spike with awn (LSWA), length of spike without awn (LSWOA), number of spikelets per spike (NSS), weight of the spike (WS), weight of grain per spike (WGS), number of grains per spike (NGS), and weight of 1000 grains (WTG).

ИЗВОДИ

Анализът на дисперсията разкри значителна вариабилност сред генотиповете див еднозърнест лимец във всички изследвани агрономически характеристики. Относително най-вариабилен показател е теглото на зърното в клас, следван от брой продуктивни братя на 1 m^2 и теглото на класа. Корелационният анализ определи, че броят на продуктивните братя на 1 m^2 корелира отрицателно с броя на класчетата в клас, теглото на класа, теглото на зърното от клас и броя на зърната в клас. Йерархичен клъстер анализ, базиран на евклидово различие, използвайки метода между групите, класифицира изпитваните образци от див еднозърнест лимец в четири различни клъстера на 25% разстояние на връзката. B6E0388, B6E0405, B6E0385, B6E0389, B6E0402B, B6E0412B, B6E0383, B6E0419 и B6E0421 бяха класифицирани във втори клъстер, включващи 19,57% от общият брой генотипове. Генотиповете в тази група са с най-висок процент по отношение на дължината на класа без

CONCLUSIONS

Analysis of variance revealed considerable variability among wild einkorn genotypes in all of the investigated agronomical characters. The most relative variable character was weight of grain per spike, following to number of productive tillers per 1 m^2, and weight of spike. Simply correlation analysis determined that number of productive tillers per 1 m^2 correlated negatively with number of spikelets per spike, weight of the spike, weight of grain per spike and number of grains per spike. Hierarchical cluster analysis based on Euclidean dissimilarity using Between groups method classified the tested wild eikorn wheat accessions into four significant different clusters at 25 % linkage distance. B6E0388, B6E0405, B6E0385, B6E0389, B6E0402B, B6E0412B, B6E0383, B6E0419 и B6E0421 were classified in second cluster including 19,57% of total genotypes.

Genotypes in this group were in the highest rate with respect to length of spike осилите, брой на класчетата в клас, брой зърна в клас, тегло на класа, тегло на зърното в клас и масата на 1000 зърна и с най-ниски стойности за височина на растенията и брой продуктивни братя на 1 m^2. Генетично най-отдалечени се установи, че са B6E0386 и B6E0417. Създадена беше база данни с оценъчна информация на регенерираните образци. Резултатите от това проучване ще подкрепят усилията за опазване и използване на дивият еднозърнест лимец в селекционните програми на пшеницата.

without awn, number of spikelets per spike, number of grains per spike, weight of the spike, weight of grain per spike and weight of 1000 grains and with at least values for plant height and number of productive tillers per 1 m^2. The most genetically distant was found between B6E0386 and B6E0417. A database with assessment information of regenerated accessions was created. The results of this study will support efforts of conservation and utilization of wild einkorn in wheat breeding programs.

БЛАГОДАРНОСТИ

Тази работа беше подкрепена финансово от Фонд Научни Изследвания, Министерство на образованието и науката, двустранен проект между България и Китай: ДНТС/Китай 01/11-16.12.2016.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by the National Science Fund, Ministry of Education and Science, bilateral project between Bulgaria and China: DNTS/China 01/11-16.12.2016.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Anonymous. 1984. The International Comecon List of Descriptors for the Genus Triticum L. The N.I. Vavilov All-Union Institute of Plant Industry, Leningrad. USSR (Ru).

2. **Chhuneja, P., K. Kumar, D. Stirnweis, S. Hurni, B. Keller, H. Dhaliwal and K. Singh**, 2012. Identification and Mapping of Two Powdery Mildew Resistance Genes in *Triticum boeoticum* L. *Theoretical and Applied Genetics,* 124, 1051-1058.

3. **Deol, G., G. Wilde and B. Gill**, 1995. Host Plant Resistance in Some Wild Wheats to the Russian Wheat Aphid, Diuraphis noxia (Mordvilko) (Homoptera:Aphididae). *Plant Breeding*, 114, 545-546.

4. **Desheva, G.,** 2014. Morphological and Agronomical Characterization of Common Wheat Landraces (*Triticum aestivum* L.) from the National Wheat Collection of Bulgaria. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26(2), 164-169.

5. **Dorofeev, V., A. Filatenko, E. Migushova, R. Udaczin and M. Jakubziner**, 1979. Wheat. vol. 1. In: Dorofeev VF, Korovina ON, Ed. Flora of Cultivated Plants. Leningrad, Russia, 346 p.

6. **Dotlacil, L., J. Hermuth, Z. Stehno and M. Manev**, 2000. Diversity in European Winter Wheat Landraces and Obsolete Cultivars. *Czech Journal of Genetic and. Plant Breeding*, 16, 29-36.

7. **Dvorak, J.**, 1977. Transfer of Leaf Rust Resistance from Aegilops speltoides to *Triticum aestivum*. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 19, 133-141.

8. **Heun, M., R. Schäfer-Pregl, D. Klawan, R. Castagana, M. Accerbi, B. Borghi and F. Salamini**, 1997. Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. *Science*, 278, 1312-1314.

9. **Hussien, T., R. Bowden, B. Gill, T. Cox and D. Marshall**, 1997. Performance of Four New Leaf Rust Resistance Genes Transferred to Common Wheat from *Aegilops tauschii* and *Triticum monococcum*. *Plant Disease,* 81, 582-586.

10. **Johnson, B. and H. Dhaliwal**, 1976. Reproductive Isolation of *Triticum boeoticum* and *Triticum urartu* and the Origin of the Tetraploid Wheats. *American Journal of Botany*, 65, 907-918.
11. **Karagoz, A., P. Necmi and P. Turgay**, 2006. Agro-morphological Characterization of Some Wild Wheat (*Aegilops* L. and *Triticum* L.) Species. *Turkish Journal of Agriculture and Foresty*, 30, 387-398.
12. **Kilian, B., H. Özkan, A. Walther, J. Kohl, T. Dagan, F. Salamini and W. Martin**, 2007a. Molecular Diversity at 18 loci in 321 Wild and 92 Domesticate Lines Reveal No Reduction of Nucleotide Diversity during Triticum monococcum (Einkorn) Domestication: Implications for the Origin of Agriculture. *Molecular Biology and Evolution*; 24, 2657-2668.
13. **Kilian, B., H. Özkan, O. Deusch, S. Effgen, A. Brandolini, J. Kohl, W. Martin and F. Salamini**, 2007b. Independent Wheat B and G Genome Origins in Outcrossing Aegilops Progenitor Haplotypes. *Molecular Biology of Evolution*; 24, 217-227.
14. **Lidansky, T.**, 1988. Statistical Methods in Biology and Agriculture. Zemizdat. Sofia (Bg).
15. **Liu, H., M. Sultan, Xl. Liu, J. Zhang, F. Yu and H. Zhao**, 2015. Physiological and Comparative Proteomic Analysis Reveals Different Drought Responses in Roots and Leaves of Drought-Tolerant Wild Wheat (*Triticum boeoticum*). *PLoS ONE*, 10(4), e0121852. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121852
16. **Moghaddam, M., M. Mazinani, S. Alavinia, M. Shakiba, A. Mehrabi and A. Pour-Aboughadareh**, 2012. Study of Genetic Diversity in *T.boeoticum* Populations under Normal and Water Deficit Stress Conditions. *Cereal Research*, 2 (1), 17-30.
17. **Moradkhani, H., Pour A. Aboughadareh, A. Mehrabi and A. Etminan**, 2012. Evaluation of Genetic Relationships of *Triticum-Aegilops* Species Possessing D Genome in Different Ploidy Levels Using Microsatellites*. International Journal of Agricultural and Crop Sciences*, 23, 1746-1751.
18. **Munns, R., R. James, B. Xu, A. Athman, S. Conn, C. Jordans et al.**, 2012. Wheat grain yield on saline soils is improved by an ancestral Na^+ transporter gene. *Nature Biotechnology*, 30, 360-U173.
19. **Nevo, E., A. Korol, A. Beiles and T. Fahima**, 2002. Evolution of Wild Emmer and Wheat Improvement. Population Genetics, Genetic Resources and Genome Organization of Wheat's Progenitor, *Triticum dicoccoides*. Springer, Heidelberg.
20. **Pour-Aboughadareh, A., M. Moghaddam, S. Alavi-Kia, A. Mehrabi and M. Mazinani**, 2012. Evaluation of Genetic Diversity in Some Einkorn Wheat (*Triticum boeoticum*) Populations from Iran. In: 12th Congress of Iranian Genetics Society, pp. 1-5.
21. **Seifolahpour, B., S. Bahraminejad and K. Cheghamirza**, 2017. Genetic Diversity of Einkorn Wheat (*Triticum boeoticum* Boiss.) Accessions from the Central Zagros Mountains. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104 (1), 23-30.
22. **Shi, A., S. Leath and J. Murphy**, 1998. A Major Gene for Powdery Mildew Resistance Transferred to Common Wheat from Wild Einkorn Wheat. *Phytopathology*, 88, 144-147.
23. **Sultan, M., L. Hui, L.Yang and Z. Xian**, 2012. Assessment of Drought Tolerance of Some *Triticum* L. Species through Physiological Indices. Czech *Journal of Genetics and Plant Breeding*, 48, 178-184.
24. **Uzundzalieva, K., G. Desheva, E. Valchinova and B. Kyosev**, 2016. Comparative Evaluation of Einkorn Accessions (*Triticum monococcum* L.) by Some Main Agricultural Characters. *Agro-knowledge Journal*, 17(1), 69-80.
25. **Zohary, D. and M. Hopf**, 2000. Domestication of Plants in the Old World. Oxford, UK: Oxford University Press.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (6), 88-97 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Корелационен анализ на добива и някои биологични и стопански признаци при експериментални царевични хибриди от група ФАО 400

Албена Пенчева

Институт по растителни генетични ресурси"К. Малков", 4122 Садово, България

Correlation Analysis of Yield and Some Biological and Economic Traits at FAO 400 Experimental Maize Hybrids

Albena Pencheva

Institute for Plant Genetics Resources "K. Malkov", 4122 Sadovo, Bulgaria
E-mail: albena_1172@abv.bg

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

През периода 2012-2015 г. в ИРГР-гр. Садово е проведен полски опит с четиринайсет броя експериментални кръстоски царевица от група на зрялост ФАО 400. Хибридите са получени от кръстосването на предварително подбрани майчини компоненти с две тестерни линии: PHK-42 и DK-16/G2. Като по-благоприятни по комплекс от фактори, за изявяване продуктивните възможности на хибридите бяха определени 2013 г. и 2014 г. Растенията бяха отглеждани при условия с напояване. Установена беше положителна корелационна зависимост между добива и някои от неговите структурни елементи (дължина на кочана, брой редове в кочана, маса на 1000 зърна, хектолитрова маса, дължина на зърното, височина на растението, дължина на лист и ширина на лист). Добре доказана отрицателна корелация беше установена между брой редове в кочана и маса на 1000 зърна (r=-0.631**). Недоказана отрицателна корелация беше установена между: хектолитрова

SUMMARY

At the period 2012-2015 in the Plant Genetic Resources Institute, located in Sadovo, Bulgaria was conducted a field experiment with 14 experimental crosses of corn from FAO 400 group. Hybrids are derived from the crossover of pre-breeding female components with two test lines: PHK-42 and DK-16/G2. Being more favorable on a complex of factors to demonstrate the productive possibilities of hybrids were determined 2013 and 2014.

The plants were raised under conditions with irrigation. A positive correlation between yield and some of its structural elements (length of the cob, number of rows in the cob, mass of 1000 grains, hectoliter mass, grain length, plant height, leaf length and leaf width) was established. A well-proven negative correlation was established between the number of rows in the cob and the mass of 1000 grains (r =-0.631**).

An unproven negative correlation was established between: hectoliter mass,

маса, маса на 1000 зърна и височина на растение (r=-0.254 и r=-0.063), както и между броя на редовете в кочана, височина на растението и ширината на листа (r=-0.221 и r=-0.152). Корелационните връзки между отделните признаци може да послужи в процеса на подбор при създаване на генотипове с подходящо качество и характеристики.

Ключови думи: експериментални хибриди, продуктивност, тестерни линии, корелация

mass of 1000 grains and plant height (r =-0.254 and r=-0.063), as well as between the number of kernel rows, plant height and the leaf width (r =-0.221 and r=-0.152). Correlation between the individual signs can be used in the selection process when genotypes of appropriate quality and characteristics are created.

Key words: experimental hybrids, productivity, tester lines, correlation

УВОД

Необходимостта от разширяване на генетичната основа и генетичният фонд при селекция на царевицата, налага непрекъснато изучаване на новосъздадени и разпространени в света хибриди (Angelov et al., 1995), а създаването на нови хибриди и внедряването им в производството изисква проучване върху тяхната продуктивност и други важни стопански признаци (Valchinkov and Valchinkova, 2001). Това е предмет на задълбочени и целенасочени изследвания, върху които непрекъснато се работи (Delibaltova et al., 2009). Въз основа на тези проучвания в производството се включват нови царевични хибриди с висок генетичен потенциал. Отглеждането им в различни агроекологични райони на страната представлява голям интерес и има важно научно и практическо значение (Petrov and Angelov, 2003; Stoyanov and Tonev, 2001).

При селекция на нови хибриди и изходни форми при царевицата е важно да се знае кои от признаците се наследяват взаимосвързано и кои – независимо един от друг. Това дава възможност своевременно да се определи посоката на отбора по един или няколко желани признаци и свойства (Angelov and Valchinkov, 2009). Резултатите от изследваните корелационни зависимости невинаги са еднопосочни. Те зависят от типа на хибрида, условията на отглеждане, броя на геноти-

INTRODUCTION

The need to expand the genetic base and the genetic fund for maize selection requires continuous study of new hybrids created and distributed worldwide (Angelov et al., 1995), and the creation of new hybrids and their introduction into production requires a study of their productivity and other important economic traits (Valchinkov and Valchinkova, 2001).

This is the subject of in-depth and targeted research that is constantly being worked on (Delibaltova et al., 2009). Based on these studies, new maize hybrids with high genetic potential are being incorporated into production. Their cultivation in different agro-ecological regions of the country is of great interest and has important scientific and practical importance (Petrov and Angelov, 2003; Stoyanov and Tonev, 2001).

In the selection of new hybrids and starting forms at maize, it is important to know which of the traits are mutually inherited and which are inherited independently. This allows timely determination of the direction of the selection by one or more desirable traits and properties (Angelov and Valchinkov, 2009). The results of the correlation dependencies studied are not always one-way. They depend on the type of hybrid, the growing conditions, the number of genotypes included in the sample under повете, включени в проучваната извадка и др. (Ilchovska, 2012).

Комбинативната способност за елементите на продуктивността и добива при царевицата са проучвани от редица автори (Anashenkov, 2012; Volf, 1980; Valkova et al., 2018; Ivanov et al., 2014; Pakudin , 1972; Ilchovska, 2013; Petrovska, 2013).

Корелационните връзки между морфологичните и стопанските признаци на растенията при линиите и хибридите царевица многократно са били проучвани. Много автори установяват връзка между тях и стигат до извода, че при целенасочен отбор на подходящи признаци, селекционните програми за създаване на нови хибри-ди с ценни стопански качества ще бъдат по-ефективни и по-опростени (Zozulya, 1979; Kostyuchenko, 1976; Yugenhaimer, 1979).

Целта на настоящото проучване беше да се изследват някои корелационни зависимости между морфологични и стопански признаци на експериментални хибриди царевица от групата на средноранните (ФАО 400-500), отглеждани при условия с напояване.

study, and more (Ilchovska, 2012).

The combinative ability for the elements of productivity and yield in maize has been studied by a lot of authors (Anashenkov, 2012; Ilchovska, 2013; Ivanov et al., 2014; Pakudin, 1972; Petrovska, 2013; Valkova et al., 2018; Volf, 1980) .

Correlation relationships between plant morphological and economic traits in maize lines and hybrids have been repeatedly investigated. Many authors establish a link between them and conclude that, with the targeted selection of appropriate traits, breeding programs for the creation of new hybrids with valuable economic qualities will be more effective and simplified (Zozulya, 1979; Kostyuchenko, 1976; Yugenheimer, 1979).

The aim of this study was to investigate some correlation relationships between morphological and economic traits of experimental maize hybrids in the middle early group (FAO 400-500), grown under conditions with irrigation.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е извършено през периода 2012-2015 г. в опитното поле на ИРГР-Садово, с 14 броя експери-ментални хибриди при условия с напояване.

Опитите са залагани по блоковия метод в две повторения, с големина на опитната парцелка 10 m^2. Гъстотата на посева е в съответствие с ФАО групата на хибридите–5000 plant/da. Почвеният тип е ливадно-канелена смолница, а агротехниката на отглеждане е по възприетата за региона.

Отчитани са признаците: вегетационен период и морфологичните признаци височина на растението, дължина и ширина на прикочанния лист. Анализирани са добивът на зърно и елементите му: дължина и брой редове на един кочан, дължина на зърното, хектолитрова маса и маса на 1000 зърна.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the period 2012-2015 in the experimental field of IRGR-Sadovo, with 14 experimental hybrids under irrigation conditions.

The experiments were based on the block method in two repetitions, with a plot size of 10 m^2. The sowing density is in accordance with the FAO group on the hybrids-5000 count/da. The soil is resinous meadow-cinnamon type and the agro-technology of cultivation is in accordance with the accepted ones for the region.

The traits were reported: vegetation period and morphological traits: plant height, length and width of the leaf attached to the kernel. For the grain yield and its elements are analyzed: kernel length and number of kernel rows, grain length, mass of hectolitre and mass of

Биометричните измервания са извършени върху 30 растения в двете повторения, във фаза масов цъфтеж на метлиците, а лабораторните измервания – на кочаните на същите растения. Корелационните връзки между признаците са оценени с помощта на коефициента на корелация (r) (Genchev et al., 1975; Dimova and Marinkov, 1999).

1000 grains. Biometric measurements were performed on 30 plants in the two replicates, in the full flowering phase of the tassels and the laboratory measurements on the kernels of the same plants. Correlation relationships between traits were estimated using the correlation coefficient (r) (Genchev et al., 1975; Dimova and Marinkov, 1999).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

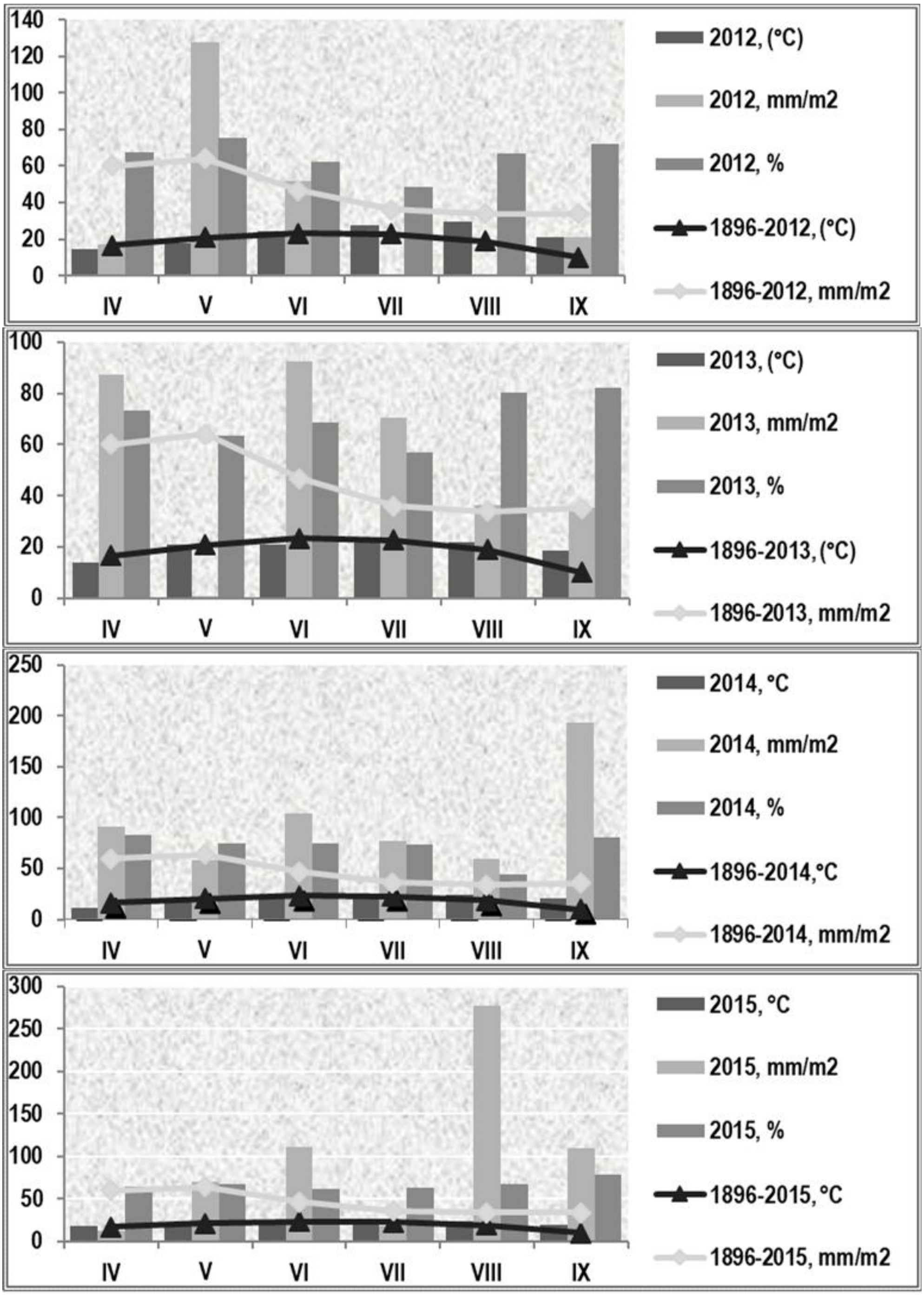
Анализът на метеорологичните условия през проучвания период позволи да бъдат определени 2013 г. и 2014 г. като по-благоприятни за растежа и развитието на растенията (Фигура 1). През 2012 г. средномесечната температура се доближава до тази за многогодишния период, като изключение правят месеците август и септември. Количеството и разпределението на валежите, обаче е много неравномерно – пълната им липса през месеците юли и август, съчетана с ниска относителна влажност на въздуха съвпада с периодите изметляване и наливане на зърното, което постави на изпитание генетичните заложби на кръстоските. Това наложи напояване на растенията. Като по-малко благоприятна за царевицата беше определена също и 2015 г. Средната месечна температура е близка до температурата за 115 годишния период, но маломерните валежи и ниска относителната влажност на въздухапо време на протичане на критичните за растенията фази (изметляване и цъфтеж на кочана) се отразиха неблагоприятно на процесите на опрашване и оплождане на кочаните. В резултат на рискови за царевицата климатични фактори (бурен вятър и градушка) през месец август, хибридите не можаха да проявят продуктивните си възможности, което доведе до компрометиране на добива. По-благоприятното съчетание на атмосферна температура, почвена и въздушна влага през вегетацията е предпоставка за получаване на по-високи добиви през втората и третата година на проучване (Фигура 1).

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of meteorological conditions during the period of study allowed us to determine 2013 and 2014 as more favorable for plant growth and development (Figure 1). In 2012, the average monthly temperature is close to that for the multiannual period, with the exception of the months of august and september. The amount and distribution of rainfall, however, is very uneven - their complete absence in the months of july and august, combined with low relative humidity, coincides with periods of full tasseling and grain growth, which put the genetic traits to the test. This necessitated the irrigation of the plants.

Less favourable for maize was also defined 2015. The average monthly temperature is close to the temperature for the 115 year period, but Insufficient rainfall and low relative humidity during the critical the plant phases (the full tasseling and kernel flowering) adversely affected the processes of pollination and fertilization of the kernel.

As a result of a riskly to maize climatic factors (wind and hail) during the month of august, the hybrids could not show their productive capabilities, which led to compromising the yield. The more favorable combination of atmospheric temperature, soil and air moisture during the vegetation is a prerequisite for obtaining higher yields in the second and third year of study (Figure 1).



Фиг. 1. Среднодневна температура (°C), сума на валежите (mm/m^2) и относителна влажност на въздуха (%) през периода 2012-2015

Fig. 1. Average daily temperature (°C), rainfall (mm/m^2) and relative air humidity (%) during the period 2012-2015

Прилагането на корелационният анализ за определяне на фенотипните корелационни коефициенти между добива на зърно и всеки един от неговите компоненти (признаци), както и взаимодействието помежду им, позволява да се определи доколко отделните признаци са подходящо съчетани в изследваните местни образци. Освен разкриването на съществуващите връзки между признаците, той дава възможност да се насочи селекцията в желаната посока, да се отстранят недостатъците в отделните генотипове и да се усъвършенстват за бъдеща селекционно-подобрителна работа.

На Таблица 1 са представени резултатите от корелационните зависимости между признаците: вегетационен период, добив на зърно и някои от неговите компоненти (признаци), както и степента на достоверност при $P_{5\%}$ и $P_{1\%}$.

Вегетационният период е в доказана силна положителна корелационна връзка с дължината (r=0.419**) и ширината (r=0.393**) на прикочанния лист, а също така и с хектолитровата маса (r=0.407**) и дължина на зърното (r=0.392**). Доказана положителна корелация е установена между вегетационния период и добива (r=0.394**).

Добивът при проучваните кръстоски корелира положително с всички изследвани признаци. Най-силна положителна корелация съществува между добива и дължината на кочана (r=0.583**), както и между добива и дължината на листа(r=0.470**), между добив и маса на 1000 зърна (r=0.372**). Средна по значимост е корелационната зависимост между добива и ширината на листа (r=0.337*). По-слаба положителна корелация е установена между добива и броя на редовете в кочана (r=282*), което потвърждават по-ранни изследвания на други автори (Kiryakov et al., 1965; Petrovska and Valkova, 2010).

Дължината на кочана е в положителна, добре доказана зависимост от броя на редовете в кочана (r=0.406**) и

The application of the correlation analysis to determine the phenotypic correlation coefficients between the extraction of grain yield and each of its components (traits), as well as the interaction between them, allows to determine the extent to which the individual traits are appropriately combined in the sampled local samples. In addition to revealing the existing links between the traits, it makes it possible to direct the selection in the desired direction, to eliminate the shortcomings in the individual genotypes and to improve for future selection and improvement work.

In Table 1 presents the results of correlation relationships between the traits: vegetation period, grain yield and some of its components, as well as the confidence level of $P_{5\%}$ and $P_{1\%}$.

The vegetation period is in a well proven positive correlation with the length (r=0.419**) and the width (r=0.393**) of the leaf attached to the kernel, as well as with the mass of hectoliter (r=0.407**) and grain length (r=0.392**). Demonstrated positive correlation was established between vegetation period and grain yield (r=0.394**).

The yield at the crosses studied correlates positively with all the traits studied. The strongest positive correlation exists between yield and kernel length (r=0.583**), as well as between yield and leaf length (r=0.470**), between yield and mass of 1000 grains (r=0.372**). Mean significant correlation is the correlation between yield and leaf width (r=0.337*). A weaker positive correlation was found between yield and number of kernel rows (r = 282*), as confirmed by earlier studies by other authors (Kiryakov et al., 1965; Petrovska and Valkova, 2010).

The kernel length has a positive, well-proven dependence on the number of kernel rows (r=0.406**) and a negative one в отрицателна такава с масата на 1000 зърна (r=-0.631**). Слаба положителна корелация е установена между дължината на кочана и дължината на зърното (r=0.343*), дължината на листа (r=0,305*), а също и хектолитровата маса (r=0.299*).

Недоказани положителни и отрицателни корелационни връзки съществуват между хектолитровата маса и останалите изследвани признаци.

Между масата на 1000 зърна, хектолитровата маса и ширината на прикочанния лист съществува доказана положителна корелация, съответно (r=0.373**) и (r=0.474**).

Признакът дължина на зърното реализира най-висока корелация с ширината на прикочанния лист (r=0.472**), при дължината на листа тя е слаба (r=0,336*), а при останалите признаци – недоказана.

Височината на растението е в слаба положителна корелация с продължителността на вегетационния период (r=0.318*) и недоказани корелационни зависимости с останалите признаци.

Най-висока, доближаваща се до единица (пълна корелация) е тази между дължината на листа и височината на растението (r=0.664**). Силни корелационни връзки съществуват също и между дължината на листа, добива на зърно и вегетационния период (r=0.470**), (r=0.419**). Доказана положителна корелация е установена и между дължината на листа, дължината на кочана и масата на 1000 зърна (r=0.336*), (r=0.305*).

Признакът ширина на прикочанния лист има добре доказана положителна корелационна зависимост със стопанските признаци – хектолитрова маса и маса на 1000 зърна (r=0.474**), (r=0.472**), а също така и с другите два морфологични признака: дължина на лист и височина на растението - (r=0.436**) и (r=0.404**). Доказана корелация е установена също и между ширината на листа, дължината на вегетационния период и добив зърно (r=0.393**), (r=0.337*). Единствено между

with a mass of 1000 grains (r=-0.631**). A low positive correlation was found between kernel length and grain length (r= 0.343*), leaf length (r=0.305*), and mass of hectolitre (r=0.299*).

Unproven positive and negative correlation relationships exist between the mass of hectolitre and the other studied traits.

There is a proven positive correlation between the mass of 1000 grains, the mass of hectolitre and the width of the leaf attached to the kernel, respectively (r=0.373**) and (r=0.474**).

The trait grain length has the highest correlation with the width of the leaf attached to the kernel (r=0.472**), at leaf length it is weak (r=0.336*), and for the other traits it is unproven.

The height of the plant is low positively correlated with the duration of the the period of growth (r=0.318*) and unproven correlation with other traits.

The highest, approaching one (full correlation) is that between leaf length and height of the plant (r=0.664**). Strong correlation relationships also exist between leaf length, grain yield and the vegetation period: (r=0.47**), (r=0.419**). Proven positive correlation was also found between leaf length, kernel length and mass of 1000 grains: (r= 0.336*), (r=0.305*).

The trait leaf width has a well-proven positive correlation with the economic traits: mass of hectolitre and mass of 1000 grains (r=0.474**), (r=0.472**), as well as the other two morphological traits: leaf length and plant height - (r=0.436**), (r=0,404**).

A proven correlation was also found between traits: leaf width, vegetation period length and grain yield: (r=0.393**), (r=0.337*). Only between the kernel length and the width of the leaf attached дължината на кочана и ширината на прикочанния лист корелацията е недоказана и с отрицателен знак (r=-0.152).

От извършеният анализ на корелационните връзки между изследваните биологични, морфологични и стопански признаци при 14 експериментални хибрида могат да се направят следните изводи.

to the kernel is the correlation unproven and negative (r=-0.152).

The following conclusions can be drawn from the analysis of the correlation relationships between the biological, morphological and economic traits, studied in 14 experimental hybrids.

Таблица 1. Корелационни връзки между някои признаци при експериментални хибриди царевица
Table 1. Correlations between some traits of experimental maize hybrids

Показатели/ Parameters	Вегетационен период (дни)/Vegetation period (days)	Добив на зърно/Yield of grain, kg/da	Дължина на кочана/Length of the ear, cm	Брой редове в кочана/Number of rows of the ear	Хектолитрова маса/Hectolitre mass, kg/l	Маса на 1000 зърна/Mass of the 1000 grains, g	Дължина на зърното/Length of grain, mm	Височина на растението/Height of the plant, cm	Дължина на лист/Leaf blade-length, cm	Ширина на лист/Leaf blade-width, cm
1.	1	0.394**	0.323*	0.141	0.407**	0.287	0.392**	0.318*	0.419**	0.393**
2.		1	0.583**	0.282*	0.175	0.372**	0.227	0.288*	0.470**	0.337*
3.			1	0.406**	0.299*	-0.631**	0.343*	-0.221	0.305*	-0.152
4.				1	0.285	-0.254	0.196	-0.063	0.254	0.076
5.					1	0.373**	0.160	0.198	-0.002	0.474**
6.						1	0.047	0.041	0.336*	0.472**
7.							1	0.151	0.176	0.021
8.								1	0.664**	0.436**
9.									1	0.404**
10.										1
Достоверност при/Significant at α= 0.05 (*), α = 0.01 (**)										

ИЗВОДИ

Установени са положителни корелационни зависимости между добива, вегетационният период и някои морфологични и стопански признаци при набор от 14 средно ранни експериментални хибрида царевица.

С висока степен на достоверност са корелационните коефициенти на добива с дължината на кочана, дължината на листа и масата на 1000 зърна.

Трите морфологични признака, корелират д положително и достоверно с вегетационния период и стопанските

CONCLUSIONS

Positive correlation relationships between grain yield, vegetation period, and some morphological and economic traits were found in a set of 14 mid-early experimental maize hybrids.

The correlation coefficients of yield with the kernel length, the leaf length and the mass of 1000 grains are highly reliable.

The three morphological traits correlate positively and reliably with the vegetation period and economic traits, признаци, с изключение на дължината на кочана.

Между елементите на кочана и зърното са установени положителни корелационни връзки с различна степен на достоверност. Корелацията между масата на 1000 зърна и дължината на кочана е отрицателна, с висока степен на значимост, а между масата на 1000 зърна и броя на редовете в кочана е недоказана.

Разкриването на съществуващите взаимовръзки между отделните признаци, особено тези с високо ниво на значимост, дава възможност да се насочи селекцията в желаната насока, да се отстранят недостатъците в отделните генотипове и да се усъвършенстват за бъдеща селекционно-подобрителна работа.

except for the kernel length.

There are positive correlations between the parameters of the kernel and the grain with varying degrees of confidence. The correlation between the mass of 1000 grains and the kernel length is negative, with a high degree of significance and between the mass of 1000 grains and the number of kernel rows is unproven.

The discovery of existing relationships between individual traits, especially those of high significance, enables the selection to be directed in the desired direction, to eliminate deficiencies in individual genotypes and to be improved for future breeding and improvement activities.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Anashenkov, S.**, 2012. Analysis of the Combining Ability of New Self-pollinated Lines and Testers. *Science Magazine*, Cub.GAU, №80 (06), 1-10 (Ru).
2. **Angelov, K., E. Lalova and P. Petrov**, 1995. Environmental Studies on Some Corn Hybrids. *Plant Science*, 5, 36-38 (Bg).
3. **Angelov, K. and S. Valchinkov**, 2009. Study on Certain Economic Qualities of Hybrids Maize from Different Groups on Vegetation. II. Hybrid Productivity. *Plant Science*, 46, 408-411 (Bg).
4. **Dellibaltova, V., T. Tonev and I. Jeliazkov**, 2009. Impact of Density of Sowing Crop of on the Productivity of Hybrids Maize for Grain Grown under Irrigation Conditions in the Region of Plovdiv. *Plant Science*, 46, 412-416 (Bg).
5. **Dimova, D. and E. Marinkov**, 1999. Experimental Work and Biometry. Acad. Publ. Agricultural Univ., Plovdiv, 194 (Bg).
6. **Genchev, G., M. Marinkov, V. Yovchev and A. Ognianova**, 1975. Biometric Methods in Plant Production, Genetics and Selection. Agr. publ., Sofia, pp. 226-229 (Bg).
7. **Ilchovska, M.**, 2012. Correlation Relationships between Certain Traits of Mutant Maize Hybrids. *Plant Science*, 49, 67-70 (Bg).
8. **Ilchovska, M.**, 2013. Evaluation of the Combining Ability of Grain Yield of Mutant Maize Lines. *Agricultural Science and Technology*, 5 (4), 388-390.
9. **Ivanov, S., I. Ivanova and N. Petrovska**, 2014. Assessment of the Combinability of High-lizin Maize Lines in Dialel-crosses. *Plant Science*, LI (1), 75-77 (Bg).
10. **Kiryakov, K., A. Sevov and V. Valchinkov**, 1965 Study on the Inheritance of Certain Peculiarities of the Double Interlinear Maize Hybrids According to Their Parental Forms. *Plant Science*, 6, 3-11 (Bg).
11. **Kostyuchenko, V.**, 1976. Productivity and Its Correlation with Other Traits in Simple and Triple Maize Hybrids. *Corn*, 5, 26-27 (Ru).
12. **Pakudin, V. S.**, 1972. Assessment of the Combining Ability of Maize Lines in Diallelic and Analyzing Crosses. PhD thesis, Krasnodar (Ru).

13. **Petrov, P. and K. Angelov,** 2003. Study of the productive potential of early and middle-early maize hybrids. Collection of reports, St. Zagora, I, 77-79 (Bg).
14. **Petrovska, N. and V. Valkova**, 2010. Correlation and Regression Dependencies between Grain Yield, Its Elements and Some Biometric Parameters in Synthetic Maize Populations. Agricultural Univ., Plovdiv, LV (1), 165-170 (Bg).
15. **Petrovska, N.**, 2013. Combining Ability for Grain Yield of Late Maize Lines. *Agricultural Science and Technology*, 5(4), 358-361.
16. **Stoyanov, I. and T. Tonev,** 2001. Productivity of maize hybrids from different maturity groups for the conditions of the city of Ruse. Collection of reports, DZI, II, 542-546 (Bg).
17. **Valkova, V.,N. Petrovska and M. Ilchovska**, 2018. Selection-genetic Evaluation of Mid-early Lines of Maize for Grain Extraction. In: Collection of reports from the National Scientific and Technical Conference with international participation "Ecology and Health", Plovdiv, pp. 86-91 (Bg).
18. **Valchinkov, S. and P. Valchinkova**, 2001. Productive Capabilities and Adaptive Abilities of Original and Modified Maize Hybrids Formulas. I. Grain Yield, Stability Parameters and Accompanying Indicators. In: Jubilee Scientific Session “50 years DZI”. I, 199 (Bg).
19. **Volf, V. G.**, 1980. Guidelines for the Use of Mathematical Methods for the Analysis of Experimental Data on the Study of Combinational Ability. Harkov (Ru).
20. **Yugenhaimer, R.**, 1979. Maize: Variety Improvement, Seed Production, Use. Kolos, Moscow, pp. 57-72 (Ru).
21. **Zozulya, A.**, 1979. Correlation of Traits of Potential Corn Productivity. *Corn*, 12, 27-28 (Ru).