Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (6), 189-202 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на променливото минерално торене с N и P върху биопродуктивните показатели на естествен тревостой от типа *Nardus stricta*

Минко Илиев*, Боряна Чуркова, Цветослав Миховски

Институт по планинско животновъдство и земеделие, 5600 Троян, България
**E-mail: iliev_ved@abv.bg*

Influence of variable mineral fertilization with N and P over the bioproductive Indicators of a natural grassland of the type *Nardus stricta*

Minko Iliev*, Boryana Churkova, Tsvetoslav Mihovsky

Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 5600 Troyan, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

През периода 2011-2013 г. в района на Средна Стара планина при надморска височина 1400 м е заложен полски опит с ежегодното редуване на минерално торене с N и P. Проучен е добива на суха маса и ботаничния състав на естествен тревостой от типа *Nardus stricta*. Изпитани са следните варианти на торене: 1. Неторено (Контрола 1); 2. Ежегодно торене с N_6P_6 (Контрола 2); 3. 1-ва година торене с N_6, а 2-ра и 3-та – с P_6; 4. 1-ва година торене с P_6, а 2-ра и 3-та – с N_6; 5. 1-ва и 2-ра година торене с N_6, а 3-та – с P_6; 6. 1-ва и 2-ра година торене с P_6, а 3-та – с N_6; 7. 1-ва година торене с N_6, 2-ра година – с P_6, 3-та година – с N_6; 8. 1-ва година торене с P_6, 2-ра година – с N_6, 3-та година – с P_6

Установено е положително влияние върху добива на суха маса в резултат на ежегодното торене с N_6 P_6, както и самостоятелното внасяне на N_6 и P_6, чрез редуване.

Най-висок ефект показа ежегодното торене с N_6 P_6, в резултат на което

SUMMARY

During the period of 2011-2013 in the area of the Central Balkan Mountain at the altitude of 1400 m was set a field experiment with the annual alternation of N and P and NP mineral fertilization. Dry matter yield and botanical composition was studied of the natural grassland of the type *Nardus Stricta*. The following variants of fertilization were tested: 1. Non-treated (Control 1); 2. Annual fertilization with N_6P_6 (Control 2); 3. 1st year of fertilization with N_6, and 2nd and 3rd year with P_6; 4. 1st year of fertilization with N_6, and 2nd and 3rd year with N_6; 5. 1st and 2nd year of fertilization with N_6, and 3rd year with P_6; 6. 1st and 2nd year of fertilization with P_6, and 3rd year with N_6; 7. 1st year of fertilization with N_6 ,2nd year – with P_6, 3rd year with N_6; 8. 1st year of fertilization with P_6, 2nd year with N_6, 3rd year with P_6

A positive impact on dry matter yield was found as a result of the annual fertilization with N_6 P_6, as well as the independent introduction of N_6 and P_6 by alternation.

The highest effect showed the annual application of N_6P_6, as a result the

добивът на суха маса превишава неторената контрола със 124,33%. Включеното в експеримента торене чрез внасяне 1-ва и 2-ра година на $P_{6,}$ а 3-та на N_6 доведе до превишение на добива суха маса спрямо контролата е 85,37% средно за периода на проучване.

Положителен е и ефекта от променливото минерално торене при варианти 4 (P_6/I;/N_6/II; N_6/III); 3 (N_6/I;P_6/II;P_6/III) и 8 (P_6/I;N_6 II/;P_6/III), като средно за тригодишния период повишението на добива е, съответно 47,61%; 27.61 и 25,63% спрямо неторената контрола (K1).

Променливото торене с редуване на N_6 и P_6 не превишава по добив торовата комбинация с N_6 P_6.

Изпитаните видове торове, дози от тях и начини на внасяне водят до увеличване на житните, бобови и разнотреви за сметка на доминиращия вид – *Nardus stricta* L.

Ключови думи: *Nardus stricta*, торене, добив, ботанически състав

dry matter yield exceeded the non-treated control by 124.33%. The fertilization included in the experiment by introducing in the 1st and 2nd years of $P_{6,}$, and in the 3rd year of N_6 resulted in an excess of dry mass yield relative to the control by 85,37 % on average over the survey period.

The effect of variable mineral fertilization was also positive in the following variants: 4 (P_6/I; N_6/II; N_6/III); 3 (N_6/I; P_6/II; P_6/III) and 8 (P_6/I; N_6/II; P_6/III), as the yield increase for the three-year period was averagely within the range 47.61%; 27.61 and 25.63% in comparison with the control (K1).

The variable fertilization with alternation of N_6 and P_6 did not exceed the yield of the fertilizer combination with N_6 P_6.

The tested types of fertilizers, their doses and methods of application lead to an increase of grasses, legumes and motley grasses components at the expense of the dominant species – *Nardus stricta* L.

Key words: *Nardus Stricta*, fertilization, yield, botanical composition

УВОД

Картъловите тревостои са важен фактор за развитието на животновъдството в планинските и високопланински райони на нашата страна и чужбина. Подобряването на тревостоя при този тип изисква специфични мерки, като една от най важните е торенето (Maruşca et al., 2014). При ежегодното прилагане на едни и същи торове (минерални или органични) настъпват нежелателни изменения в ботаническия състав на тревостоите, което е особено силно изразено при сенокосен режим на ползване (Totev, 1984; 1985). Причина е, че използваните торове не отговарят напълно на изискванията на тревите, което води до влошаване качеството на получавания фураж (сено, силаж, сенаж и др.).

В тази връзка е установено от наши (Totev, 1972; 1977; Lingorski and Churkova, 2005) и чужди изследователи (D'Ottavio et al., 2003; Kasperczyk et al,

INTRODUCTION

Nardus grasslands are important factor for the development of animal breeding in the mountaine and high mountain regions in Bulgaria and abroad. The improvement of that kind of grassland requires specific measures, as one of the most important is the fertilization (Maruşca et al., 2014). In the annual application of one and the same fertilizers (mineral or organic) there are undesirable changes in the botanical composition of grasslands, which is particularly pronounced in the haymaking regime of use (Totev, 1984; 1985). The reason is that the fertilizers applied do not fully meet the requirements of the grasses, which leads to a deterioration of the quality of the forage obtained (hay, silage, straw, etc.).

In this regard, it is found by ours (Totev, 1972; 1977; Lingorski and Churkova, 2005) and foreign researchers (D'Ottavio et al., 2003; Kasperczyk et al, 2005; Alibegovic-Grbic et al., 2008; Vintu et al., 2008; Bou et al., 2009; Tenz et al., 2010; Tarcău et al, 2012; Constantinescu et al., 2013; Dragomir et al., 2014; Vintu et al., 2015), че редуването на различни торови комбинации оказва благоприятен ефект върху количествените и качествените показатели на получения фураж от този тип тревостои. Липсата на подобни изследвания за естествените тревостои в предпланинските и планинските райони на Средна Стара планина е предпоставка за провеждането им.

Целта на изследването е да се установи влиянието на ежегодното редуване на самостоятелно и в комбинация торене с азот и фосфор върху добива и ботаничния състав на естествен пасищен тревостой от типа *Nardus stricta* в района на Средна Стара планина.

2005; Alibegovic-Grbic et al. , et al., 2008; Tang et al., 2009; Tark et al., 2010; Tarcău et al, 2012; Constantinescu et al., 2013; Dragomir et al., 2014; Vintu et al., 2015) that the rotation of different fertilizer combinations have a beneficial effect on the quantitative and qualitative indicators of the forage that is obtained from this type of grass. The lack of such research on the natural grasslands in the foothills and mountain areas of the Central Balkan Mountains is a prerequisite for their implementation.

The aim of present study is to determine the impact of the annual rotation of independent application and a combination of nitrogen and phosphorus on the yield and botanical composition of natural grazing grassland of *Nardus stricta* type in the region of the Central Balkan Mountain.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментът беше изведен през периода 201 -2013 година върху естествен тревостой от картълов тип (*Nardus stricta*) при надморска височина от 1400 m на местност "Чучул". Опитът беше заложен по блоковия метод в 4 повторения с големина на реколтната парцелка 5 m^2 при южно изложение на склона, с наклон 9º в близост до широколистен горски масив. Почвата е планинско-ливадна (хумусно-силикатна), (Rankers). Бяха проучени следните норми и комбинации на минерално торене: 1. Неторено (Контрола 1); 2. Ежегодно торене с N_6P_6 (Контрола 2); 3. 1-ва година торене с N_6, а 2-ра и 3-та – с P_6; 4. 1-ва година торене с P_6, а 2-ра и 3-та – с N_6; 5. 1-ва и 2-ра година торене с N_6, а 3-та – с P_6; 6. 1-ва и 2-ра година торене с P_6, а 3-та – с N_6; 7. 1-ва година торене с N_6, 2-ра година – с P_6, 3-та година – с N_6; 8. 1-ва година торене с P_6, 2-ра година – с N_6, 3-та година – с P_6.

Внесените торове са са азотен (амониева селитра) и фосфорен (троен супер фосфат).

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out during the period of 2011-2013 on natural grassland of Nardus type (*Nardus stricta*) at an altitude of 1400 m in the Chuchul locality. The experience was set up on the block method in 4 replications with a plot size of 5 m^2 at the south side of a slope of 9º near a broadleaf forest massif. The soil is umbrisol (humus-silicate), (Rankers). The following mineral fertilization norms and combinations were studied: 1. Non-treated (Control 1); 2. Annual fertilization with N_6P_6 (Control 2); 3. 1st year of fertilization with N_6, and 2nd and 3rd year with P_6; 4. 1st year of fertilization with P_6, and 2nd and 3r^{d} year with N_6; 5. 1st and 2nd year of fertilization with N_6, and 3r$_{d}$ year with P_6; 6. 1st and 2nd year of fertilization with P_6, and 3r^{d} year with N_6; 7. 1st year of fertilization with N_6, 2nd year – with P_6, 3rd year with N_6; 8. 1st year of fertilization with P_6, 2nd year – with N_6, 3rd year with P_6.

The imported fertilizers are nitrogen (ammonium nitrate) and phosphorus (triple super phosphate).

Реколтирането на опитните площи беше извършено във фаза изкласяване – начало на цъфтеж на картъла.

При провеждането на опита бяха проследени следните показатели: 1. Добив на суха маса – отчитан в kg da^{-1} и определян чрез покосяване площта на всяка реколтна парцелка по повторения с последващо изсушаване в лабораторни условия при $105^{o}C$ на растителни проби и преизчисляване за площ от 1 da въз основа на съдържанието на сухо вещество по години и средно за периода. 2. Ботаничен състав на тревостоя в тегловен %, който е определян тегловно чрез анализ на тревни проби, взети непосредствено преди коситбата, като беше установявано процентното участие на основните ботанически групи (житни и бобови треви) и на разнотревите (общо), както и участието на отделните видове през годините.

Статистическата обработка на добив суха маса е извършвана чрез дисперсионен анализ (Лидански, 1988).

The harvesting of the experimental areas was carried out at the stage of ear formation – beginning of blossoming of Nardus.

The following indicators were followed during the experiment: 1. Dry matter yield – reported in kg da^{-1} and determined by cutting the area of each harvest plot in repetitions with subsequent drying under laboratory conditions at 105 ° C of plant samples and recalculation for an area of 1 da based on the dry matter content by year and average over the period. 2. Botanical composition of grassland in weight percentage (%) was determined by weight analysis of grass samples taken immediately before mowing, as the percentages share of the main botanical groups (grasses and legumes) and of motley grasses (total) were determined, as well as participation of individual species over the years.

The statistical processing of dry matter yield was performed by dispersion analysis (Lindansky, 1988).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През първата опитна година увеличението на продуктивността (Таблица 1) на картъловия тревостой е добре изразена при комбинираното внасяне на N_6P_6 (вар. 2). Реализираният добив на суха маса от 209,70 kg da^{-1} е с 53,02% по-висок от контролата. При торене самостоятелно с P_6 (вар. 4 и 6) също беше отчетена висока продуктивност на суха маса, съответно 159,91 kg da^{-1} и 174,54 kg da^{-1}. Добивите от вариантите на самостоятелното азотно торене (вар. 3, 5 и 7) са по-ниски от тези на неторената контрола.

През втората опитна година, която се характеризира с минимално количество валежи през летния период (51,8; 7,2 и 39,1 mm), ефектът от изпитаното торене върху добива на картъловия тревостой е по-нисък. Най-продуктивен е тревостоя, торен самостоятелно с P_6 (вар. 6), при който реализирания добив е 135,69 kg da^{-1}, като пре-

RESULTS AND DISCUSSION

In the first experimental year, the increase in productivity (Table 1) of Nardus grassland was well expressed in the combined introduction of N_6P_6 (variant 2). The actual dry matter yield of 209.7 kg da^{-1} was 53.02% higher than the control. In fertilization with P_6 (variant 4 and 6), a high dry matter productivity of 159.91 kg da^{-1} and 174.54 kg da^{-1} was also reported. The yields of the independent nitrogen fertilization variant (variant 3, 5 and 7) are lower than those of the non-treated control.

In the second experimental year, which is characterized by a minimum amount of rainfall during the summer period (51.8, 7.2 and 39.1 mm), the effect of the fertilizer tested on the yield of Nardus grassland is lower. The most productive is the grassland, fertilized by P_6 (var. 6), where the yield is 135.69 kg da^{-1}, as the excess compared to the вишението спрямо контролния неторен вариант е 28,67%.

Относителният добив на суха маса при тревостоя с приложено редуване на фосфор (вар. 3 и 7) и азот (вар. 8 и 5) отстъпват по продуктивност на неторената контрола. Установените по-ниски добиви вероятно се дължат на специфичните климатични условия, като усвояването на минералните торове е нарушено от продължителното засушаване и необичайно високите температури продължили от късната пролет до края на лятото. Единствено азотният тор, приложен в доза 6 kg da^{-1} активно вещество реализира по-висока продуктивност от контролата (+16,68%), но при всички варианти е наблюдавана отрицателна доказаност на разликите.

Ефектът от променливото торене е най-висок през третата година от прилагането му (Таблица 1). Повишението в добива на суха маса при торените варианти спрямо неторената контрола е в границите от 38,97% до 283,22%. През тази година се вижда влиянието на последействие на фосфорното торене. Вариантите с прилагане на самостоятелно фосфорно торене през две от трите опитни години също превъзхождат неторената контрола с много добре доказани разлики, а тези със самостоятелно азотно торене (вар. 5 и 7) са относително по-нискодобивни.

През третата година от опитния период (2013) климатичните фактори бяха особено благоприятни за растежа на естествените тревни асоциации в планинския регион. Внесените в началото на месец юни минерални макроторове може да се предположи, че са добре усвоени. Количествотото валежи и средномесечни температури през месеците юни (274,6 mm и 18,7^{o}C) и юли (61,2 mm и 19,4^{o}C) са повлияли благоприятно върху добива. Съчетаването на редуващи се през годините видове и количества макроторове, с оптималните за района влагообезпечение и температури е предпоставка за получаване на висока продуктивност от тревостоите.

control non-treated variant is 28.67%.

The relative dry matter yield in grassland with the application of alternation of phosphorus (var. 3 and 7) and nitrogen (variant 8 and 5) gave in productivity to the non-treated control. Lower yields are probably due to specific climate conditions as the absorption of mineral fertilizers is disturbed by prolonged drought and the unusual high temperatures that continued from late spring to the end of summer. Only the nitrogen fertilizer, applied at a dose of 6 kg of da^{-1} active substance achieved a higher productivity than the control (+16.68%), but in all variants negative evidence of differences was observed.

The effect of variable fertilization is highest in the third year of its application (Table 1). The increase in dry matter yield in fertilized variants in comparison with the non-treated control ranges from 38.97% to 283.22%. In this year could be seen the after-action of phosphorus fertilization. Variation with the application of independent phosphorus fertilization in two of the three experimental years also exceed the non-treated control with very well-proven differences and those with independent nitrogen fertilization (variant 5 and 7) have relatively lower yield.

In the third year of the experimental period (2013), climate factors were particularly favourable for the growth of natural grasslands in the mountain region. Mineral macro fertilizers introduced at the beginning of June can be assumed to be well-absorbed. The amount of precipitation and average monthly temperatures in June (274.6 mm and 18.7 °C) and July (61.2 mm and 19.4 ° C) have had a favorable effect on yield. The combination of alternating types and quantities of macro fertilizers, with the optimum moisture for the region and temperature is a prerequisite for obtaining high productivity from the grasslands.

Таблица 1. Добив на суха маса в kg da[-1] от естествен тревостой тип *Nardus stricta* (н.в. 1400 m) по години и средно за периода (2011-2013) при променливо минерално торене с N и P

Table 1. Dry matter yield in kg da[-1] from natural grassland of *Nardus Stricta* type (at the altitude of 1400 m) by years and average for the period (2011-2013) in alternating mineral fertilization with N and P

Варианти / Variants	2011			2012			2013			Средно за тригодишен период Average for a 3-year period		
	kg.da[-1]	% спрямо compared to K1	% спрямо compared to K2	kg.da[-1]	% спрямо compared to K1	% спрямо compared to K2	kg.da[-1]	% спрямо compared to K1	% спрямо compared to K2	kg.da[-1]	% спрямо compared to K1	% спрямо compared to K2
1. Неторено/Non-treated (K1)	137,05	100,00 -	65,35	105,46	100,00-	92,95	139,00	100,00-	26,09	127,17	100,00 -	44,58
2.N_6P_6/I; N_6P_6/II; N_6P_6/III (K2)	209,70	153,02 -	100,00 -	113,45	107,58-	100,00-	532,67	383,22+++	100,00 -	285,27	224,33 +++	100,00 -
3. N_6/I; P_6/II; P_6/III	108,40	79,10 -	51,69 -	93,53	88,69-	82,44-	284,88	204,96+++	53,48	162,27	127,61 -	56,88 00
4. P_6/I; N_6/II; N_6/III	159,91	116,68 -	76,25 -	110,87	105,14-	97,73-	292,34	210,32+++	54,88	187,71	147,61 -	65,80 0
5. N_6/I; N_6/II; P_6/III	91,24	66,58 -	43,51 -	70,58	66,93-	62,22-	193,16	138,97+	36,26	118,33	93,05 -	41,48 000
6. P_6/I; P_6/II; N_6/III	174,54	127,36 -	83,23 -	135,69	128,67-	119,61-	396,97	285,60+++	74,52	235,73	185,37 ++	82,63 -
7. N_6/I; P_6/II; N_6/III	74,93	54,67 -	35,73 -	64,07	60,76-	56,47-	213,17	153,37++	40,02	117,39	92,31 -	41,15 000
8. P_6/I; N_6/II; P_6/III	78,41	57,21 -	37,39 -	57,58	54,60-	50,76-	343,30	246,98+++	64,45	159,76	125,63 -	56,00 00
$GD_{5\%}$	***111,82***	81.59	38.91	***56,11***	53.21	46.90	***43,18***	*30,96*	*8,60*	***78,70***	*61,97*	*27,61*
$GD_{1\%}$	***151,54***	110.57	52.73	***76,04***	72.10	63.56	***58,75***	*42,12*	*11,80*	***107,08***	*84,31*	*37,57*
$GD_{0.1\%}$	***201,93***	147.34	70.26	***101,83***	96.56	85.11	***79,31***	*56,85*	*16,06*	***144,54***	*113,81*	*50,71*

*I. II. III. IV години от опитния период; N_6P_6 – вид на минералния тор и торова норма в активно вещество

*I. II. III. IV year of the experimental period; N_6P_6 – type of the mineral fertilizer and fertilizer rate in the active substance

Всички нива на торене регистрираха изключително висока продуктивност с добра и много добра доказаност на разликите, но торенето с N_6P_6 достигна превишение с 283,22%. Внесени самостоятелно азотния (N_6 – вар. 6) и фосфорен тор (P_6 – вар. 8) също показаха висока продуктивност на тревостоя, съответно със 185,6% и 146,98% над тази на контролата.

Средно за периода на проучване най-висок достоверен ефект върху биологичната продуктивност на тревостоя е наблюдаван при торене с комбинацията N_6 P_6. Средните добиви на този вариант (вар. 2) са 285,27 kg da^{-1} суха маса, което изразено в проценти е 124,33 % над стойностите на контролата (GD<0,1; GD<1,0). Тези резултати кореспондират с изследванията на Vuntu et al. (2015) при картълово пасище, разположено в района на североизточните Карпати. Всички варианти на променливо торене са относително нискодобивни спрямо втората контрола (вар. 2 – К2) с ежегодно комбинирано N_6 P_6, торене. Почти идентични са средните добиви от тревостоя с внесени N_6/I; P_6/II; P_6/III (вар. 3) и P_6/I; N_6/II; P_6/III (вар. 8). Тук превишението за добив суха маса е съответно 27,61 и 25,63 % спрямо нетретирания вариант.

Промените в ботаничния състав на тревостоя по групи са отразени на Фигура 1, а по видове за съответните години от опитния период в Таблици 2, 3 и 4.

Средно за периода на проучване приложеното минерално торене с N и P (Фигура 1) на картъловото пасище увеличава процентното участие най-вече на житните треви (42,5%) и разнотревието (48,1%), а в по малка степен на бобовите (8,9%). Изключение се наблюдава само във вариантите със специфично редуващо се в годините N_6 и P_6 торене при вар. 5 и 6, където относителният дял на бобовите треви се движи в границите от 25,43% до 21,63 %.

Освен измененията в дела на

All levels of fertilization recorded extremely high productivity with good and very good evidence of differences, but fertilization with N6P6 reached an excess of 283.22%. When the nitrogen (N_6 – var. 6) and phosphorus fertilizer (P_6 – var. 8) are applied independently, they showed a high productivity of grassland, respectively with 185.6% and 146.98% above that of the control.

Average for the period of study, the highest reliable effect on the biological productivity of grassland is observed in fertilizing with the combination N_6 P_6. The average yields of this variant (var. 2) are 285.27 kg da^{-1} dry matter, expressed as a percentage of 124.33% above control values (GD <0.1, GD <1.0). These results correspond to the research by Vuntu et al. (2015) on a Nardus pasture located in the northeastern Carpathian region. All variants of alternate fertilization have relatively lower yields than the second control (var. 2 – K2) with the annual combined fertilization with N_6 P_6. Almost identical are the average yields of the grassland with the application of N_6/I; P_6/II; P_6/III (var.3) and P_6/I; N_6/II; P_6/III (var.8). Here, the excess for dry matter yield is respectively 27.61 and 25.63% in comparison with the non-treated variant.

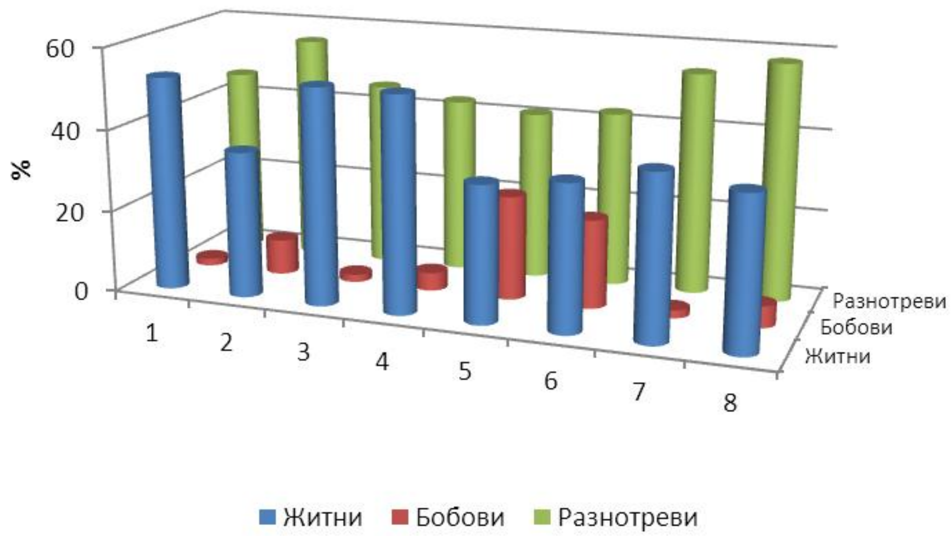
Changes in botanical composition of the grassland by groups are shown in Figure 1, and by species for the respective years of the experimental period in Tables 2, 3 and 4.

On the average during the survey period, the applied mineral fertilization with N and P (Figure 1) of Nardus pasture increased the percentage share mostly of grasses (42.5%) and motley grasses (48.1%), and to a lesser extent the legumes (8.9%). An exception is observed only in the variants with specific alternating fertilization with N_6 and P_6 in var. 5 and 6, where the relative share of legumes is in the range of 25.43% to 21.63%.

Besides the changes in the share

групите (житни, бобови и разнотреви) се предизвикват и такива при отделните видове в тревостоя.

of the groups (grasses, legumes and motley), there are also some caused by the different species in the grassland.



grasses legumes motley

Фиг. 1. Ботаничен състав на естествен тревостой от тип *Nardus stricta* в тегловен процент по групи средно за периода 2011-2013 г.

Fig. 1 Botanical composition of natural grassland of *Nardus stricta* type, by weight percentage in groups, average for the period 2011-2013

Под влияние на торенето през първата година (Таблица 2) участието на картъл е най-високо при неторената контрола (вар. 1) – 39,4%, а най-ниско при самостоятелното торене с P_6 – 15,6%. От останалите житни видове в тревостоя се засилва делът на обикновената полевица, който достига 23,3% при торене с P_6 (вар. 6). В останалите варианти на торене се установи присъствието на овча власткa и алпийска тимотейка. Видовете от групата на бобовите треви бяха представени от звездел, червена и планинска детелина, див фий. Самостоятелното еднократно торене с N_6 (вар. 5) увеличава участието на звездела до 13,2%. Под влияние на ежегодното комбинирано N_6 P_6 торене (вар. 2) планинската и червена детелини в тревостоя дости-

Under the influence of fertilization in the first year (Table 2), the share of Nardus was the highest in the non-treated control (var. 1) – 39.4% and the lowest in the independent fertilization with P_6 – 15.6%. From the rest of the grass species in the grassland, the share of common bent is increased, reaching 23.3% with the application with P_6 (var. 6). In the other fertilization variants were found the presence of sheep fescue and alpine timothy. The species of legume group were represented by low hop clover, red and mountain clover, wild vetch. The independent single fertilization with N_6 (var. 5) increases the participation of sweet clover up to 13.2%. Under the influence of annual combined fertilization with N_6 P6 (var. 2), mountain and red clover in the grassland reach 12.1 and гат 12,1 и 6,1%. През годината участието на третата биологична група (разнотреви) е вариращо спрямо различните нива на торене и се движи в границите от 25,1% при самостоятелно торене с P_6 (вар. 4) до 49,9% за вар. 8 с приложено през година самостоятелно торене с P_6.

6.1%. During the year, the participation of the third biological group (motley grasses) varies with the different fertilization levels and ranges from 25.1% in the independent fertilization with P_6 (var. 4) to 49.9% for var. 8 with an application of independent fertilization with P_6 every other year.

Таблица 2. Доминиране на видовете на естествен тревостой от тип *Nardus stricta* в тегловен процент за 2011г. под влияние на променливото торене с N и P
Table 2. Domination of *Nardus stricta* species in natural grassland in weight percentage for 2011 under the influence of alternate fertilization with N and P

Варианти / Variants Видове / Species	1.Неторено Non-treated (K1)	2.N_6P_6-N_6P_6-N_6P_6 (K2)	3.N_6-P_6-P_6	4.P_6-N_6-N_6	5.N_6-N_6-P_6	6.P_6-P_6-N_6	7.N_6-P_6-N_6	8.P_6-N_6-P_6
Житни треви / Grasses								
Nardus stricta	39,4	27,3	18,2	33,3	18,4	10,0	20,8	15,6
Agrostis capillaris		9,1	25,0	16,7		23,3		
Phleum alpinum	15,2			8,3	5,3			6,3
Festuca ovina	12,1	6,1		8,3	5,3	3,3	4,2	3,1
Festuca rubra						3,3		
Agrostis alba			15,9					9,4
Chrysopogon gryllus							8,3	
Бобови треви / Legumes								
Lotus corniculatus	3,0	2,3			13,2			6,3
Trifolium montanum		12,1		8,3		10,0		9,4
Trifolium campestre					13,2	13,3		
Trifolium pratense		6,1						
Vicia sativa							4,2	
Разнотреви / Motley grasses								
Разнотреви / Motley grasses	30,3	39,3	38,6	25,1	44,6	36,8	62,5	49,9

Изменението на видовия състав под влияние на променливото торене през втората година е представено на Таблица 3. Участието на доминиращия вид картъл намалява при различните варианти на торене и е в границите от 8,3% при самостоятелно еднократно торене с P_6 (вар. 7) срещу 20,6% при нетретираната контрола (вар. 1). Повишава се делът на други житни видове, като: обикновена полевица, алпийска

The variation of the species composition under the influence of alternate fertilization in the second year is presented in Table 3. The share of the dominant species of Nardus decreases in the different fertilization variants and ranges from 8.3% in the single fertilization with P_6 (var. 7) versus 20.6% in the non-treated control (var. 1). The share of other grasses, such as: common bent, alpine timothy, white bentgrass, тимотейка, бяла полевица, овча власатка, които са с по-висока фуражна стойност спрямо картъла (Тотев 1972; Якимова 1974). Висок процент на участие от ежова главица (27,3%) се установи при самостоятелно торене с P_6 (вар. 3). През годината представителите от групата на бобовите треви са малко. Основната част (4,8%) от тях е червената детелина при варианта с ежегодно комбинирано N_6 P_6 торене (вар. 2). Внесените минерални торове чрез редуване и в комбинация видимо засилват делът на разнотревите от 36% за неторения вариант (вар. 1 К) до 45,8% при самостоятелно внесения P_6 (вар.7).

sheep fescue, which have a higher fodder value than Nardus (Totev 1972; Yakimova 1974), is increasing. A high share of participation of cock's foot (27.3%) was found in single fertilization with P_6 (var. 3). During that year the representatives of the group of legumes are few. The main part (4.8%) of them is red clover in the variant with annual combined fertilization with N_6 P_6 (var. 2). The applied mineral fertilizers through alternation and in combination, visibly increase the share of motley grasses from 36% for the non-treated variant (var. 1 K) to 45.8% for the single application of P_6 (var.7).

Таблица 3. Доминиране на видовете на естествен тревостой от тип *Nardus stricta* в тегловен процент за 2012г. под влияние на променливото торене с N и P
Table 3. Domination of *Nardus stricta* species in natural grassland in weight percentage for 2012 under the influence of alternate fertilization with N and P

Варианти / Variants Видове / Species	1.Неторено Non-treated (K1)	2.N_6P_6-N_6P_6-N_6P_6 (K2)	3.N_6-P_6-P_6	4.P_6-N_6-N_6	5.N_6-N_6-P_6	6.P_6-P_6-N_6	7.N_6-P_6-N_6	8.P_6-N_6-P_6
Житни треви / Grasses								
Nardus stricta	20,6	23,8	18,2		10,0	12,5	8,3	12,0
Agrostis capillaris	15,5			40,0	10,0	20,8	16,7	12,0
Phleum alpinum		4,8			5,0		8,3	
Festuca ovina	25,8	9,5	9,1	10,0	35,0	4,2	12,5	8,0
Dactylis glomerata			27,3					16,0
Festuca rubra			4,5					
Agrostis alba		14,3				16,7	12,5	
Chrysopogon gryllus								12,0
Lolium multiflorim			4,5					4,0
Бобови треви / Legumes								
Trifolium montanum	2,1				5,0			
Trifolium campestre				2,0				
Trifolium pratense		4,8		3,0				
Разнотреви / Motley grasses								
Разнотреви / Motley grasses	36,0	42,8	36,4	45,0	35,0	45,8	41,7	36,0

През 3-та опитна година (Таблица 4) участието на картъла е сведено до единични растения. Неговото място се

In the 3rd experimental year (Table 4) the share of Nardus is reduced to single plants. Its place is occupied by заема от други житни видове, като обикновена полевица, ежова главица, червена власатка, което потвърждава проученото от Totev (1984). При еднократно самостоятелно торене с N_6 (вар. 4, 6 и 7) доминират следните житни видове: обикновена полевица, райграс, ливадна тимотейка, ежова главица, гребенеста трева, червена власатка, алпийска тимотейка.

other grass species, such as common bent, cock's foot, red fescue, which confirms the study of Totev (1984). In the case of single fertilization with N_6 (var. 4, 6 and 7) the following grass species are dominant: common bent, perennial ryegrass, timothy-grass, cock's foot, *Cynosurus cristatus* L., red fescue, alpine timothy.

Таблица 4. Доминиране на видовете на естествен тревостой от тип *Nardus stricta* в тегловен процент за 2013г. под влияние на променливото торене с N и P
Table 4. Domination of *Nardus stricta* species in natural grassland in weight percentage for 2013 under the influence of alternate fertilization with N and P

Варианти / Variants Видове / Species	1.Нееторено Non-treated (K1)	2.N_6P_6-N_6P_6-N_6P_6 (K2)	3.N_6-P_6-P_6	4.P_6-N_6-N_6	5.N_6-N_6-P_6	6.P_6-P_6-N_6	7.N_6-P_6-N_6	8.P_6-N_6-P_6
Житни треви \ Grasses								
Nardus stricta								
Agrostis capillaris	25,1	10,7	24,3	41,5	11,2	7,6	21,9	11,4
Phleum alpinum	0,8					2,5	1,6	
Dactylis glomerata	0,8		0,8			1,3	6,3	
Festuca rubra	2,1	1,6	4,0				4,7	1,3
Cynosurus cristatus			6,1				3,1	
Бобови треви / Legumes								
Lotus corniculatus		1,0	2,0					
Trifolium campestre		1,9						
Trifolium pratense			1,2		44,9	41,6	1,6	
Lolium multiflorim			0,8			1,3	3,1	
Разнотреви / Motley grasses								
Разнотреви / Motley grasses	71,1	84,8	60,8	58,5	43,9	45,7	57,7	87,3

Подобен ефект от минералното торене върху ботаничния състав при картълови пасища е получен и при редица чужди изследователи (Tenz, 2009; Bou et.al, 2009; Constantinescu, 2013; Maruşca, 2014; Vintu, 2015). От бобовите треви се установи значителен дял на червена детелина при фосфорното торене (вар. 5). Той достига 44,9% от полезните бобови растения. Дяловото участие на посочения вид е високо и при варианта с приложено

A similar effect of mineral fertilization on botanical composition in Nardus pastures has also been observed in a number of foreign researchers (Tenz, 2009; Bou et.al, 2009; Constantinescu, 2013; Maruşca, 2014; Vintu, 2015). A considerable share of red clover in phosphorous fertilization (var. 5) is found in legumes. It reaches 44.9% of the useful leguminous plants. The share participation of that species is also high in the variant with single nitrogen през годината самостоятелно азотно торене (вар. 6), като през предходната 2012г., съобразно схемата на редуване на торовете е приложен по-бавно разграждащия се фосфорен тор (P_6). Това доказва, че редуването на азотни и фосфорни торове при горепосочените норми влияе пряко върху тревостоя, като увеличава относителния дял на бобовите растения, а от там и съдържанието на суров протеин. Под влияние на торенето доминиращи от бобовите треви са червената детелина и звезданът, които са най-висококачествените и адаптирани бобови компоненти на сенокосните и пасищни тревостои в района на Централна Северна България (Totev, 1984; Naydenova and Mitev, 2015). Приложено през третата година, минералното торене повишава значително участието на разнотревите. Делът им варира от 43,9% (вар. 5) до 87,3% (вар.8).

fertilization (var. 6) applied during the year, as in the previous year 2012, according to the fertilization scheme, the slower dissolving phosphorous fertilizer (P_6) was applied. This proves that the alternation of nitrogen and phosphorous fertilizers at the above-mentioned norms directly affects the grassland, as it increases the relative share of legumes and hence the crude protein content. Red clover and bird's-foot trefoil are dominant legume species under the influence of the fertilizing, as they are the most quality and adapted legume components of haymaking and pasture grasslands in the region of the Central Northern Bulgaria (Totev, 1984; Naydenova and Mitev, 2015). The mineral fertilization that is applied in the third year significantly increases the share of motley grasses. Their share ranges from 43.9% (var. 5) to 87.3% (var. 8).

ИЗВОДИ

Включените в експеримента минерални торове повишават достоверно добивите при тревостой от пасищен тип *Nardus stricta* в района на Средна Стара планина. Най-висока продуктивност показаха тревостоите торени с N_6P_6/I; N_6P_6/II; N_6P_6/III и с P_6/I; P_6/II; N_6/III, като превишението е със 124,33% и 85,37%. При почвено-климатичните условия на опита ежегодното комбинирано торене с азот и фосфор допринася за по пълно усвояване на хранителните вещества, в резултат на което и добивите са най-високи.

Съчетаването на редуващи се през годините видове и количества макроторове, с оптималните за района влагообезпечение и температури доведе до получаване на висока продуктивност от тревостоите.

Влиянието на променливото минерално торене комбинирано и чрез редуване предизвиква силни изменения в ботаническия състав на тревостоя. Увеличава се основно делът на житните многогодишни видове и разно-

CONCLUSIONS

The mineral fertilizers included in the experiment increased reliably the yields of grassland of pasture type of *Nardus stricta* in the region of the Central Balkan Mountain. The highest productivity was shown by grasslands fertilized by N_6P_6/I; N_6P_6/II; N_6P_6/III and P_6/I; $P_{6/II;}$ N_6/III, as the excess was 124.33% and 85.37%. Under the soil and climate conditions of the experiment, the annual combined fertilization with nitrogen and phosphorus contributed to the full absorption of nutrients, resulting in the highest yields.

The combination of alternating types and quantities of macro fertilizers, with the optimum moisture for the region and temperature led to high productivity of grasslands.

The influence of alternating mineral fertilization combined and by alternation causes strong changes in the botanical composition of grass. The share of perennial grass species and motley grasses has increased. The dominant grass species of *Nardus Stricta*L. was тревите. От житните треви доминиращият вид *Nardus stricta* L. се измества от по-полезните житни видове, които са характерни за по-ниските и влажни места в подножието на планинската верига, като: *Agrostis capillaris, Festuca rubra, Agrostis alba*. Увеличава се присъствието на *Festuca ovina* и *Phleum alpinum*. Под влияние на променливото торене в някои от вариантите се повишава участието на бобовия компонент в тревостоя. Тази взаимовръзка е най-силно изразена през третата година. Самостоятелното еднократно торене през 1-вата и 2-рата година с N_6, а третата с P_6 (вар.5) и самостоятелно с P_6 през 1-вата и 2-рата година, а третата с N_6 (вар. 6) делът на бобовите видове се увеличава от 25,43% до 21,63% средно за периода на проучване. През годините от бобовите треви доминиращи представители са: *Trifolium pretense* L., *Trifolium campestre* L. и *Trifolium montanum* L.

displaced by more useful grass species, which are characteristic for lower and more humid places at foot of the mountain range, such as: *Agrostis capillaris, Festuca rubra, Agrostis alba The presence of Festuca ovina* and *Phleum alpinum* is increasing. Under the influence of alternate fertilization in some of the variants the participation of the legume component in the grassland is increased. This relationship is most pronounced in the third year. Under the independent single fertilization in the 1st and 2nd year with N_6 and the third year with P_6 (var. 5) and independently with P_6 in the 1st and 2nd year and the third with N_6 (var. 6) the share of legume species increased from 25.43% to 21.63% on average over the survey period. The dominant representatives of legume species over the years have been: *Trifolium pretense* L., *Trifolium campestre* L. and *Trifolium montanum* L.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Alibegovic-Grbic, S., M. Bezdrob, S. Murtic, A. Hopkins, T. Gustafsson, J. Bertilsson, G. Dalin, N. Nilsdotter-Linde and E. Spörndly**, 2008. Botanical composition of mat-grass (*Nardus stricta*) grassland communitie. In: Proceedings of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden, 9-12 June, pp. 183-185.

2. **Bou, M., M. Domenech, R. Fanlo, R. Reiné, O. Barrantes, A. Broca and C. Ferrer**, 2009. SEEP, Madrid, Spain, La multifuncionalidad de los pastos: Forage quality of two types of uperforests grasslands from Ordino (principality of Andorra): comparative methodologies. XLVIII Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Huesca, Spain, 15-18 junio, pp. 261-265.

3. **Constantinescu, S., T. Maruşca, N. Dragomir, V. Mocanu and A. Blaj**, 2013. Effect of long-term fertilization and amendment on sub-alpine grasslands in the Bucegi Mountains. *Animal Science and Biotechnologies*, 46 (1), 159-162.

4. **D'Ottavio, P., U. Ziliotto, M. Scotton, A. Kirilov, N. Todorov and I. Katerov**, 2003. Effect of management on the botanic composition of alpine grasslands. In: Proceedings of the 12th Symposium of the European Grassland Federation, Pleven, Bulgaria, 26-28 May, pp. 71-73.

5. **Dragomir, N., T. Maruşca, V. Mocanu, A. Blaj, F. Tarjoc and S. Constantinescu**, 2014. Nutritive value of the fodder from the Nardus stricta improved grasslands. *Animal Science and Biotechnologies*, 47 (1), 135-138.

6. **Kasperczyk, M., W. Szewczyk, R. Lillak, R. Viiralt, A. Linke and V. Geherman**, 2005. Towards the optimum dosage of mineral fertilizers in a mountain pasture: how to balance yield against fodder quality. In: Proceedings of the 13th

International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, Tartu, Estonia, 29-31 August, pp. 660-662.
7. **Lidanski, T.**, 1988. Statistical methods in biology and agriculture, Zemizdat, Sofia, pp. 150-187 (Bg).
8. **Lingorski, Vl. and B. Churkova**, 2005. Influence of the alternating fertilization on some bioproductive indicators of forage of grass mixtures. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 8(2), 170-179.
9. Maruşca, T., N. Dragomir, V. Mocanu, A. Blaj, F. Tarjoc, C. Dragomir and S. Constantinescu, 2014. Effect of some improvement works on the floristic composition of the vegetal cover in Nardus stricta grasslands. *Animal Science and Biotechnologies*, 47(1), 144-150.
10. **Naydenova, G. and D. Mitev**, 2015. Study on selection populations of bird's foot trfoil and red clover in mixtures. *Plant Science*, LII (5), 30-36 (Bg).
11. Tarcău, D., S. Cucu-Man, M. Stavarache, C. Samuil and V. Vîntu, 2012. Mineral versus organic fertilization. Effect on the quality of forages produced on a grassland of Nardus stricta L**.** *Iaşi, Seria Agronomie,* 55(1), 49-54.
12. **Tenz, R., R. Elmer, O. Huguenin-Elie and A. Lüscher**, 2010. Effects of fertilisation on a mat-grass grassland. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich, Switzerland, Recherche Agronomique Suisse, 5, pp. 176-183.
13. **Totev, T.**, 1970. Effect of Nitrogen and Phosphorus fertilization on the yields, botanical and chemical composition of the Nardus stricta pastures in the region of Central Balkan mountain. In: Jubilee Collection of Complex Experimental Station in Troyan, Zemizdat, Sofia, pp. 303-313 (Bg).
14. **Totev, T.**, 1972. Fertilizing with mineral fertilizers in high mountain Nardus pastures in Beklemeto area. *Plant Science*, IX (1), 81-87 (Bg).
15. **Totev, T.**, 1977. The effect of fertilization over Nardus grassland in the Central Balkan Mountain region. *Plant Science*, XIV (1), 155-163 (Bg).
16. **Totev, T.**, 1984. Study on the improvement and use of natural meadows and pastures in the foothills, mountain and high mountain regions of the Central Balkan Mountain. Dissertation, Plovdiv (Bg).
17. **Totev, T.**, 1985. The mineral fertilization of the foothill and mountain meadows and high mountain pastures – a main means for their effective use. In: Science Conference. Lovech (Bg).
18. **Vintu, V., C. Samuil, C. Sarbu, G. Saghin, T. Iacob, A. Hopkins, T. Gustafsson, J. Bertilsson, G. Dalin, N. Nilsdotter-Linde and E**. **Spörndly**, 2008. The influence of grassland management on biodiversity in the mountainous region of NE Romania.
19. **Vintu, V., C. Samuil, G. Saghin, M. Stavarache, A. van den Pol-van Dasselaar, H. F. M. Aarts, A. de Vliegher, A. Elgersma, D. Reheul, J. A. Reijneveld, J. Verloop and A. Hopkins**, 2015. High productivity on *Nardus stricta* L. grasslands from the Carpathian Mountains of Romania. In: Proceedings of the 18th Symposium of the European Grassland Federation, Wageningen, The Netherlands, 15-17 June, pp 340-342.
20. **Yakimova, Ya.**, 1974. Reports of Session Fertilization of Natural meadows and Pastures. In: 22nd International Congress of Forage Productions, Moscow, Issue B, pp. 526-529; 682-688 (Ru).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (6), 203-222 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Анализ на продуктивността на класа и въздействието на средата при вида *Triticum ×toschevii* H.P.St.

Христо Стоянов

Добруджански земеделски институт, 9521 Генерал Тошево, България
**Email: hpstoyanov@abv.bg*

Analysis on the spike productivity and the effect of the environment in the species *Triticum ×toschevii* H.P.St.

Hristo Stoyanov

Dobrudzha Agricultural Institute, 9521 General Toshevo, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

С цел да се установят основните компоненти на продуктивността и влиянието на средата върху тях е изследван образец от вида *Triticum ×toschevii* през три контрастни периода. Много силно влияние на средата е установено при показателите брой зърна в клас и маса на 1000 зърна. Високо е и влиянието върху показателите брой класчета в клас и дължина на класа, което се свързва с големите различия на метеорологичните параметри. Съответно видът показва липса на въздействие на средата върху показателя маса на зърната в клас. Това подчертава сериозните компенсационни механизми, които съществуват при този образец. Анализът на ковариансите показва, че върху варирането на показателя маса на зърната в клас сериозно влияние оказват броя на зърната в клас, масата на 1000 зърна и дължината на класа с осилите. Тези данни показват, че при влошени условия за формиране на зърна и последващото им изхранване, сериозно влияние като компенсационен механизъм има фотосинтетичният апарат на класа. Подобни характеристики определят вида *Triticum ×toschevii* като изключително ценен и подходящ

SUMMARY

In order to determine the main productivity components and the effect of the environment on them, an accession of the species *Triticum ×toschevii* was investigated during three contrasting periods. A very high environmental effect was determined for the indices number of grains per spike and 1000 kernel weight. High was also the effect on the indices number of spikelets per spike and spike length, which can be related to the high variations of the meteorological parameters. The species respectively showed that the environment did not have effect on the index weight of grains per spike. This emphasized the serious compensatory mechanisms existent in this accession. The analysis of covariances revealed that the variation of the index weight of grains per spike was strongly influenced by the number of grain per spike, 1000 kernel weight and the length of spike with awns. These data demonstrated that under worsened conditions for formation of grains and their subsequent nutrition, the photosynthetic apparatus of the spike had a significant effect as a compensatory mechanism. Such characteristics define the species *Triticum ×toschevii* as extremely valuable and suitable for

за въвеждане като културно растение.

Ключови думи: *Triticum ×toschevii*, продуктивност, среда

УВОД

Един от най-важните показатели, които имат значение за съвременното земеделско производство е добивът, който културните растения реализират (Chahal and Gossal, 2000; Stoyanov and Baychev, 2016a). Разбирането на неговата същност е от изключително значение, тъй като въз основа на подобряването на неговите компоненти се увеличава и неговата абсолютна величина (Chahal and Gossal, 2000). Всеки вид културно растение се характеризира със своя структура и компоненти на своя добив. Поради тази причина не съществува унифициран селекционен подход, за увеличаването му. Тъй като всеки един от компонентите се характеризира със своя физиологична същност, подобряването му изисква детайлно проучване. Поради тази причина от съществено значение в съвременната селекционна практика е добивът да бъде изучаван изключително подробно, за да може да се отговори на динамичната продуктова политика в земеделското производство (Stoyanov and Baychev, 2016a; Mihova et al., 2017).

Отдалечената хибридизация е един от важните инструменти на класическата селекция, който дава възможност както за подобряване на културните растения, така и за създаването на нови растителни видове и форми (Stoyanov, 2013). При зърнено-житните култури са създадени голям брой амфидиплоиди в резултат на отдалечена хибридизация, които се отличават с изключително ценни качества – висок продуктивен потенциал, устойчивост на абиотичен и биотичен стрес, високи качествени показатели (Spetsov et al., 2008; Spetsov et al., 2009; Stoyanov et al., 2010; Ksiazczyk et al., 2011; Mico et al., 2013; Stoyanov, 2012; Stoyanov, 2013; Stoyanov, 2015c; Stoyanov, 2015d). Въпреки, че при тези

introduction as a cultural plant.

Key words: *Triticum ×toschevii*, environment, productivity

INTRODUCTION

One of the indices with highest importance for contemporary agriculture is the yield which the cultural plants realize (Chahal and Gossal, 2000; Stoyanov and Baychev, 2016a).

The understanding of its essence is crucial since the improvement of its components enhances its absolute value (Chahal and Gossal, 2000). Each species of cultural plants has specific structure and components of yield.

This is the reason why there is no unified breeding approach for increasing the yield. Since each component has its own physiological peculiarity, its improvement requires detailed study.

Therefore it is highly significant in contemporary breeding practice to investigate yield in minute details to meet the demands of the dynamic product policy of agricultural production (Stoyanov and Baychev, 2016a; Mihova et al., 2017).

Wide hybridization is one of the most important tools of conventional breeding which allows both improving the cultural plants and developing new plant species and forms (Stoyanov, 2013). A large number of amphidiploids have been developed in cereals as a result from distant hybridization; they possess properties which are highly valuable – high production potential, resistance to biotic and abiotic stress, high quality indices (Spetsov et al., 2008; Spetsov et al., 2009; Stoyanov et al., 2010; Ksiazczyk et al., 2011; Mico et al., 2013; Stoyanov, 2012; Stoyanov, 2013; Stoyanov, 2015c; Stoyanov, 2015d).

Although some indices of these forms

форми са проучени някои показатели, детайлни характеристи за техните компоненти на добива биват съобщавани сравнително рядко. Изключение правят единствено тритикале и тритордеум, тъй като тяхното разпространение като културни растения е сравнително високо (Atienza et al., 2000; Ballesteros et al., 2005; Martin et al., 1996; Stoyanov and Baychev, 2015; Stoyanov and Baychev, 2016b). Голям брой от изследванията върху други амфидиплоидни форми се концентрират основно върху показатели касаещи протеиново съдържание, устойчивост на различни видове патогени, кръстосваемост с културни видове (Stoyanov, 2013). Поради тази причина голям брой амфидиплоидни форми остават недобре проучени като потенциално подходящи за въвеждането им като културни растения.

Видът *Triticum ×toschevii* е амфидиплоид, с произход от кръстоската между видовете *Triticum turanicum* и *Triticum timopheevii*. Амфидиплоидът е съобщен за първи път от Spetsov and Savov (1992), а таксономично описан и класифициран като отделен вид от Stoyanov (2014). Видът е хексаплоиден в резултат на редуциране на първоначалния хромозомен брой. Класовете не уподобяват морфологично нито един от двата родителски компонента, като в по-голяма степен се доближава до морфологията на тритикале. Отличава се с голяма височина на растенията, поради което при неблагоприятни метеорологични условия, може да полегне. Регистрирана е устойчивост спрямо патогените на брашнестата мана, кафявата ръжда и ранния листен пригор (Stoyanov, 2015c). Класовете са добре озърнени с по 2-3 добре развити зърна в класче, подобно на зърното от тритикале.

Подобни амфидиплоидни форми, макар да се характеризират с висок добивен потенциал, се отличават с разнообразна структура на добива, която може да се наблюдава в рамките на самия амфидиплоид (Stoyanov, 2015b; 2015c; 2015d). Това се свързва с определена степен на нестабилност и активно протичащи процеси на рекомбинация. Изследвания върху различни

have been investigated, detailed reports on their components of yield are comparatively rare. The only exceptions are triticale and tritordeum due to their comparatively high distribution as cultural plants (Atienza et al., 2000; Ballesteros et al., 2005; Martin et al., 1996; Stoyanov and Baychev, 2015; Stoyanov and Baychev, 2016b). A large number of the investigations on other amphiploid forms are focused mainly on the indices related to protein content, resistance to different types of pathogens, crossability to other cultural species (Stoyanov, 2013). Therefore a large number of amphidiploids remain insufficiently investigated as potentially suitable forms for introduction as cultural plants.

The species *Triticum ×toschevii* is an amphidiploid with origin from the cross between the species *Triticum turanicum* and *Triticum timopheevii*. This amphidiploid was first reported by Spetsov and Savov (1992), and was taxonomically described and classified as a separate species by Stoyanov (2014). The species is hexaploid as a result from reduction of the initial chromosome number. The spikes do not have morphological resemblance to neither of the two parental components and to a large degree approximate the morphology of triticale. The plants from this species are very high and are therefore prone to lodging under unfavorable meteorological conditions. They are not attacked by diseases; resistance has been determined to the pathogens of powdery mildew, brown rust, and Septoria leaf blight (Stoyanov, 2015c). The spikes are with good number of grains, with 2-3 well-developed grains per spikelet, similar to the grain of triticale.

Such amphidiploid forms, although characterized with high yield potential, have variable structure of yield that can be observed within the amphidiploid itself. This is related to a certain degree of instability and active processes of recombination. Investigations on the amphidiploid forms (Stoyanov, 2015b; 2015c; 2015d). have shown the occurrence of such processes. The амфидиплоидни форми (Stoyanov, 2012) показват подобни процеси. Видът Triticum toschevii обаче, се отличава с много висока стабилност. За това свидетелстват предишни изследвания върху него, при които е анализирана неговата продуктивност спрямо обикновената зимна пшеница (Stoyanov, 2015c). Подобни данни налагат необходимостта, видът да бъде по-подробно изучен по отношение на структурата на неговия добив. В това отношение от особено значение е да се изучат в детайли онези компоненти на добива, които влияят върху формирането на други. Това дава възможност да се оцени правилно влиянието на средата върху структурата на добива и да се разработи ефективна селекционна стратегия с цел усъвършенстване на амфидиплоида.

Целта на настоящето изследване е да се анализират по своите морфологични класови параметри, образци от вида *Triticum ×toschevii*, в различни години, да се установи влиянието на фактора година върху всеки параметър и да се оцени формирането на класовата продуктивност.

species Triticum toschevii, however, possesses very high stability. Previous investigation on it provide evidence for this; in these investigations its productivity is analyzed against the productivity of common winter wheat (Stoyanov, 2015c).

Such data impose the necessity to study the species in greater detail with regard to its yield structure. In this respect, it is especially important to investigate thoroughly those components of yield, which influence the formation of others. This allows the proper evaluation of the effect of the environment on the structure of yield and the development of an efficient breeding strategy aimed at improving the amphidiploid.

The aim of this investigation was to analyze accessions from species *Triticum×toschevii* for their spike morphology parameters in different years, to determine the effect of the factor year on each parameter and to evaluate the formation of the spike productivity.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Използван е образец от вида пшеница *Triticum ×toschevii*, с произход от колекцията на Добруджаниски земеделски институт - Генерал Тошево. По 15 броя семена са засявани в редове по схема с междуредие 30 cm и вътрередие 5 cm. Сеитбата е извършена през стопанските 2012/2013, 2013/2014 и 2014/2015 съответно на 11.11.2012, 06.11.2013 и 12.11.2014, при полски условия в землището на с. Стожер, обл. Добрич.

Реколтирането е извършено във фаза пълна зрялост през стопанските 2012/2013р 2013/2014 и 2014/2015 съответно на 20.07.2013, 16.07.2014 и 16.07.2015. На случаен принцип са подбирани по 20 напълно зрели класове, без наличие на поражение болести и неприятели.

Направена е морфологична оценка на класовете от всеки образец по 6 количествени: дължина на класа

MATERIAL AND METHODS

An accession from the wheat species *Triticum ×toschevii* with origin from the collection of Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo was used. Fifteen seeds were sown in each row, with 30 cm between the rows and 5 cm between the seeds in the row. Planting was done in economic years 2012/2013, 2013/2014 and 2014/2015, on 11.11.2012, 06.11.2013 and 12.11.2014, respectively, in the fields near Stozher village, Dobrich district.

Harvesting was carried out at stage full maturity during economic years 2012/2013, 2013/2014 and 2014/2015, on 20.07.2013, 16.07.2014 and 16.07.2015, respectively. Twenty completely ripe spikes without visible damage from diseases and pests were selected randomly.

Morphological evaluation of the spikes from each accession was carried out according to 6 qualitative traits: length

(ДК), дължина на класа с осили (ДКО), маса на класа (МК), брой класчета в клас (БКК), маса на зърната в клас (МЗК), брой зърна в клас (БЗК) и 5 индексни показателя: индекс на осилестост (ИО) – отношение между ДКО и ДК, разпределение на масата на класа по дължина (РМДК) – отношение между МК и ДК, брой класчета по дължина (БКДК) – отношение между БКК и ДК, средна маса на класче (СМК), – отношение на МК и БКК, маса на 1000 зърна (М1000) – определени по БДС.

За неутрализиране на влиянието на фактора „година", с цел установяване на биометрични зависимости в амфидиплоида е изчислен специфичен индекс за елиминиране влиянието на годината (СИВГ) – произведение между отношението на МЗК и БЗК с ДК. СИВГ се основава на хипотезата, че показателите МЗК, БЗК и ДК се намират в определено биологично равновесие независимо от условията на средата (Stoyanov, 2015a).

Обобщени са данни за средно-дневните температури в периодите 01.10.2012 – 30.06.2013, 01.10.2013 – 30.06.2014 и 01.10.2014 – 30.06.2015, и за сумата на валежите в същите периоди. Данните за температурата и валежите са получени чрез измервания с автоматична метеорологична станция LaCrosse. Измерванията са правени два пъти дневно в 07:00 и 19:00 часа. Данните са осреднявани в два периода (вегетативен – 01.10 – 31.03 и репродуктивен – 01.04 – 30.06) и общо.

Получените данни са осреднени (СС), като е отчетен вариационен коефициент (ВК, %) общо и по години. Изведен е дисперсионен анализ, за отчитане на влиянието на годината и генотипа върху амфидиплоида. Отчетена е достоверността на получените резултати. С цел установяване на определени зависимости между показателите на класовата продуктивност е проведен ковариационен анализ на показателя МЗК спрямо показателите БЗК и

of spike (LS), length of spike with awns (LSA), weight of spike (WS), number of spikelets per spike (NSS), weight of grains per spike (WGS), number of grains per spike (NGS), and according to 5 indices: awnness index (AI) – LSA/LS ratio, distribution of weight along the length of spike (WDLS) – WS/LS ratio, number of spikelets along the length of spike (NSLS) – NSS/LS ratio, mean weight per spike (AWS) – WS/NSS ratio, 1000 kernel weight (M1000) – according to Bulgarian State Standard.

To neutralize the effect of the factor year, in order to find out what are the biometrical correlations in the amphidiploid, a specific index for elimination of the effect of the year (SEYI) was calculated – the product of the ratio of WGS and NGS with LS. SEYI is based on the hypothesis that the indices WGS, NGS and LS are in a certain biological equilibrium regardless of the conditions of the environment (Stoyanov, 2015a).

Data about the mean daily air temperatures during 01.10.2012 – 30.06.2013, 01.10.2013 – 30.06.2014 and 01.10.2014 – 30.06.2015 were summarized, as well as the data about the precipitation sums for the above periods. The temperature and precipitation data were obtained through measurements with LaCrosse automatic meteo station. They were done twice daily, at 07:00 am and 19:00 pm. The means of the data were calculated for two periods (vegetative – 01.10– 31.03 and reproductive – 01.04 – 30.06) and for the entire period of investigation.

The means of the obtained data were calculated (AV), taking into account a variation coefficient (VC, %) for the entire investigated period and over years. ANOVA was performed to estimate the effect of the year and of the genotype on the amphidiploid. The reliability of the obtained results was considered. In order to determine certain correlations between the indices of spike productivity, covariation analysis was carried out of the index WGS according to the indices NGS and M1000.

М1000. За обобщаване на данните и за вариационния анализ е използван програмен продукт Microsoft Excel 2003, а за дисперсионния и ковариационния анализ – IBM SPSS Statistics 19.

To summarize the data and perform variation analysis, the software Microsoft Excel 2003 was applied, while for the ANOVA and the covariation analysis IBM SPSS Statistics 19 was used.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Реакцията на изследвания амфидиплоид по отношение на класовата морфология е в строга зависимост от условията на средата (Таблица 1). Тъй като трите периода на отглеждане се характеризират като твърде контрастни, то се очакват разнообразни прояви на стойностите на изследваните признаци. Най-благоприятен за развитието на амфидиплоида се очертава периода 2012/2013. След периода на засяване, температурите и валежите имат благоприятни стойности и покълнването и поникването на растенията е сравнително бързо и дружно. Последващото развитие също е добро, като повечето растения успяват добре да се развият до първите студове. Подобна тенденция се наблюдава и през периода 2013/2014. През пролетта на 2013г. Поради наличие на добра зимна влагозапасеност и умерени температури (среднодневни над 10°C) растенията се развиват добре и успяват да постигнат висока стойност на братене. Последващия период 01.04-30.06, когато се формират репродуктивните органи на растенията, извършва се цъфтежът и опрашването, а също така и наливането на зърното се характеризира с нормални температури и валежни норми, характерни за района на отглеждане (Topliiski, 2006). Поради тази причина растенията се развиват нормално при ниска нива на абиотичен стрес. Вторият изследван период следва сходна тенденция по отношение на вегетативното развитие на растенията в периода 01.10-31.03. Основната разлика е, че през януари и февруари се наблюдават по-високи температури, поради което растенията се развиват преждевременно и навлизат в генеративната си фаза

RESULTS AND DISCUSSION

The reaction of the investigated amphidiploid with regard to the spike morphology was strictly dependent on the environmental conditions (Table 1). Since the three growing periods were rather contrasting, various expressions of the values of the investigated traits were expected. The period 2012/2013 was outlined as the most unfavorable for the development of the amphidiploid. After planting, the temperatures and rainfalls were with values favorable for germination, and the emergence of the plants was comparatively fast and uniform. The subsequent development was also good and most plants managed to develop well until the first frosts.

Similar tendency was observed also during 2013/2014. In the spring of 2013, due to the good winter moisture reserves in soil and the moderate temperatures (average daily temperatures over 10ºC), the plants developed well and reached high values of tillering. The next period 01.04-30.06, when the reproductive organs of the plants were formed and when anthesis and pollination and grain filling occurred, was characterized with normal temperatures typical for the growing region (Topliiski, 2006).

Therefore the plants developed normally at low levels of abiotic stress. The second investigated period followed a similar tendency with regard to the vegetative development of the plants during 01.10-31.03.

The main difference was that in January and February the temperatures were higher and this was the reason for the premature development of the plants, сравнително по-рано (в края на месец Април). През месец май, същия период, наблюдаваните високи валежни норми (120mm) благоприятстват силния вегетативен растеж на растенията. Въпреки това по-хладното и влажно време силно възпрепятства доброто опрашване, тъй като характерно за амфидиплоидите е наличието на отворен тип цъфтеж. Поради тази причина високата влажност и по-ниските температури са причина за ниската фертилност. Последващите валежи през месец юни, допълнително повлияват изхранването на зърното в негативен аспект. Тъй като растенията са се развили по-рано и са формирали голяма надземна маса, наличието на високи валежни норми е предпоставка за висока степен на полягане. Това влошава фотосинтетичната активност и изхранването на зърната е силно затруднено.

which entered their generative stage comparatively earlier (at the end of April). In May of the same period, the observed high precipitation norms (120mm) favored the strong vegetative growth of the plants. Nevertheless, the cooler and humid weather impeded the good pollination since the opened type of anthesis is typical for the amphidiploids. Therefore, the high humidity and the lower temperatures were the reason for the low fertility. The subsequent rainfalls in June had additional negative effect on the nutrition of grain. Since the plants developed earlier and formed abundant shoot mass, the high precipitation norms were a prerequisite for higher degree of lodging. This worsened the photosynthetic activity and made the nutrition of grains very difficult.

Таблица 1. Метеорологични данни за периода на изследването
Table 1. Meteorological data during the investigated period

Месеци Months	Средна месечна температура, ºC Average monthly temperature, ºC			Сума на месечните валежи, mm Total monthly precipitation, mm		
	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2012/2013	2013/2014	2014/2015
Окт/Oct	16,1	12,1	11,4	73,5	79	76
Ное/Noe	9,2	9,5	5,8	41	29	54
Дек/Dec	0,9	1,8	3,0	142	10	105
Яну/Jan	1,2	2,6	2,1	47	153	40
Фев/Feb	3,6	4,7	1,7	34,5	19	101
Мар/Mar	6,2	8,7	5,6	31	56	71
Апр/Apr	13,4	11,5	11,1	39,5	39	46
Май/May	19,7	15,6	18,5	20,5	120	27
Юни/Jun	20,9	19,2	20,1	60	234	61
Средно/Average	10,1	9,5	8,8	-	-	-
01.10-31.03	6,2	6,6	4,9	-	-	-
01.04-30.06	18	15,4	16,6	-	-	-
Общо/Total	-	-	-	489	739	581
01.10-31.03	-	-	-	369	346	447
01.04-30.06	-	-	-	120	393	134

Периодът на изследване 2014/2015 се характеризира като междинен за отглеждане на амфидиплоида. Това е така, защото растенията се развиват по-бавно в началните етапи на вегетацията поради сравнително по-ниските температури. През пролетта на 2015г. отново поради значително по-високите температури през декември, януари и февруари (Таблица 1) растенията влизат по-рано

The investigated period 2014/2015 can be described as intermediate for growing of an amphidiploid. This was so because of the slower development of the plants at the initial stages of the vegetation due to the comparatively lower temperatures. In the spring of 2015, again due to the higher temperatures in December, January and February (Table 1), the plants entered the vegetative stage във вегетация. Тъй като обаче са по-слабо развити от предзимния период, то развитието на вегетативната маса е в нормални за амфидиплоида граници. Това благоприятства генеративната фаза, тъй като тя настъпва сравнително по-късно спрямо предходната стопанска година. Времето на изкласяване и цъфтеж се характеризира с благоприятни условия на средата, високи температури и умерени валежи. Това благоприятства цъфтежа и опрашването, поради което се наблюдава висока фертилност. Месец юни се характеризира с умерени валежи по количество, но интензивни. Това води до полягане на част от растенията и до поява на известно вариране при изхранването на зърното.

Данните от вариационния анализ (Таблица 2) категорично доказват контрастния характер на различните периоди на отглеждане. Формираната класова продуктивност през всеки отделен период има различен характер. Сравнително ниско е варирането при показателите БКК (15,62%), ДК (18,77%), ДКО (11,16%), ИО (14,76%), БКДК (7,57%). Тъй като това са типични вегетативни показатели, то тяхното формиране се свързва с периода от поникване до изкласяване. През трите изследвани периода в широк смисъл се наблюдават известни различия в тази фаза на растенията. Поради това степента на вариране се различава за тези показатели, но като тенденция се запазва на сравнително ниско ниво. Подобна реакция е характерна и за други зърнено-житни култури (Fufa et al., 2005; Kashif and Kaliq, 2004; Mahmood and Shahid, 1993; Stoyanov and Baychev, 2017a). Прави впечатление, че най-силно е варирането на тези показатели през благоприятния за развитието на амфидиплоида период – 2012/2013. Това се дължи на факта, че по-силното братене предполага диференциране на класовете от централния брат и тези от страничните братя в морфологично отношение. Страничните братя, тъй като са с по-голям брой

earlier. They were, however, less developed in comparison to the pre-winter period and the development of the vegetative mass was within the normal range for the amphidiploid. This favored the generative stage, since it occurred comparatively later in comparison to the previous economic year. The time to heading and anthesis was characterized with favorable conditions of the environment, high temperatures and moderate rainfalls. This was favorable for anthesis and pollination and therefore high fertility was observed. June was with moderate but intensive amounts of rainfalls. They caused lodging of a part of the plants and lead to the occurrence of some variation in the nutrition of grain.

The data from the variation analysis (Table 2) clearly proved the contrasting character of the different growing periods. The formed productivity of spike was of different type in each period. Comparatively low was the variation of the indices NSS (15.62%), LS (18.77%), LSA (11.16%), AI (14.76%), NSLS (7.57%). Since these are typical vegetative growth indices, their formation is related to the period from emergence to heading. In broad sense, during all three investigated periods some differences were observed in this stage of the plants. Therefore the degree of variation was different for these indices but as a tendency it remained at a comparatively low level. Such a response is typical for other cereals as well (Fufa et al., 2005; Kashif and Kaliq, 2004; Mahmood and Shahid, 1993; Stoyanov and Baychev, 2017a). It is worth mentioning that the variation of these indices was high during the period favorable for the development of the amphidiploid – 2012/2013. This was due to the fact that the stronger tillering implied morphological differentiation of the spikes from the main tiller and those from the auxiliary tillers. The auxiliary tillers, being greater in number in comparison to the other growing periods, спрямо другите периоди на отглеждане, формират по-дребни класове.

formed smaller spikes.

Таблица 2. Вариационен анализ на изследваните структурни елементи на продуктивността
Table 2. Variation analysis of the investigated structural elements of productivity

Показател Parameter	Година Year	СС AV	VC %	Показател Parameter	Година Year	СС AV	VC %
БКК	2012/2013	20,00	17,70	ИО	2012/2013	2,05	12,02
NSS	2013/2014	23,50	11,34	AI	2013/2014	1,71	10,44
	2014/2015	25,53	5,90		2014/2015	1,63	7,98
	Total	23,01	15,62		Total	1,79	14,76
ДК	2012/2013	96,30	21,69	БКДК	2012/2013	0,210	7,58
LS	2013/2014	122,35	11,65	NSLS	2013/2014	0,193	7,00
	2014/2015	128,80	9,09		2014/2015	0,199	4,37
	Total	115,82	18,77		Total	0,200	7,57
ДКО	2012/2013	192,85	11,69	РМДК	2012/2013	0,027	21,83
LSA	2013/2014	207,65	11,95	WDLS	2013/2014	0,022	36,48
	2014/2015	209,00	7,25		2014/2015	0,024	22,26
	Total	203,17	11,16		Total	0,024	28,20
МК	2012/2013	2,70	39,82	СМК	2012/2013	0,130	26,01
WS	2013/2014	2,73	41,40	AWS	2013/2014	0,115	38,87
	2014/2015	3,04	23,47		2014/2015	0,119	22,01
	Total	2,82	35,84		Total	0,121	29,98
МЗК	2012/2013	1,96	41,78	М1000	2012/2013	48,95	13,24
WGS	2013/2014	1,64	61,53	M1000	2013/2014	41,48	34,88
	2014/2015	2,10	29,93		2014/2015	38,41	19,38
	Total	1,90	45,52		Total	42,95	25,55
БЗК	2012/2013	38,90	33,72	СИВГ	2012/2013	4,81	31,73
NGS	2013/2014	36,75	35,99	SEYI	2013/2014	5,11	38,80
	2014/2015	54,47	20,13		2014/2015	4,94	19,68
	Total	43,37	34,21		Total	4,95	31,72

БКК/NSS – брой класчета в клас/number of spikelets per spike, ДК/LS – дължина на класа/length of spike, ДКО/LSA – дължина на класа с осили/length of spike with awns, МК/WS – маса на класа/weight of spike, МЗК/WGS – маса на зърната в клас/weight of grains per spike, БЗК/NGS – брой зърна в клас/number of grains per spike, ИО/AI – индекс на осилестост/awness index, БКДК/NSLS – брой класчета по дължината на класа/number of spikelets to the length of spike, РМДК/WDLS – разпределение на масата по дължината на класа/weight distribution along the length of spike, СМК/AWS – средна маса на класче/average weight of spikelet, М1000/M1000 – маса на 1000 зърна/weight of 1000 grains, СИВГ/SEYI – селекционен индекс за неутрализиране на влиянието на фактора „година"/specific index eliminating the year influence, СС/AV – средна стойност/average value, ВК/VC – вариационен коефециент/variation coefficient.

Това е в следствие от последователността на развитие на братята, а също така и от компенсаторните механизми, които се наблюдават в подобни растителни форми (Stoyanov, 2017). По-особено поведение има показателят

This was a result from the sequence of the development of the tillers, and also from compensatory mechanisms observed in similar plant forms (Stoyanov, 2017). Among the vegetative parameters, the index LSA demonstrated

ДКО от вегетативните. Тъй като дължината на класа с осилите се измерва без да се взима предвид ъгълът им спрямо оста на класа, то в някои случаи, по-ниски стойности на ДКО се дължат на по-големия ъгъл на осилите спрямо централната ос. Подобно разположение се свързва с по-висока фертилност, тъй като добре изхранените зърна деформират класчето (Stoyanov, 2016). Поради тази причина през неблагоприятния период 2013/2014 силното вариране както във озърняването, така и в изхранването на зърното е причина и за по-силното вариране на ДКО спрямо благоприятния период.

Изключително високо вариране се наблюдава при показателите МК (35,84%), МЗК (45,52%), БЗК (34,21%), РМДК (28,20%), СМК (29,98%), М1000 (25,55%). Това се дължи на техния предимно генеративен характер, тъй като са свързани с репродуктивните особености на растението. При тези показатели подобно вариране е съобщавано и при други сходни растителни видове – обикновена зимна пшеница, ечемик, тритикале, други амфидиплоидни форми (Fisher and HilleRisLambers, 1978; Guinta et al., 1999; Dencic et al., 2000; Motzo et al., 2001; Garcia del Moral et al., 2003; Acreche et al., 2006). Периодът на формиране на тези показатели не е твърде продъл-жителен подобно на вегетативните по-казатели, но се характеризира с изключителна динамика на метеорологичното време. През трите периода на изследване метеорологичните показатели се различават съществено точно в периода на формиране и наливане на зърното (Таблица 1, месеци Май и Юни). Ето защо варирането при тези показатели макар, че като тенденция се запазва да е с високи стойности, те се различават съществено. За разлика от предходната група показатели, тук варирането е най-високо през неблагоприятния период за развитие на амфидиплоида (Таблица 2). Това се дължи

a more specific behavior. Since the length of spikes with awns is measured without taking into account the angle formed with the axis of the spike, in some cases the lower LSA values were due to the bigger angle the awns form with the central axis. Such position is related to higher fertility because the plump grains deform the spikelet (Stoyanov, 2016). Therefore, during the unfavorable period 2013/2014 the high variation both in the number of grains and in the nutrition of grain was the reason for the greater variation of LSA in comparison to the favourable period.

Extremely high variation was observed in the indices WS (35.84%), WGS (45.52%), NGS (34.21%), WDSL (28.20%), AWS (29.98%), M1000 (25.55%). This was due to their predominantly generative nature since they are related to the reproductive specificity of the plant.

Such high variation of these indices has been reported in similar plant species, as well – common winter wheat, barley, triticale, and other amphidiploid forms (Fisher and HilleRisLambers, 1978; Guinta et al., 1999; Dencic et al., 2000; Motzo et al., 2001; Garcia del Moral et al., 2003; Acreche et al., 2006).

The formative period of these indices is not very long, similar to the vegetative indices, but is marked by the high dynamics of the meteorological weather. During the three periods of investigation, the meteorological indices differed significantly in the very stages of grain formation and grain filling (Table 1, months May and June). Therefore the indices, although forming a stable tendency toward high values, differed significantly with regard to these high values. In contrast to the previously considered group of indices, here the variation was highest during the period unfavorable for formation of the amphidiploid (Table 2). This was due именно на особеностите на репродуктивния апарат на растенията и на специфичната му реакция към неблагоприятните условия на средата (Stoyanov, 2017). Най-високо вариране се наблюдава при показателите МК и МЗК. Това се дължи на техния комплексен характер, тъй като обединяват в себе си ефектите на влиянието на средата върху цялостния физиологичен процес по опрашване, оплождане, формиране и наливане на зърното (Stoyanov and Baychev, 2017b). Подобна комплексност на даден признак е свързан с експресията на голямо количество гени (Ramya et al., 2010). Поради тази причина варирането на подобни комплексни признаци следва да бъде значително по-високо (Stoyanov, 2016). Тъй като МЗК е основният признак, който характеризира класовата продуктивност в тегловно отношение, то повишените стойности на вариационните коефициенти през отделните периоди са показателни за широката реакция на амфидиплоида и наличието на определени компенсаторни механизми.

Показателят М1000 се характеризира с изключително специфична реакция по отношение на своето вариране, поради което следва да бъде анализиран в детайли. Подобно на останалите тегловни параметри, най-високо вариране се наблюдава през неблагоприятния за развитието на амфидиплоида период – 2013/2014. Въпреки това обаче, най-ниско вариране (13,24%) е отчетено през периода 2012/2013 – благоприятен за развитие на растенията, докато при останалите тегловни параметри най-ниско е варирането през 2014/2015 (Таблица 2). Следва да се посочи, че диференциацията на класовете вследствие на високото братене през благоприятния период е причина за различен брой класчета в някои класове, а оттам и за разлики в МК, МЗК, БЗК, РМДК и СМК. Това показва, че развитието на отделните класчета е от изключителна важ-

exactly to the peculiarities of the reproductive apparatus of the plants and of its specific response to the unfavorable conditions of the environment (Stoyanov, 2017). The highest variation was observed in the indices WS and WGS. This is conditioned by their complex nature because they combine the effects of the environment on the overall physiological process of pollination, fertilization, formation and filling of grain (Stoyanov and Baychev, 2017b). Such complexity of a given trait is related to the expression of a large amount of genes (Ramya et al., 2010).

Therefore, the variation of such complex traits should be considerably higher (Stoyanov, 2016). Since WGS is the main trait characterizing the productivity of the spike with regard to weight, the increased values of the variation coefficients during the separate periods were indicative for the wide-range reaction of the amphidiploid and the presence of certain compensatory mechanisms.

The index M1000 was characterized by a highly specific response with regard to its variation and therefore has to be analyzed in detail. Similarly to the other weight parameters, the highest variation was observed during the period unfavorable for the development of the amphidiploid - 2013/2014. In spite of that, however, the lowest variation (13.24%) was registered during 2012/2013 – a period, favorable for the development of the plants, while in the other weight parameters the variation was lowest during 2014/2015 (Table 2). It should be pointed out that the differentiation of the spikes resulting from the high tillering during the favorable period was the reason for the different number of spikelets in some spikes, and thence – for the differences in WS, WGS, NGS, WDLS and AWS. This showed that the development of the individual spikelets was exceptionally important for ност за формиране на общата класова продуктивност – всяко допълнително класче допринася към МЗК. Изхранването на зърното обаче, не се повлиява пряко от броя на класчетата, освен при някои специфични генотипове (Stoyanov, 2015e). Поради тази причина М1000 следва отделна тенденция спрямо метеорологичното време. Въпреки, че през 2015г МЗК има по-високи стойности (Таблица 2), то частичното полягане води до предпоставки за по-високо вариране, поради очаквани разлики в изхранването на зърното.

Проведеният дисперсионен анализ (Таблица 3), категорично подчертава резултатите от вариационния анализ и доказва хипотезите следствие на особеностите на варирането на изследваните компоненти на класовата продуктивност. Доказано е влиянието на периода на отглеждане при вегетативните показатели БКК, ДК, ДКО, ИО и БКДК. Ясно е различието между благоприятния период за отглеждане – 2012/2013 и останалите два периода. Това дава основание да се твърди с висока степен на достоверност, че високата продуктивна братимост, резултат от благоприятните условия на средата, повлиява изявата на класовата продуктивност. Изключително впечатление прави липсата на достоверни разлики при показателите МК, МЗК, РМДК, СМК (Таблица 3). Подобни данни, въпреки високата степен на вариране са показателни за изключително сериозните компенсаторни механизми, които се наблюдават в изследвания амфидиплоид (Stoyanov, 2016). Въпреки съществените разлики във вегетативното развитие на класовете, то тяхната продуктивност остава сравнително на идентично ниво. Това означава, че броят на зърната и масата на 1000 зърна се допълват във функционално отношение като се осигурява оптимална класова продуктивност. Прави впечатление, че М1000 има различно поведение по отношение

the formation of the total productivity of spike – each additional spikelet contributed to WGS. The nutrition of grain, however, was not directly influenced by the number of spikelets, with the exception of some specific genotypes (Stoyanov, 2015e). Therefore M1000 followed a separate tendency according to the meteorological weather. Although in 2015 WGS had higher values (Table 2), the partial lodging preconditioned higher variation due to the expected differences in the nutrition of grain.

The ANOVA (Table 3) definitely confirmed the results from the variation analysis and proved the hypotheses following from the specificity in the variation of the investigated components of spike productivity. The effect of the growing period on the vegetative indices NSS, LS, LSA, AI and NSLS was significant. There is a clear difference between the period favorable for growing (2012/2013) and the other two periods. This allowed assuming with a high degree of significance that the high number of productive tillers resulting from the favorable environmental conditions influenced the expression of the spike productivity. The fact that there were no significant differences in the indices WS, WGS, WDLS and AWS (Table 3) is worth mentioning. Such data, in spite of their high degree of variation, are indicative for the considerable compensatory mechanisms observed in the investigated amphidiploid (Stoyanov, 2016). In spite of the significant differences in the vegetative development of the spikes, their productivity remained at comparatively the same level. This means that the number of grains and M1000 complement each other functionally and thus ensure optimal spike productivity. It is worth mentioning also that M1000 had different behavior with regard to the three investigated periods according to the other weight indices (Table 2 and 3). During the на трите изследвани периода спрямо другите тегловни показатели (Таблица 2 и 3). През неблагоприятния и междинния период няма достоверна разлика между средните стойности, но благоприятният рязко се отличава от останалите два. Това определя М1000 като особен показател, който има едновременно и вегетативен и генеративен характер. Това означава, че едрината на зърната се формира от типичен вегетативен процес, иницииран от генеративен. Подобни данни се свързват с изключителната комплексност на класовата продуктивност и цялостната взаимозависимост на отделните ú компоненти.

unfavorable and the intermediate period, there was no significant difference between the mean values, but the favorable period was clearly distinct from the other two. This makes M1000 a special index, which is simultaneously of vegetative and generative nature; i.e. the size of grain is conditioned by a typical vegetative mechanism initiated by a generative one. Such data are related to high complexity of the spike productivity and overall interdependence of its separate components.

Таблица 3. Дисперсионен анализ на изследваните структурни елементи на продуктивността
Table 3. ANOVA of the investigated structural elements of productivity

	Показател Parameter	СК SS	F	Sig.		Показател Parameter	СК SS	F	Sig.
БКК NSS	МГ / BG	278,648	17,900	0,000	ИО AI	МГ / BG	1,863	24,316	0,000
	ВГ / WG	404,733				ВГ / WG	1,992		
	Общо / Total	683,382				Общо / Total	3,856		
ДК LS	МГ / BG	10923,577	20,181	0,000	БКДК NSLS	МГ / BG	0,0031	8,666	0,001
	ВГ / WG	14073,150				ВГ / WG	0,0093		
	Общо / Total	24996,727				Общо / Total	0,0124		
ДКО LSA	МГ / BG	3025,627	3,201	0,049	РМДК WDLS	МГ / BG	0,0003	2,941	0,062
	ВГ / WG	24573,100				ВГ / WG	0,0023		
	Общо / Total	27598,727				Общо / Total	0,0025		
МК WS	МГ / BG	1,190	0,581	0,563	СМК AWS	МГ / BG	0,0024	0,920	0,405
	ВГ / WG	53,250				ВГ / WG	0,0692		
	Общо / Total	54,440				Общо / Total	0,0716		
МЗК WGS	МГ / BG	2,028	1,403	0,255	М1000 M1000	МГ / BG	1073,910	5,031	0,010
	ВГ / WG	37,589				ВГ / WG	5549,881		
	Общо / Total	39,617				Общо / Total	6623,791		
БЗК NGS	МГ / BG	3067,444	9,635	0,000	СИВГ SEYI	МГ / BG	0,968	0,191	0,827
	ВГ / WG	8277,283				ВГ / WG	132,089		
	Общо / Total	11344,727				Общо / Total	133,057		

БКК/NSS – брой класчета в клас/number of spikelets per spike, ДК/LS – дължина на класа/length of spike, ДКО/LSA – дължина на класа с осили/length of spike with awns, МК/WS – маса на класа/weight of spike, МЗК/WGS – маса на зърната в клас/weight of grains per spike, БЗК/NGS – брой зърна в клас/number of grains per spike, ИО/AI – индекс на осилестост/awness index, БКДК/NSLS – брой класчета по дължината на класа/number of spikelets to the length of spike, РМДК/WDLS – разпределение на масата по дължината на класа/weight distribution along the length of spike, СМК/AWS – средна маса на класче/average weight of spikelet, М1000/M1000 – маса на 1000 зърна/weight of 1000 grains, СИВГ/SEYI – селекционен индекс за неутрализиране на влиянието на фактора „година"/specific index eliminating the year influence, СК/SS – сума на квадратите/sum of squares, МГ/BG – между групите/between groups, ВГ/WG – вътре в групите/within groups, Sig. – достоверност/significance

Показателят СИВГ недвусмислено потвърждава твърденията по отношение високата степен на стабилност на класовата продуктивност през отделните периоди на изследването. Тъй като показателят е формиран на база типични вегетативни и типични генеративни параметри, следва да се отчете, че липсата на достоверни разлики между стойностите по години (Таблица 3) подчертава комплексния характер на амфидиплоидния образец. В предходно изследване върху същия образец (Stoyanov, 2015c) е направен паралел между амфидиплоида и обикновената зимна пшеница. Анализът установява, че двата вида, макар да формират класовата си продуктивност от идентични компоненти, то тяхното поведение е напълно различно. Амфидиплоидният образец разчита основно на броят на зърната в клас, докато при обикновената зимна пшеница сериозно значение има масата на 1000 зърна. В това отношение, тъй като и при двата вида СИВГ има стабилен характер по години, може да се твърди, че този показател е уникално биологично съотношение, което дава реална представа за стабилността на класовата продуктивност.

Данните от дисперсионния анализ и от вариационните коефициенти не са достатъчни, за да характеризират напълно класовата продуктивност. Въпреки че в тегловно отношение МЗК е във почти функционална зависимост от БЗК и М1000, то сериозната взаимовръзка между всички компоненти на класовата продуктивност предполагат известно влияние и на другите показатели. Проведеният ковариационен анализ дава възможност да се проследи влиянието и на ДК, ДКО и БКК върху стойностите на МЗК. Установяването на подобни влияния би било валидно, ако съвкупното въздействие на ковариращите показатели неутрализира въздействието на фактора година.

Данните от Таблица 4 категорично потвърждават наличието на допълнителен показател, който има отноше-

The index SEYI undoubtedly confirmed the assumption regarding the high degree of stability of the spike productivity during the individual periods of investigation. Since the index is formed on the basis of typical vegetative and typical generative parameters, it should be taken into account that the absence of significant differences between the values over years (Table 3) emphasizes the complex nature of the amphidiploid accession. In a previous investigation on the same accession (Stoyanov, 2015c), a parallel was made between the amphidiploid and common winter wheat. The analysis determined that the two species, although forming their spike productivity from identical components, have completely different behavior. The amphidiploid accession relied primarily on the number of grains per spike, while in common winter 1000 kernel weight was of high importance. In this respect, since both species have SIEY which is stable over years, it can be assumed that this index represents a unique biological ratio, which gives an accurate understanding about the stability of the spike productivity.

The data from the ANOVA and the variation coefficients were not sufficient to comprehensively characterize the spike productivity. Although WGS is in almost functional dependence on NGS and M1000 with regard to weight, the serious correlations between all components of spike productivity imply some influence of the other indices as well.

The co-variation analysis carried out allowed following the effect also of LS, LSA and NSS on the values of WGS. The determining of such effects would be valid if the total effect of the co-variation indices neutralizes the influence of the factor year.

The data from Table 4 undoubtedly confirmed the presence of an additional index related to the formation of the spike ние към формирането на класовата продуктивност. Липсата на достоверност на ковариансите на БКК и ДК спрямо МЗК е показателно за отсъствието на пряко влияние върху формирането на класовата продуктивност по отношение генеративната фаза – т.е. БКК и ДК са основа за формирането на МЗК, но техните стойности нямат практическо отношение към реалната експресирана продуктивност. От друга страна ДКО показва достоверно влияние върху изявата на МЗК, макар и с по-малки стойности от общия варианс.

productivity. The non-significance of the co-variances of NSS and LS according to WGS was indicative for the absence of a direct effect on the formation of spike productivity with regard to the generative stage, i.e. NSS and LS are the basis for the formation of WGS, but their values are not related in practice to the actual expression of productivity.

On the other hand, LSA demonstrated a significant effect on the expression of WGS, although its values were lower than that of the total variance.

Таблица 4. Анализ на ковариансите на преките компоненти на класовата продуктивност върху показателя МЗК
Table 4. Analysis on the covariances of the direct components of spike productivity on the index WGS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	38.999	7	5.571	343.165	0.000
Intercept	1.121	1	1.121	69.063	0.000
БКК	0.046	1	0.046	2.835	0.098
ДК	0.001	1	0.001	0.068	0.795
ДКО	0.147	1	0.147	9.061	0.004
БЗК	5.807	1	5.807	357.666	0.000
M1000	5.906	1	5.906	363.787	0.000
Year	0.102	2	0.051	3.153	0.051
Error	0.844	52	0.016		
Total	256.481	60			
Corrected Total	39.843	59			

БКК/NSS – брой класчета в клас/number of spikelets per spike, ДК/LS – дължина на класа/length of spike, ДКО/LSA – дължина на класа с осили/length of spike with awns, БЗК/NGS – брой зърна в клас/number of grains per spike, M1000/M1000 – маса на 1000 зърна/weight of 1000 grains, Sig. – достоверност/significance

На Таблица 5 ясно се откроява, че влиянието на трите компоненти БЗК, М1000 и ДКО, неутрализират влиянието на годината по отношение на показателя МЗК. Подобни данни са показателни, че осилите имат ключово значение при формиране на класовата продуктивност. При други зърнено-житни видове е установено, че фотосинтетичната роля на осилите и на плевите е от изключително голямо значение при формиране на зърното (Teich, 1982). Запазването на осилите,

Table 5 clearly shows that the effects of the three components, NGS, M1000 and LSA, neutralize the effect of the year with regard to the index WGS. Such data are an indication that the awns have a key significance for the formation of the spike productivity.

It has been determined in other cereal crops that the photosynthetic role of the awns and glumes is essential for the formation of grain (Teich, 1982).

дори при редукция на листната маса е от сериозно значение, тъй като те осигуряват известно количество асимилати необходими за изхранването на зърното (Nankova, непубликувани данни). По този начин наличието на осили се превръща в много сериозен компенсаторен механизъм, който влияе пряко върху величината на класовата продуктивност. Наред с взаимовръзката, която съществува между БЗК и М1000, ролята на фотосинтезата от незърнестата част на класа следва да се отнесе към признаците с изключително важно селекционно значение. По този начин би могла да се оптимизира класовата продуктивност на различни амфидиплоиди и те да бъдат ефективно интродуцирани като културни растения.

Keeping the awns, even if the leaf mass is reduced, is of high importance since they provide a certain amount of assimilates necessary for grain nutrition (Nankova, unpublished data). Thus the awns become a serious compensatory mechanism which affects directly the size of spike productivity.

Simultaneously with the correlation between NGS and M1000, the role of the photosynthesis from the non-grain part of the spike should be referred to the traits which are of very high breeding value. Thus, the spike productivity of the different amphidiploids can be optimized and they may be efficiently introduced as cultural plants.

Таблица 5. Анализ на ковариансите на преките компоненти на класовата продуктивност върху показателя МЗК

Table 5. Analysis of the covariances of the direct components of spike productivity on the index WGS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	38.893	5	7.779	442.020	0.000
Intercept	2.311	1	2.311	131.324	0.000
БЗК	6.897	1	6.897	391.895	0.000
М1000	6.139	1	6.139	348.865	0.000
ДКО	0.188	1	0.188	10.681	0.002
Year	0.094	2	0.047	2.663	0.079
Error	0.950	54	0.018		
Total	256.481	60			
Corrected Total	39.843	59			

БКК/NSS – брой класчета в клас/number of spikelets per spike, ДК/LS – дължина на класа/length of spike, ДКО/LSA – дължина на класа с осили/length of spike with awns, БЗК/NGS – брой зърна в клас/number of grains per spike, М1000/M1000 – маса на 1000 зърна/weight of 1000 grains, Sig. – достоверност/significance

ИЗВОДИ

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

1. Установено е, че показателите имащи вегетативен характер – БКК, ДК, ДКО, ИО и БКДК варират сравнително слабо като тенденция, но с различия спрямо отделните изследвани периоди.

2. Много високо вариране е установено при показателите МК, МЗК,

CONCLUSIONS

The following conclusions can be drawn based on the presented results:

1. It was found out that the indices which have vegetative nature – NSS, LS, LSA, AI and NSLS, varied comparatively less as a tendency, although there were differences between the investigated periods.

2. A very high variation was determined in the indices WS, WGS,

БЗК, РМДК и СМК, което се дължи на тяхната изключителна зависимост от условията на средата и комплексността на тяхната изява.

3. Достоверно е влиянието на периода на отглеждане върху стойностите на вегетативните показатели, което се свързва с повишена братимост през благоприятния период за развитие на амфидиплоида и компенсаторните механизми между компонентите на класовата продуктивност.

4. Не се наблюдават достоверни разлики при показателите МК, МЗК, РМДК и СМК, което определя липсата на влияние на периода на отглеждане върху класовата продуктивност.

5. Видът показва липса на въздействие на средата върху специфичното биологично отношение СЕГИ, което подчертава сериозните компенсационни механизми, които съществуват при този образец.

6. Анализът на ковариансите подчертава, че върху варирането на показателя маса на зърната в клас сериозно влияние оказват броя на зърната в клас, масата на 1000 зърна и дължината на класа с осилите.

7. Тези данни илюстрират, че при влошени условия за формиране на зърна и последващото им изхранване, сериозно влияние като компенсационен механизъм има фотосинтетичният апарат на класа.

8. Подобни характеристики определят вида *Triticum ×toschevii* като изключително ценен и подходящ за въвеждане като културно растение.

NGS, DWLS and MWS, which was due to their extreme dependence on the environmental conditions and the complexity of their expression.

3. The effect of the growing period on the values of the vegetative indices was significant and can be explained by the greater number of productive tillers during the period favorable for development of the amphidiploid and by the compensatory mechanisms between the components of spike productivity.

4. Significant differences were not observed in the indices WS, WGS, DWLS and MWS and therefore there was no effect of the growing period on spike productivity.

5. There was no effect of the environment on the specific biological ratio SIEY in this species, which emphasized the significant compensatory mechanisms of the accession.

6. The analysis of the co-variances underlined that the number of grains per spike, 1000 kernel weight and the length of spike with awns had serious influence on the variation of the index weight of grain per spike.

7. These data showed that under adverse conditions for formation of grains and their subsequent nutrition, the photosynthetic apparatus of the spike had a high effect as a compensatory mechanism.

8. Such characteristics make the species *Triticum ×toschevii* highly valuable and suitable for introduction as a cultural plant.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Acreche, M.M. and G.A. Slafer**, 2006. Grain weight response to increases in number of grains in wheat in a Mediterranean area. *Field Crops Research*, 98, 52-59.
2. **Atienza, S.G., A.C. Martin and A. Martin**, 2000. Introgression of wheat chromosome 2D or 5D into tritordeum leads to free-threshing habit. *Genome*, 50, 994-1000.
3. **Ballesteros, J., M.C. Ramirez, S.G. Atienza and A. Martin**, 2005. Registration of HT621, a High Carotenoid Content Tritordeum Germplasm Line. *Crop Science*, 45, 2662-2663.

4. **Chahal, G.S. and S.S. Gosal**, 2000. Principles and procedures of plant breeding: Biotechnological and conventional approaches. CRC Press, New York.

5. **Dencic, S., R. Kastori, B. Kobiljski and B. Duggan**, 2000. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 113: 43-52.

6. **Fischer, R.A. and D. HilleRisLambers**, 1978. Effect of environment and cultivar on source limitation to grain weight in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(3), 443-458

7. **Fufa, H., S.P. Baenziger, B.S. Beecher, R.A. Graybosch, K.M. Eskridge and L.A. Nelson**, 2005. Genetic improvement trends in agronomic performances and end-use quality characteristics among hard red winter wheat cultivars in Nebraska. *Euphytica*, 144,187-198

8. **Garcia del Moral, L.F., Y. Rharrabti, D. Villegas and C. Royo**, 2003. Evaluation of Grain Yield and Its Components in Durum Wheat under Mediterranean Conditions. *Agron. J.*, 95, 266-274

9. **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.

10. **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

11. **Ksiazczyk, T., B. Apilinarska, Kulak-Ksiazczyk, H. Wisniewska, S. Stojalowski and M. Lapinski**, 2011. Identification of the chromosome complement and the spontaneous 1R/1V translocations in allotetraploid *Secale cereale* × *Dasypyrum villosum* hybrids through cytogenetic approaches. *J Appl Genet*, 52, 305-311.

12. **Martin, A., C. Martinez-Araque, D. Rubiales and J. Ballesteros**, 1996. Tritordeum: Triticale's new brother cereal. In: H. Guedes-Pinto et al. (eds.), Triticale: Today and Tomorrow. Kluwer Academic Publishers, pp57-72.

13. **Mahmood, A. and M. Shahid**, 1993. Inheritance and inter-relationship studies of some quantitative characteristics in wheat. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 14-2/3, 121-125

14. **Mico P., M. Megyeri, M. Molinar-Lang and G. Kovacs**, 2013. Characterization of *Triticum timopheevii* Zhuk. Gene Bank accessions for the development of synthetic amphidiploid wheat lines. *Acta Agronomica Hungarica*, 61(2), 113-121.

15. **Mihova, G., V. Baychev, P. Chamurliyski and H. Stoyanov**, 2017. Yield Formation in Winter Cereals under Contrasting Conditions of the Environment. In: Congress Book of 2nd International Balkan Agriculture Congress, At Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Tekirdağ, Turkey. pp 351-358.

16. **Motzo, R., F. Giunta and M. Deidda**, 2001. Factors affecting the genotype × environment interaction in spring triticale grown in a Mediterranean environment. *Euphytica*, 121, 317-324.

17. **Rahman, M.S. and J.H. Wilson**, 1977. Determination of spikelet number in wheat. I. Effect of varying photoperiod on ear development. *Australian Journal of Agricultural Research*, 28(2), 265-274

18. **Ramya, P., A. Chaubal, K. Kulkarni, L. Gupta, N. Kadoo, H. S. Dhaliwal, P. Chhuneja, M. Lagu and V. Gupta**, 2010. QTL mapping of 1000-kernel weight, kernel length, and kernel width in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *J Appl Genet,* 51(4), 421-429

19. **Rawson, H.M.**, 1969. Spikelet Number, Its Control And Relation To Yield Per Ear In Wheat. *International Journal of Biological Sciences*, 23, 1-15
20. **Spetsov, P. and M. Savov**, 1992. A review on amphidiploids in the Triticeae, obtained in Bulgaria during 1950-1990. *Wheat Information Service*, 75, 1-6.
21. **Spetsov, P., I. Belchev and D, Plamenov**, 2008. Breeding of synthetic wheats: Crossability and production of hybrids with participation of *Aegilops tauschii*. In: Proceedings of Technical university-Varna, I, 71-76 (Bg).
22. **Spetsov, P., D. Plamenov and I. Belchev**, 2009. Breeding of synthetic wheats: analysis of amphidiploid plants obtained with *Aegilops tauschii* Coss. *Field crops studies*, V-2, 207-216 (Bg).
23. **Stoyanov, H.**, 2012. Characteristics of amphidiploids in the *Triticum-Aegilops-Haynaldia-Agropyron* group. *Scientific Papers*. Series A. Agronomy, LV, 249-255.
24. **Stoyanov, H.**, 2013. Status of remote hybrids in the Poaceae: problems and prospects. *Agricultural science and technology*, 5(1), 3-12.
25. **Stoyanov, H.**, 2014. New amphidiploid wheat species (nothosp. nov.) as a result of artificial hybridisation. *Scientific Papers*. Series A. Agronomy, LVII, 331-338.
26. **Stoyanov, H.**, 2015a. Effect of black (stem) rust (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) to the spike characteristics in Polish wheat (*Triticum polonicum* L.). *Agricultural science and technology*, 7(1), 25-35.
27. **Stoyanov, H.**, 2015b. Spike morphology and variation in spike parameters in spesies *Triticum ×savovii*. *Scientific Papers*. Series A. Agronomy, LVIII, 315-324.
28. **Stoyanov, H.**, 2015c. Influence of environmental conditions on the species *Triticum ×toschevii* H.P.St. compared to common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). In: Proceeding of Union of Scientists - Ruse, 3, *Agrarian and Veterinary Medicine Sciences*, 7: 29-35.
29. **Stoyanov, H.**, 2015d. Influence of contrast growing conditions on the amphidiploid *Triticum timopheevii* Zhuk. X *Aegilops tauschii* Coss. In: Proceeding of Union of Scientists - Ruse, 3, *Agrarian and Veterinary Medicine Sciences*, 7, 36-42.
30. **Stoyanov, H.**, 2015e. Research on the diversity of the reproductive apparatus in genus Triticum as a source of increasing the productivity of common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). In: Proceedings of Institute of Agriculture - Karnobat (in press)
31. **Stoyanov, H.**, 2016. Effect of the environmental factors on the correlations in the species *Triticum ×toschevii* H.P.St. *Field Crops Studies* (in press)
32. **Stoyanov, H.**, 2017. Yield structure and component analysis of the species *Triticum ×toschevii* H.P.St. *Science and Research* (in press).
33. **Stoyanov, H., P. Spetsov and D. Plamenov**, 2010. Origin of common winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and analysis of synthetic wheat forms as a source of genetic diversity. In: Proceedings of University of Ruse, 49(1.1), 55-60.
34. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2015. Correlations between spike parameters of first generation direct and reciprocal crosses of triticale (×*Triticosecale* Wittm.). *Agricultural Sciences*, VII, 18, 25-34.
35. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2016a. Achievements and trends in the breeding of triticale in Bulgaria. 9th International Triticale Symposium, Szeged, Hungary, May 23-27, 2016, Book of Abstracts, pp. 20.
36. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2016b. Analysis on “Genotype x Environment” Interaction in Bulgarian Triticale (×*Triticosecale* Wittm.) Cultivars. *Scientific works of Institute of Agriculture - Karnobat* (in press)

37. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2017a. Research on the variability in triticale (×*Triticosecale* Wittm.) crosses as a source of genetic diversity. In: Youth Scientific Conference "Kliment's Days", Sofia 2016, Annuaire de l'Université de Sofia "St. Kliment Ohridski", Faculte de Biologie, 2017, 102(4), 105-126.
38. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2017b. Response to the environmental conditions of the spike indices in second generation of triticale crosses (x*Triticosecale* Wittm.). In: Proceeding of International Conference "135 years Institute of Plant Genetic Resources - Sadovo", pp 300-317 (Bg).
39. **Teich, A.H.**, 1982. Interaction of awns and environment on grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communications*, 10(1/2), 11-15.
40. **Topliiski, D.**, 2006. Climate of Bulgaria. "Amstels" Foundation, Sofia. pp. 360 (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (6), 223-242 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Сортове тритикале подходящи за отглеждане при високи нива на абиотичен стрес

Христо Стоянов*, Валентин Байчев, Татяна Петрова, Галина Михова

Добруджански земеделски институт, 9521 Генерал Тошево, България
**Email: hpstoyanov@abv.bg*

Triticale cultivars suitable for growing under high level of abiotic stress

Hristo Stoyanov*, Valentin Baychev, Tatyana Petrova, Gallina Mihova

Dobrudzha Agricultural Institute, 9521 General Toshevo, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

За да се установят сортовете тритикале, които съчетават висок продуктивен потенциал и толерантност към различни видове абиотичен стрес са изследвани 11 български сорта – Колорит, Атила, Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Добруджанец, Ловчанец, Дони 52, Благовест и Борислав, селекция на Добруджански земеделски институт - Генерал Тошево. Установени са добивите от изследваните сортове и тяхната стабилност при полски силно контрастни условия на средата в периода 2015-2017г. Проучена е толерантността на стрес, като са получени данни за студоустойчивост (процент оцелели растения при замразяване в камери при различни температури) и сухоустойчивост (на база реакцията на показателите височина на растенията, брой продуктивни братя, брой зърна в клас, маса на зърната в клас, маса на 1000 зърна, при условията на засушник). На база на проведените експерименти, сортовете с най-голяма продуктивност за тригодишен период са Атила, Дони 52 и Борислав. С най-висока студоустойчивост се характеризират сортовете Респект, Акорд и Борислав. С висока толерантност на засушаване са

SUMMARY

In order to determine the triticale varieties, which combine high productivity potential with tolerance to different types of abiotic stress, 11 Bulgarian cultivars – Kolorit, Atila, Akord, Respekt, Bumerang, Irnik, Dobrudzhanets, Lovchanets, Doni 52, Blagovest and Borislav, developed at Dobrudzha Agricultural Institute - General Toshevo were investigated. Yields of investigated cultivars and their stability are determined in field and strong contrasting environmental conditions during the period 2015-2017. The stress tolerance was determined also by receiving data of cultivars cold tolerance (as percent of survived plants after freezing in cameras with different temperatures) and drought tolerance (based on reaction of the parameters plant height, number of productive tillers, number of grains per spike, weight of grains per spike, thousand kernel weight in the conditions of rain-out shelter). Based on the experiments with best productivity for three year period are the cultivars Atila, Doni 52 and Borislav. Cultivars Respekt, Akord and Borislav were characterized with highest cold tolerance. Cultivars Atila, сортовете Атила, Бумеранг, Добруджанец. Силно впечатление прави сорт Дони 52, който съчетава както нормална студоустойчивост, така и толерантност на засушаване при висок продуктивен потенциал. Сортовете Акорд и Дони 52 се характеризират като най-стабилни по отношение на добива зърно, при силно контрастни условия на средата. Подобни резултати характеризират сортовете Атила, Акорд, Бумеранг, Дони 52 и Борислав като изключително постижение при селекцията на тритикале и уникално съчетание на продуктивност и толерантност на абиотичен стрес.

Ключови думи: тритикале, абиотичен стрес, сортове

УВОД

Динамичната селекция на полските култури налага съвременните сортове да отговарят на редица изисквания (Chahal and Gosal, 2000). От една страна е продуктивният потенциал на културното растение, а от друга устойчивостта и толерантността на биотичен и абиотичен стрес (Randhawa et al., 2015). По данни на Boyer (1982) над 70% от загубите върху добива от културните растения се дължат на влиянието на абиотичния стрес. Под абиотичен стрес следва да се разбира влиянието на факторите на средата свързани с почвено-климатичните условия върху растежа и развитието на растението (Cramer et al., 2011; Arseniuk, 2015). Особено голямо е влиянието на подобен тип стрес при зърнено-житните култури, за което свидетелстват сериозен брой изследвания и публикации (Ishag and Mohamed, 1996; Dhindsa et al., 2002; Goyali and Dhindsa, 2003; Lozano del Rio et al., 2009; Dimitrijevic et al., 2011). Тритикале като типична зърнено-житна култура също се характеризира с чувствителност към абиотичен стрес. Различни изследвания при културата недвусмислено определят тритикале като сравнително по-толерантна култура на определени типове стресови фактори –

Boomerang, Dobrudzhanets were with high tolerance to drought. Very impressive is cultivar Doni 52, which combines both normal cold tolerance and drought tolerance with high productivity potential. Cultivars Akord and Doni 52 were most stable with regard to grain yield under highly contrasting conditions of the environment. Similar results were typical of cultivars Atila, Akord, Boomerng, Doni 52 and Borislav, which can be considered remarkable breeding achievements and unique combinations of productivity and tolerance to abiotic stress.

Key words: triticale, abiotic stress, cultivars

INTRODUCTION

The dynamic breeding of field crops requires the contemporary cultivars to meet a number of criteria (Chahal and Gosal, 2000). On the one hand, this is the productivity potential of the cultural plant, on the other – the resistance and tolerance to biotic and abiotic stress (Randhawa et al., 2015). According to data of Boyer (1982), more than 70 % of the yield losses from the cultural plants are due to the effect of the abiotic stress. Abiotic stress means the effect of the environmental factors in connection with the soil and climatic conditions on the growth and development of the plants (Cramer et al., 2011; Arseniuk, 2015).

Especially high is the effect of such a stress on the cereal crops as evidenced by a great number of investigations and publications (Ishag and Mohamed, 1996; Dhindsa et al., 2002; Goyali and Dhindsa, 2003; Lozano del Rio et al., 2009; Dimitrijevic et al., 2011).

Triticale, being a typical cereal crop, is susceptible to abiotic stress. Different investigations on this crop undoubtedly define triticale as comparatively more tolerant to certain types of stress factors: drought, metal toxicity, nitrogen deficiency, as compared to the other засушаване, метална токсичност, азотен дефицит, спрямо останалите зърненожитни култури (Arseniuk, 2015). От друга страна обаче, тритикале е култура, която се отличава със сравнително по-ниска студоустойчивост и зимоустойчивост спрямо пшеницата и ръжта (Liu et al., 2014). Особен проблем при културата представлява поляганeто, поради сравнително по-голямата височина на растенията и особеностите на стъблената и прикореновата морфология. Arseniuk (2015) подчертава сравнително високото предимство на тритикале за отглеждането му при различаващи се условия на средата спрямо пшеницата, при запазване но висок продуктивен потенциал. Подобни характеристики, заедно със сравнително високата продуктивност на културата са предпоставка за търсенето на генотипове, които да съчетават висока продуктивност и толерантност на стрес. Съвременните селекционни програми по тритикале следват тенденция за подобряване на толерантността на абиотичен стрес при културата с цел повишаване на стабилността на добива (Stoyanov and Baychev, 2016a).

Сортовете тритикале, създадени в Добруджански земеделски институт се характеризират както с висок продуктивен потенциал, така и със сравнително висока стабилност на добива. За това свидетелстват предишни изследвания върху тях при контрастни условия на средата. Baychev (2013) посочва, че тритикале реагира строго специфично в зависимост от генотипа на различни видове стрес през периодите на изследване, като се запазва сравнително висока продуктивност. Stoyanov and Baychev (2016b) доказват специфичното влияние на фактора среда х генотип при формирането на добива от тритикале, в контрастни условия на средата. Подобни данни за българските сортове тритикале подчертават тяхната висока толерантност към абиотичен стрес при полски условия.

cereals (Arseniuk, 2015).

On the other hand, however, triticale is a crop which possesses comparatively lower cold and winter resistance than wheat and rye (Liu et al., 2014).

A specific problem in this crop is lodging due to the greater plant height and the peculiarities of the stem and root morphology.

Arseniuk (2015) underlined the comparatively strong advantage of triticale over wheat for maintaining a high productivity potential when grown under variable conditions of the environment. Such characteristics, together with the comparatively high productivity of triticale, are a prerequisite for searching of genotypes which combine productivity and tolerance to stress.

The contemporary breeding programs of triticale follow a tendency toward improvement of the tolerance to abiotic stress with the aim of enhancing the yield stability (Stoyanov and Baychev, 2016a).

The triticale cultivars developed at Dobrudzha Agricultural Institute possess both high productivity potential and comparatively high yield stability. Evidence for this has been provided in previous investigations on these cultivars under contrasting conditions of the environment. Baychev (2013) pointed out that the response of triticale to different types of stress during the investigated periods was strictly specific and genotype-dependent, maintaining comparatively high level of productivity. Stoyanov and Baychev (2016b) proved the specific effect of the factor environment x genotype on the formation of the yield from triticale under contrasting environmental conditions. Such data on the Bulgarian triticale cultivars emphasize their high tolerance to abiotic stress under field conditions. Additionally, Baychev and

Независимо от това Baychev and Petrova (2009), Baychev and Petrova (2011), Petrova and Baychev (2007), Tanchev and Baychev (2007) показват, че българските сортове тритикале се отличават и с висока лабораторна студоустойчивост. Тези данни налагат да бъде съставена комплексна оценка, включваща както продуктивността, така и толерантността на стрес. Това би дало възможност за качествената характеристика на българските сортове тритикале и очертаване на тенденциите по отношение подобрителната работа с културата.

Целта на настоящето изследване е да се установят сортовете тритикале, които съчетават висок продуктивен потенциал и толерантност към различни видове абиотичен стрес.

Petrova (2009, 2011), Petrova and Baychev (2007), Tanchev and Baychev (2007) demonstrated that the Bulgarian triticale cultivars also have high laboratory cold tolerance.

These data impose the necessity to make a complex evaluation, including both productivity and tolerance to stress. This would allow making a qualitative characterization of the Bulgarian triticale cultivars and outlining the tendencies of the improvement work on the crop.

The aim of this investigation was to determine the triticale cultivars which combine high productivity potential with tolerance to different types of abiotic stress.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За изпълнение на поставената цел са използвани 11 български сорта тритикале (Колорит, Атила, Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Добруджанец, Ловчанец, Дони 52, Благовест и Борислав). Изследваните 11 сорта тритикале са отгледани в слят посев в опитни парцели с площ 10 m2, в четири повторения, разположени по стандартен блоков метод, в рамките на конкурсен сортов опит. Опитът се провежда през 3 последователни реколтни години – 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017. Сеитбата е извършена механизирано в стандартни срокове за тритикале (10-15.10) с гъстота 550 семена на m2. Освен посочените сортове в конкурсния сортов опит са включени стандартните сортове тритикале – АД-7291, Вихрен и Ракита, както и световните стандартни Ласко и Престо. Парцелите са прибирани в пълна зрелост като е отчетен добивът от всяка поотделно.

Данните са обобщени като са изчислени средните стойности по сортове и години и вариационните коефициенти. За всяка година е изведен еднофакторен дисперсионен анализ по фактора генотип, като са установени

MATERIAL AND METHODS

To realize the above aim, 11 Bulgarian triticale cultivars (Kolorit, Atila, Akord, Respekt, Bumerang, Irnik, Dobrudzhanets, Lovchanets, Doni 52, Blagovest and Borislav) were used. The investigated 11 triticale cultivars were grown as a whole-surface crop in harvest plots of 10 m^2, in four replications according to a standard block design, within a competitive varietal trial. The trial was carried out during three successive harvest years – 2014/2015, 2015/2016 and 2016/2017. Planting was done with mechanical equipment within the standard dates for triticale (10-15.10) at sowing density 550 seeds/m^2. Apart from the above cultivars, the competitive varietal trial involved standard triticale cultivars (AD-7291, Vihren and Rakita) and the world standards Lasko and Presto. The plots were harvested at full maturity, measuring separately the yield from each plot.

The data were summarized by calculating the variation coefficients and the means by cultivar and by year. One-way ANOVA was performed for each year by genotype, and the significant differences were determined. The effects достоверните разлики. Установено е действието на средата и генотипа върху добива чрез проведен Duncan тест. Изведен е AMMI-анализ по показателя добив като е анализирано конкретното взаимодействието среда х генотип.

Опитът по студоустойчивост се извежда в Лабораторен комплекс на ДЗИ - Генерал Тошево. Възприета е методиката по Tsenov and Petrova (1984). Студоустойчивостта на опитните растения се сравнява със сортовете стандарти: Мироновска 808, Безостая 1, №301, Русалка, San Pastore. Всяка оценявана линия се изпитва при три температури на замразяване в четири повторения. За оценка на студоустойчивостта са използвани данните от този температурен вариант, при който стандартните сортове се диференцирани най-добре. На база на тези данни сортовете са рангувани посредством балова оценка от 1 до 20 във възходящ ред като ниската стойност отговаря на ниска студоустойчивост, а високата оценка на висока студоустойчивост. За всеки генотип баловите оценки от използваните температурни варианти се осредняват като се формира средна рангова оценка (СРО).

Опитът по сухоустойчивост се извежда в Лабораторен комплекс на ДЗИ - Генерал Тошево. Растенията се отглеждат в засушник – стандартна оранжерия с размери 54 х 8 m. Изпитваните сортове се засяват в редове, дълги 1 m, 0.2 m между редовете, със 70 кълняеми семена в ред. Сеитбата се извършва в края на октомври. Полива се с инсталация за капково напояване, с около 120-140 l/m^2. Засушеният вариант не се полива повече през вегетацията. Контролният вариант се полива при първа възможност през пролетта (началото на м. март). След това се полива редовно при необходимост, с цел да се избегне воден стрес. Общото количество вода за контролите е около 450 l/m2.

През вегетацията се извършват фенологичии наблюдения и биометричии измервания. Отчетени са след-

of the environment and of the genotype on the yield were established through Duncan test. AMMI-analysis was carried out according to the index yield, analyzing the specific interaction environment x genotype.

The trial for cold tolerance was carried at the Laboratory complex of DAI – General Toshevo. The methodology of Tsenov and Petrova (1984) was applied. The cold tolerance of the test plants was compared to that of standard cultivars: Mironovskaya 808, Bezostaya 1, No 301, Russalka and San Pastore. Each evaluated line was tested under three freezing temperatures in four replications. The data from the temperature variant, under which the standard cultivars were differentiated best, were used for evaluation of the cold tolerance. On the basis of these data, the cultivars were ranked by using a score from 1 to 20 in an ascending order, the low score corresponding to low cold tolerance, and the high – to high cold tolerance. The means of the scores from the applied temperature variants were calculated for each genotype thus forming the average rank assessment (ARA).

The trial for drought tolerance was also carried out at the Laboratory complex of DAI - General Toshevo. The plants were grown under rain-out shelter – a standard greenhouse construction sized 54 x 8 m. The tested cultivars were sown in 1 m rows, with 0.2 m interspacing and 70 germinating seeds per row. Planting was done at the end of October. The plants were watered by a sprinkling installation with 120-140 l/m^2. The drought variant was not irrigated during the vegetative growth of the plants. The check variant was watered at the first possible moment in spring (beginning of March). After that it was regularly irrigated when necessary in order to avoid water stress. The total amount of water for the checks was about 450 l/m^2.

Phenological observations and biometric measurements were carried out during the vegetative growth. The ните показатели височината на растението (ВР), брой класове в ред, брой зърна в клас (БЗК), маса на зърната в клас (МЗК), маса на 1000 зърна (М1000). Броят класове в ред са трансформирани в брой продуктивни братя на m^2 (БПБ), на база на гъстотата на растенията. За всеки от показателите е изчислена редукцията на стойностите при засушаване като % от контралния вариант по формула (1):

following indices were read: plant height (PH), number of spikes per row, number of grains per spike (NGS), weight of grains per spike (WGS), 1000 kernel weight (M1000). The number of spikes per row were transformed to number of productive tillers per m^2 (NPT) based on the density of plants. The reduction of the values under drought was calculated for each index as % from the check variant according to the formula (1):

$$R=((Xc-Xs)/Xc)*100 \qquad (1)$$

където
Xc – стойност на показател при контролния вариант
Xs – стойност на показател в засушен вариант

Получените стойности за петте признака за рангувани посредством балова оценка от 1 до 15 във възходящ ред като ниската стойност отговаря на ниска сухоустойчивост, а високата оценка на висока сухоустойчивост. За всеки генотип баловите оценки от петте признака се осредняват като се формира средна рангова оценка (СРО).

На база на двете рангови оценки е построен стрес плот, чиито оценки отразяват комбинирането на сухоустойчивост и студоустойчивост в отделните генотипи.

За обобщаване на данните и за вариационния анализ е използван програмен продукт Microsoft Excel 2003, за AMMI-анализа – IRRISTAT 4.0.2., а за дисперсионния анализ – IBM SPSS Statistics 19.

where
Xc is a value of an index in the check variant and
Xs is a value of an index in the drought variant

The obtained values of the five traits were ranked using a score from 1 to 15 in an ascending order, the low value corresponding to low drought tolerance, and the high values – to high drought tolerance. The means from the scores for the five traits were calculated for each genotype and average rank assessment was obtained (ARA).

On the basis of the two rank scores, a stress plot was constructed; its scores represented the combination of drought and cold tolerance in the individual genotypes.

To summarize the data and to perform variation analysis, the software Microsoft Excel 2003 was used, IRRISTAT 4.0.2. was applied for AMMI-analysis, and IBM SPSS Statistics 19 - for ANOVA.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните и за трите периода по отношение на метеорологичното време (Таблица 1) определят като по-благоприятни за отглеждане на тритикале 2015 и 2017 реколтни години. Въпреки това определени фактори дават възможност те да се диференцират по отношение изявата на някои метеорологични елементи и по наличието на разлики в добива.

RESULTS AND DISCUSSION

The meteorological data (Table 1) determined harvest years 2015 and 2017 as more favorable for growing of triticale. Nevertheless, certain factors allowed their differentiation with regard to the expression of some meteorological elements and to the yield realized by the cultivars in the respective years.

Таблица 1. Метеорологична характеристика за периода на провеждане на експериментите
Table 1. Meteorological characterization of the period of the experiments

Показател Parameter	Период Period	Окт Oct	Ноем Nov	Дек Dec	Яну Jan	Фев Feb	Мар Mar	Апр Apr	Май May	Юни Jun	Юли Jul
СМТ, °C	2014/2015	11,2	5,6	3,1	1,4	2,0	5,0	10,1	16,4	19,4	22,4
AMT, °C	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	2014/2015	57,9	33,2	87,0	33,2	79,5	67,7	8,5	12,9	31,3	27,2
TMP, mm	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/АМТ – средна месечна температура/average monthly temperature; СМВ/ТМР – сумарни месечни валежи/total monthly precipitation
*Многогодишна тенденция/Long term trend

Проведеният Duncan тест по отношение на средния добив за всички изследвани генотипове по години (Таблица 2) дава възможност да се открият достоверни разлики за трите периода. Това характеризира годините на отглеждане като твърде контрастни. Впечатление прави липсата на генерална тенденция по отношение реакцията на добива на всеки отделен генотип през трите периода. Това е свързано с наличие на взаимодействие на факторите среда и генотип и е предпоставка за наличие на различаваща се стабилност на добива за отделните изследвани сортове. Предходни изследвания на колектива (Stoyanov and Baychev, 2016b) върху стабилността на добива и неговите компоненти при силно контрастни условия на средата върху същите сортове подчертават наличието на влияние на фактора среда х генотип и подчертават силното влияние на годината на отглеждане върху стойностите на реализирания добив. Съответно генотипът като фактор оказва сравнително ограничено, но достоверно влияние върху общото вариране, което е показателно за сходствата в продуктивния потенциал на изследваните от посо-

The Duncan test on the mean yield for all investigated genotypes over years (Table 2) revealed significant differences between the three periods. This characterized the growing years as rather contrasting. It is worth mentioning that a general tendency with regard to the reaction of the yield from each genotype during the three periods was not observed. This is related to the interaction between the factors environment and genotype and is a prerequisite for different stability of the yields from the separate investigated genotypes. Previous investigations of our team (Stoyanov and Baychev, 2016b) on the stability of the yield and its components under highly contrasting conditions of the environment of the same cultivars outlined the presence of the environment x genotype effect and emphasized the strong impact of the year of growing on the values of the realized yield. Respectively, the genotype as a factor had a comparatively limited but significant effect on the total variation, which was indicative for the similarities in the production potential of the investigated cultivars of the mentioned authors. The data of Stoyanov and Baychev (2016c) clearly emphasized the чените автори сортове. Данните на Stoyanov and Baychev (2016c) категорично подчертават факта, че продуктивният потенциал на 11 от 16те изследвани от посочените автори сортове се формират основно от показателя брой зърна в клас, докато продуктивната братимост и масата на 1000 зърна имат второстепенно значение. Добивът в този случай като комплексна величина до голяма степен бива подчинен на условията на средата и взаимодействието на генотипа с нея. Подобни данни се подчертават от много изследвания върху различни сортове тритикале (Dhindsa et al., 2002; Goyali and Dhindsa, 2003; Lozano del Rio et al., 2009).

fact that the productivity potential of 11 out of the 16 investigated cultivars of the mentioned authors was formed mainly by the index number of grains per spike, while the number of productive tillers and 1000 kernel weight were of secondary importance. The yield in this case, being a complex value, was to a large extent subject to the conditions of the environment and the interaction of the genotype with it. Similar data have been pointed out in numerous researches on different triticale cultivars (Dhindsa et al., 2002; Goyali and Dhindsa, 2003; Lozano del Rio et al., 2009).

Таблица 2. Данни за продуктивността на изследваните сортове тритикале
Table 2. Data on the productivity of the investigated triticale cultivars

Година/Year	2014/2015		2015/2016		2016/2017		Средно/Average	
Генотип/Genotype	Y kg/da	VC %	Y kg/da	VC %	Y kg/da	VC %	Y kg/da	VC %
Среден стандарт* Mean standard*	654	-	535	-	683	-	624^{bcde}	-
АД-7291/AD-7291	589	8,02	596	10,75	602	9,27	596^{bcd}	8,57
Вихрен/Vihren	584	14,92	540	5,93	631	12,98	585^{bc}	12,90
Ракита/Rakita	725	12,69	529	6,97	735	10,76	663^{ef}	18,02
Ласко/Lasko	765	5,02	455	9,49	614	6,83	611^{bcde}	22,48
Престо/Presto	771	7,92	436	14,51	681	6,18	630^{bcde}	24,86
Колорит/Kolorit	685	7,13	543	5,14	644	15,73	624^{bcde}	13,96
Атила/Atila	763	3,49	632	13,96	757	4,12	717^{f}	11,29
Акорд/Akord	767	8,43	552	6,98	691	6,13	670^{ef}	15,43
Респект/Respekt	704	9,51	320	23,63	679	4,39	567^{ab}	33,74
Бумеранг/Bumerang	779	12,54	424	25,03	776	7,14	659^{def}	29,10
Ирник/Irnik	793	12,93	521	14,45	603	7,74	639^{cde}	21,66
Добруджанец/Dobrudzhanets	643	24,90	469	11,57	770	6,97	627^{bcde}	25,32
Ловчанец/Lovchanets	626	15,73	378	18,50	564	5,12	522^{a}	24,42
Дони 52/Doni 52	803	15,72	611	6,80	745	6,99	720^{f}	15,60
Благовест/Blagovest	747	11,51	543	15,99	713	6,24	667^{ef}	17,28
Борислав/Borislav	839	10,39	605	7,73	711	6,51	718^{f}	16,02
Средно/Average	724		509		682		638	
LSD 0,05	*38,1*		*43,5*		*32,5*		-	
LSD 0,01	*50,1*		*57,1*		*42,8*		-	
LSD 0,001	*64,0*		*73,0*		*54,6*		-	

* Средният стандарт е формиран като средна стойност от добивите на сортовете Вихрен и Ракита
* The mean standard is formed as a mean value from the yields of cultivars Vihren and Rakita
Y – добив/yield; VC – вариационен коефициент/coefficient of variation; LSD – най-малка доказана разлика/least significant difference

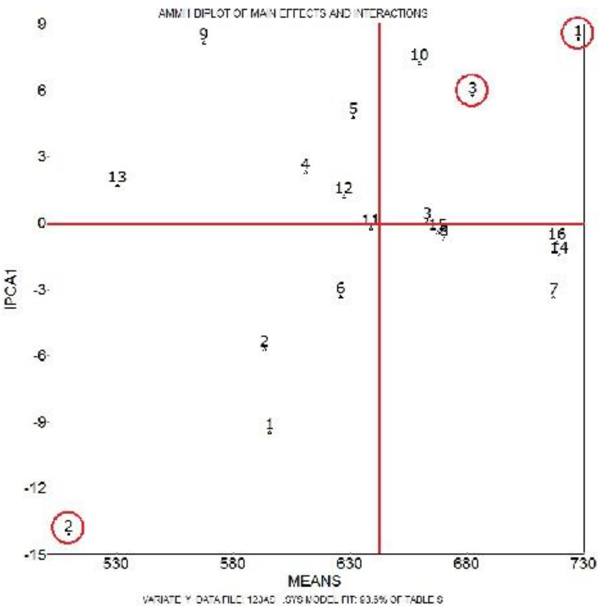
Реакцията на сортовете макар и разнообразна през трите изследвани периода, дава възможност да се определят тенденции в рамките на даден генотип. В това отношение сортовете Атила, Дони 52 и Борислав категорично превишават достоверно средния стандарт за добив, съответно с 93, 96 и 94 kg/da при много висока доказаност на разликите и през трите реколтни години. Това е видно както от Duncan теста, така и от минималните достоверни разлики за трите нива на α. Прави впечатление, че през първата реколтна година голяма част от сортовете (11 от 16, Таблица 2) превишават достоверно средния стандарт. Това е така, тъй като условията на средата са изключително подходящи за развитието на растенията и те успяват да достигнат своя продуктивен потенциал. Макар високи добиви да се отчитат и през 2017 година, то поради специфичните условия на отглеждане само 5 от 16 сорта (Таблица 2) превишават средния стандарт. Съответно сортове като Колорит, Добруджанец и Ловчанец се характеризират като изключително неотзивчиви спрямо годината на отглеждане и често са на нивото на средния стандарт или под него. Липса на генерална тенденция се наблюдава при сортове като Респект, Бумеранг, Ирник. Тяхната реакция по отношение на добива е твърде специфична и в рамките на изследвания период не може да бъде конкретизиран даден модел за тяхната продуктивност. Подобна реакция е отчетена и в предходни изследвания (Stoyanov and Baychev, 2016c). Специфично поведение имат сортовете Акорд и Благовест. В дългосрочен план различни изследвания подчертават техните стабилни добиви по години (Stoyanov and Baychev, 2016a). Въпреки това в контрастни условия на средата в дадена година, данните са твърде противоречиви. Резултатите от проведения Duncan тест (Таблица 2) ги доближават по добив до Дони 52, Атила и Борислав, но при ниво на вероятност

The response of the cultivars, although variable during the three investigated periods, allowed outlining tendencies within a certain genotype. In this respect cultivars Atila, Doni 52 and Borislav significantly exceeded the mean standard of yield, respectively with 93, 96 and 94 kg/da at a very high level of significance in all three harvest years. This is evident both from the Duncan test and from the minimal significant differences for the three levels of α. It is noteworthy that during the first harvest year a large part of the cultivars (11 out of 16, Table 2) significantly exceeded the mean standard. This is so because the conditions of the environment were very favorable for the development of the plants and they managed to realize their productivity potential. Although the yields were high in 2017, too, only 5 out of 16 cultivars (Table 2) exceeded the mean standard due to the specific growing conditions. Respectively, cultivars such as Kolorit, Dobrudzhanets and Lovchanets are characterized as extremely unresponsive to the year of growing and are often at the level of the mean standard or below it. Cultivars such as Respect, Boomerang and Irnik also did not outline a general tendency. Their response with regard to yield was rather specific and within the investigated period a certain model of their productivity could not be defined. Similar response has been observed in previous investigations (Stoyanov and Baychev, 2016c). Cultivars Accord and Blagovest demonstrated specific behavior. In a long-term aspect, different investigations have emphasized their stable yields over years (Stoyanov and Baychev, 2016a). Nevertheless, under contrasting conditions of the environment in certain years, the obtained data are rather contradictory. Their results from the Duncan test (Table 2) approximate the results for the yield of cultivar Doni 52, Atila and Borislav, but at a level of probability a little below 95%. This makes малко под 95%. Това прави двата генотипа уникални по своята продуктивност, подходящи за условия на средата по-скоро близки до многогодишната тенденция.

Резултатите от AMMI моделът (Фигура 1) категорично подчертават резултатите за добива и достоверността на разликите за трите реколтни години при изследваните сортове тритикале.

the two genotypes unique by their productivity and suitable for growing under conditions of the environment which are closer to the long-term tendency.

The results from the AMMI model (Figure 1) clearly confirmed the results of the yield and the significance of the differences between the three harvest years in the investigated triticale cultivars.



Фиг. 1. AMMI1 биплот, съчетаващ продуктивност и стабилност на добива
Fig. 1. AMMI1 biplot for combined productivity and stability of yield.

Генотипи: 1. АД-7291; 2. Вихрен; 3. Ракита; 4. Ласко; 5. Престо; 6. Колорит; 7. Атила; 8. Акорд; 9. Респект; 10. Бумеранг; 11. Ирник; 12. Добруджанец; 13. Ловчанец; 14. Дони 52; 15. Благовест; 16. Борислав. Години (в червените кръгове): 1. 2014/2015; 2. 2015/2016; 3. 2016/2017

Genotypes: 1. АД-7291; 2. Vihren; 3. Rakita; 4. Lasko; 5. Presto; 6. Kolorit; 7. Atila; 8. Akord; 9. Respekt; 10. Boomerang; 11. Irnik; 12. Dobrudzhanets; 13. Lovchanets; 14. Doni 52; 15. Blagovest; 16. Borislav. Years (in red circles): 1. 2014/2015; 2. 2015/2016; 3. 2016/2017

Ясно се очертават високопро-дуктивните и стабилни генотипове – Атила, Акорд, Дони 52, Благовест и Борислав. Тези сортове категорично се диференцират по своя добив и стабилност на добива спрямо Колорит, Добруджанец, Ловчанец, Ирник, световните стандарти Ласко и Престо и стандартите АД-7291 и Вихрен, които се характеризират със слаба продуктивност и стабил-

The high-yielding and stable genotypes Atila, Akord, Doni 52, Blagovest and Borislav were clearly outlined. These cultivars were clearly differentiated by their yield and its stability from cultivars Kolorit, Dobrudzhanets, Lovchanets, Irnik, the world standards Lasko and Presto and the standards АД-7291 and Vihren, which demonstrated low productivity and stability during the period ност за периода на изследването. Това подчертава значението на контрастните условия на средата за разграничаването на генотиповете по тяхната продуктивност. В предходно изследване (Stoyanov and Baychev, 2016b) върху същите генотипове се съобщават идентични резултати. Това дава основание да се заключи, че сортове като Атила, Дони 52 и Борислав притежават уникална способност да реализират високи добиви при силно различаващи се условия на средата.

Реализирането на висок потенциал за добив при контрастни условия на отглеждане предполага висока толерантност към комплекс от абиотични фактори (Arseniuk, 2015). Едни от найважни от селекционна гледна точка стресови фактори се свързват с влиянието на ниските температури и продължителното почвено и атмосферно засушаване (Stoyanov et al., 2015). Поради тази причина студоустойчивостта и сухоустойчивостта са ключови елементи по отношение на постигане на високопродуктивен и стабилен генотип при зимното хексаплоидно тритикале (Stoyanov et al., 2015). Подобни селекционни тенденции са подчертани и от Randhawa et al. (2015). Изследваните сортове тритикале показват разнообразна реакция както по отношение на сухоустойчивостта, така и спрямо своята студоустойчивост. Данните за реакцията на някои от компонентите на продуктивността при тритикале към засушаване са показани в Таблица 3.

Данните, представени като редукция на стойностите на даден показател при засушаване спрямо напояваната контрола дават представа за специфичната реакция на всеки конкретен генотип към действието на стресовия фактор. По отношение на височината на растенията процента на реакцията е сравнително нисък – между 20 и 30%. Въпреки това подобно понижаване на височината е свързано с цялостно намаляване на вегетативната маса на растенията, а оттам и с ограни-

of investigation. This emphasized the importance of the contrasting conditions of the environment for the differentiation of the genotypes according to their productivity. In a previous investigation on the same genotypes (Stoyanov and Baychev, 2016b), identical results were reported. This allows the conclusion that cultivars Atila, Doni 52 and Borislav possess the unique ability to realize high yields under highly variable conditions of the environment.

The realization of a high potential for yield under contrasting growing conditions implies high tolerance to a complex of abiotic factors (Arseniuk, 2015). From a breeding point of view, some of the most important stress factors are related to the effect of the low temperatures and the duration of the soil and air drought (Stoyanov et al., 2015).

Therefore the cold tolerance and the drought tolerance are key elements with regard to obtaining a high-yielding and stable genotype of winter hexaploid triticale (Stoyanov et al., 2015).

Similar breeding tendencies have been pointed out in the researches of Randhawa et al. (2015). The investigated triticale cultivars showed variable reaction both with regard to drought and cold tolerance. The data on the response to drought of some of the productivity components in triticale are given in Table 3.

The data presented as reduction of the values of a given index under drought according to the irrigated check variant give an idea about the specific response of each genotype to the action of the stress factor. Concerning plant height, the percent of the response was comparatively low – between 20 and 30 %. Nevertheless, such decrease of the plant height is related to an overall decrease of the vegetative mass of the plants and hence – to reduction of their photosynthetic apparatus (Pinheiro and чаване на фотосинтетичния апарат на растението (Pinheiro and Chaves, 2011). Поради тази причина по-голямо редуциране на височината спрямо контролния вариант се свързва с по-ограничени продуктивни възможности. Най-силно реагират на засушаване по този показател сортовете Акорд, Атила, Бумеранг и Благовест, а най-слабо Колорит, Ирник, Добруджанец и Борислав (Таблица 3). По отношение на стандартите и световните стандарти, единствено Ракита реагира в по-голяма степен на засушаването.

Chaves, 2011).

Therefore, the greater reduction of the plant height according to the check variant is related to a more limited productivity potential. According to this index, highest was the reaction to drought of cultivars Akord, Atila, Boomerang and Blagovest, and lowest – of cultivars Kolorit, Irnik, Dobrudzhanets and Borislav (Table 3).With regard to the national and world standards, only Rakita had a higher reaction.

Таблица 3. Редукция на изследваните признаци в % в резултат на засушаване, по отношение на напояваната контрола
Table 3. Reduction of the investigated traits in % resulting from drought in comparison to the irrigated check variant

Генотип Genotype	ВР PH	БПБ NPT	БЗК NGS	МЗК WGS	М1000 M1000	СРО ARA
АД-7291/AD-7291	**28,5***	**22,7**	**46,6**	**42,7**	**-8,3**	13,4
Вихрен/Vihren	**26,9**	**11,3**	53,6	57,4	**8,8**	9,6
Ракита/Rakita	32,2	42,0	**49,6**	**53,4**	**5,5**	7,4
Ласко/Lasko	**29,3**	30,3	**41,3**	**50,5**	17,8	10,4
Колорит/Kolorit	**29,9**	32,6	54,6	61,0	14,5	5,0
Атила/Atila	32,4	**26,2**	**49,8**	**53,7**	**7,9**	8,2
Акорд/Akord	35,1	46,1	57,2	56,9	13,7	3,4
Респект/Respekt	30,5	38,0	**48,8**	56,9	19,0	6,2
Бумеранг/Bumerang	32,2	**28,0**	**46,7**	**52,6**	11,3	9,0
Ирник/Irnik	**28,0**	37,9	51,8	57,1	11,4	7,4
Добруджанец/Dobrudzhanets	**28,0**	**12,6**	**47,4**	**52,5**	**9,8**	11,8
Ловчанец/Lovchanets	30,4	**25,8**	52,2	62,2	23,6	5,4
Дони 52/Doni 52	31,0	**29,4**	51,6	**49,3**	**-3,2**	9,8
Благовест/Blagovest	31,7	31,0	**44,1**	55,7	21,3	7,2
Борислав/Borislav	**29,3**	46,4	**42,3**	59,0	29,5	5,8

ВР/PH – височина на растенията/plant height; БПБ/NPT – брой продуктивни братя/number of productive tillers; БЗК/NGS – брой зърна в клас/number of grains per spike; МЗК/WGS – маса на зърната в клас/weight of grains per spike; М1000/M1000 – маса на 1000 зърна/thousand kernel weight; СРО/ARA – средна рангова оценка/average rank assessment
*В болд са представени най-адекватните реакции на засушаване/In Bold are presented the most adequate reaction to drought.

Броят на продуктивните братя е фактор, който също се повлиява в голяма степен от засушаването (Petrova and Penchev, 2014). Това е така, тъй като редуцираният брой братя е ефективен механизъм за разпределяне на ограничените ресурси по време на

The number of productive tillers is a factor, which was also largely affected by drought (Petrova and Penchev, 2014). This was so because the reduced number of tillers is an effective mechanism for distribution of the limited resources for the duration of the limiting действие на лимитиращия фактор (Blum et al., 1990). Най-силна реакция в това отношение реализират Ракита, Акорд, Респект, Ирник и Борислав. Най-ефективна е реакцията на суша при Атила, Бумеранг, Добруджанец, Ловчанец, Дони 52 (Таблица 3). Стандартите АД-7291 и Вихрен също реагират слабо на показателя, но те имат склонност да братят сравнително слабо, което е и причина за практически липса на редукция в продуктивното братене.

Изключително силна е реакцията към засушаване при показателите БЗК и МЗК – между 40 и 60%. Броят на зърната в клас се редуцира много силно при засушаване, тъй като класовете се развиват изключително слабо и формират малък брой фертилни класчета (Petrova and Penchev, 2014). От друга страна липсата на достатъчно влага е причина за изключителното влияние върху процесите на опрашване и оплождане, тъй като те се влияят до голяма степен от условията на средата. Най-силно на засушаване реагират сортовете Вихрен, Колорит, Акорд, Ирник, Ловчанец и Дони 52. Слаба реакция проявяват Ракита, Ласко, Атила, Респект, Бумеранг, Благовест и Борислав (Таблица 3). Въпреки това, класовата продуктивност в широк смисъл се определя и от процесите на наливане на зърното и узряване. При наличие на засушаване наливането и узряването са силно съкратени като период (Petrova and Penchev, 2014), което крайно неблагоприятства продуктивността като цяло. Поради тази причина сортове, които в условията на действие на стресовия фактор са реализирали по-малко редуциране на броя на зърната (Респект, Благовест и Борислав) се характеризират със силна редукция на масата на зърната в клас. От друга страна сортове, които имат по-голямо редуциране на броя на зърната в клас, се отличават с по-добро изхранване на зърно-

factor (Blum et al., 1990). In this respect cultivars Rakita, Akord, Respect, Irnik and Borislav realized the highest reaction. Most efficient was the response to drought of Atila, Boomerang, Dobrudzhanets, Lovchanets and Doni 52 (Table 3). The standards АД-7291 and Vihren also had a low response to the index, but they followed a tendency of forming a comparatively low number of tillers, which is the reason for the practical absence of a reduction in the productive tillering.

Very strong was the reaction to drought of the indices NGS and WGS – between 40 and 60 %. The number of grains per spike decreased very strongly under drought because the spikes developed very poorly and formed a small number of fertile spikelets (Petrova and Penchev, 2014). On the other hand, the insufficient moisture was the reason for the extreme effect on the processes of pollination and fertilization since they are to a high degree influenced by the environment. Cultivars Vihren, Kolorit, Akord, Irnik, Lovchanets and Doni 52 were with the highest response to drought. Low response was demonstrated by Rakita, Lasko, Atila, Respect, Boomerang, Blagovest and Borislav (Table 3). Nevertheless, the broad-sense spike productivity was determined also by the processes of grain-filling and maturation. In the presence of drought, grain filling and maturation were considerably shorter (Petrova and Penchev, 2014) which was extremely unfavorable for productivity as a whole. Therefore, the cultivars realizing less decrease in the number of grains per spike under the effect of the stress factor (Respekt, Blagovest and Borislav) were with highly reduced weight of grains per spike.

On the other hand, the cultivars with greater reduction in the number of grains per spike had better nutrition of the grain with higher values of WGS. Cultivar Doni 52 demonstrated such a reaction.

то и по-високи стойности на МЗК. Подобна реакция има Дони 52. От изследваните сортове с добра реакция към засушаване спрямо МЗК се отличават сортовете Атила, Бумеранг, Добруджанец и Дони 52. Това поведение се свързва и с резултатите за реакцията на М1000 като показател, който пряко се влияе от процесът на наливане на зърното и узряването. Сортовете Атила, Бумеранг, Добруджанец и Дони 52 за изследвания период се характеризират и с добра реакция по отношение на М1000 (Таблица 3). Слаб отговор на засушаване имат сортове като Колорит, Акорд, Респект, Ловчанец, Благовест и Борислав при условията на експеримента.

Данните за реакцията на отделни показатели като цяло дават възможност да се проследи твърде голямото вариране и липса на генерална тенденция за подреждането на сортовете по тяхната комплексна толерантност към засушаване. Резултатите от рангуването на изследваните генотипи (Таблица 3, СРО) дават възможност да се проследи комплексната реакция към стресовия фактор в количествено отношение. За рамките на проведения експеримент като най-сухоусточиви се отличават сортовете Атила, Бумеранг, Добруджанец, Дони 52, стандартите АД-7291 и Вихрен и световния стандарт Ласко. Съответно с незадоволителна сухоустойчивост са Колорит, Акорд, Респект, Ирник, Ловчанец, Благовест и Борислав.

Заедно със сухоустойчивостта, толерантността към ниски температури е другият изключително важен признак, който разработваните сортове тритикале следва да притежават (Randhawa et al., 2015; Стоянов и др., 2015). Данните от проведения експеримент при условията на две различни нива на закаляване (Таблица 4) показват известни разлики по отношение на студоустойчивостта. При условията на 2015/2016 най-добро диференциране на стандартите и съответно възможност и за разграничаване на отделните генотипи тритикале по тяхната студо-

Among the investigated cultivars, Atila, Dobrudzhanets ana Doni 52 were with good response to drought according to WGS. This behavior was related to the results of the response of M1000 as an index directly influenced by the process of grain filling and maturation. Cultivars Atila, Boomerang, Dobrudzhanets and Doni 52 showed also a good reaction with regard to M1000 during the investigated period (Table 3). Low response to drought was demonstrated by cultivars Kolorit, Akord, Respect, Lovchanets, Blagovest and Borislav under the conditions of this experiment.

The data on the reaction of the individual indices as a whole allowed following the rather wide variation and the absence of a general tendency in the ranking of the cultivars by their complex tolerance to drought. The results from the ranking of the investigated genotypes (Table 3, ARA) also allowed following the complex response to the stress factor in a quantitative respect.Within this experiment, the most drought resistant cultivars were Atila, Boomerang, Dobrudzhanets, Doni 52, the national standards АД-7291 and Vihren, and the world standard Lasko. Respectively, cultivars Kolorit, Akord, Respekt, Irnik, Lovchanets, Blagovest and Borislav were with insufficient drought tolerance.

In parallel with the drought tolerance, the tolerance to low temperatures is the other very important trait which the developed triticale cultivars should possess (Randhawa et al., 2015; Stoyanov et al., 2015). The data from the experiment, under conditions of two different levels of hardening (Table 4), revealed certain differences with regard to cold tolerance. Under the conditions of 2015/2016, the best differentiation of the standards and respectively a possibility to differentiate the individual triticale genotypes by their cold tolerance, was observed at temperature -12°C and at the устойчивост се наблюдава при температура -12°C и повторно замразяване. С най-добра отчетена студоустойчивост са сортовете Акорд, Респект, Добруджанец, Дони 52 и Борислав. На нивото на Мироновска 808 е Респект, между Мирономвска 808 и Безостая 1 – Борислав, а на нивото на Безостая 1 – Акорд, Добруджанец и Дони 52. Със задоволителна студоустойчивост на нивото на №301 са Бумеранг, Ловчанец и Благовест.

second freezing. Cultivars Akord, Respekt, Dobrudzhanets, Doni 52 and Borislav were with the best readings for cold tolerance. Cultivar Mironovskaya 808 was at the level of Respekt, cultivar Borislav – between Mironovskaya 808 and Bezostaya 1, and cultivars Akord, Dobrudzhanets and Doni 52 were at the level of Bezostaya 1. With moderate cold tolerance at the level of No301 are Bumerang, Lovchanets and Blagovest.

Таблица 4. Студоустойчивост на сортове тритикале в % спрямо приетите стандарти обикновена зимна пшеница
Table 4. Cold resistance of triticale cultivars, %, according to common winter wheat standards

Генотип / Genotype	Брой оцелели растения 2015/2016 -12° **	2016/2017 -19,6°	СРО ARA
АД-7291/AD-7291	44,6	71,3	9,2
Вихрен/Vihren	29,6	72,8	9,4
Ракита/Rakita	21,4	63,8	5,2
Ласко/Lasko	37,6	65,8	8,4
Колорит/Kolorit	26,4	37,3	1,6
Атила/Atila	20,6	65,5	6,8
Акорд/Akord	56,8	67,5	15,2
Респект/Respekt	83,8	92,5	19,2
Бумеранг/Bumerang	39,6	71,3	13,2
Ирник/Irnik	26,4	63,0	6,4
Добруджанец/Dobrudzhanets	53,0	60,3	9
Ловчанец/Lovchanets	41,4	42,0	9
Дони 52/Doni 52	50,6	65,5	10,4
Благовест/Blagovest	41,0	55,5	8,2
Борислав/Borislav	70,0	65,8	15
Мироновская 808/Mironovska 808	78,4	92,3	-
Безостая 1/Bezostaya 1	53,2	76,8	-
№ 301/No 301	43,0	70,0	-
Русалка/Rusalka	34,3	64,0	-
San Pastore	12,6	47,8	-

** след повторно замразяване
** after second freezing
СРО/ARA – средна рангова оценка/average rank assessment

При условията на 2016/2017 стандартите се диференцират най-добре при температура -19,6°С. С най-добра студоустойчивост се характеризират Респект и Бумеранг, като

Under the conditions of 2016/2017, the standards differentiated best at temperature -19.6^{o} C. Cultivars Respekt and Boomerang demonstrated the best cold tolerance, Respect being again at

Респект отново е на нивото на Мироновска 808, а Бумеранг между Безостая 1 и №301. Акорд също показва студоустойчивост близка до тази на №301. Изследванията на Baychev and Petrova (2009), Baychev and Petrova (2011), Petrova and Baychev (2007), показват, че сортовете имат сходна реакция. Според същите автори Респект е на нивото на Мироновска 808, Акорд – на нивото на Безостая 1, Бумеранг – на нивото на №301. Това показва, че тези сортове в условията на различни нива на закаляване през различаващи се години следват идентични тенденции. Подобни резултати са съобщавани и за други генотипове тритикале (Liu et al., 2014), а също така и при обикновената зимна пшеница (Petrova et al., 1997).

Данните за средната рангова оценка по студоустойчивост (Таблица 4, СРО) са формирани на база температурите на замразяване, при които е постигнато добро ниво на диференциране на стандартите. Изследваните генотипове за условията на проведения експеримент показват висока и добра студоустойчивост като единствено Колорит и Ирник реализират студоустойчивост на нивото или по-ниска от стандарта Русалка. Това показва висока ефективност на селекционния процес по отношение подобряването на толерантността към ниски температури.

Получените резултати за сухоустойчивост и студоустойчивост (Таблица 3 и 4) дават основание да се твърди, че при условията на проведените полско-лабораторни експерименти определени генотипи показват в определена степен висока толерантност на студ и на суша. Твърде разнопосочните данни обаче не дават възможност да се състави директно оценка, за доброто съчетаване на двата признака. На Фигура 2 е представен стрес плот, който илюстрира едновременно ранговите оценки на двата признака – сухоустойчивост и студоустойчивост. Ясно се откроява разнообразното съчетаване на нивата на

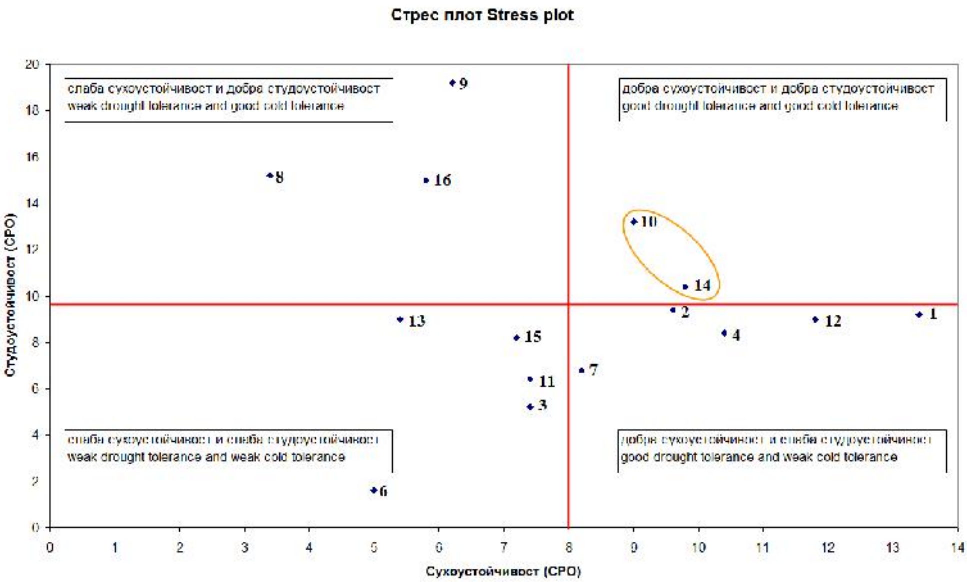
the level of Mironovskaya 808, and Boomerang – between Bezostaya 1 and No 301. Akord also showed cold tolerance close to that of No 301. The investigations of Baychev and Petrova (2009, 2011) and Petrova and Baychev (2007) reveal that the cultivars had similar response. According to these authors, cultivar Respekt is at the level of Mironovskaya 808, Akord – at the level of Bezostaya 1, and Boomerang – at the level of No 301. This shows that the above cultivars followed a similar tendency under different levels of hardening during different years. Similar results have been reported for other triticale genotypes, (Liu et al., 2014) and also for common winter wheat varieties (Petrova et al., 1997).

The data on the cold tolerance average rank assessment (Table 4, ARA) were based on the freezing temperatures, and a good level of differentiation of the standards was reached. The investigated genotypes demonstrated high and good cold tolerance under the conditions of the experiment, only Kolorit and Irnik realizing cold tolerance at the level of or lower than the standard Russalka.

This revealed a high efficiency of the breeding process with regard to improvement of the tolerance to low temperatures.

The obtained results on the drought tolerance and the cold tolerance (Table 3 and 4) allowed the assumption that under the conditions of the field and laboratory experiments carried out, certain genotypes demonstrated a degree of higher tolerance to cold and drought. The rather diverse data, however, did not allow a direct assessment for good combination of the two traits. Figure 2 presents a stress plot illustrating the simultaneous ranking of the two traits – drought resistance and cold tolerance. The variable combination of the levels of tolerance to the two types of stress was толерантност към двата вида стрес, като същевременно се обособяват групи, които демонстрират или не определена устойчивост. За условията на проведения експеримент най-добро съчетание на студо- и сухоустойчивост се наблюдава при сортовете Дони 52 и Бумеранг. Следва да се подчертае, че двата генотипа се характеризират и като високопродуктивни, а Дони 52 се отличава и с много висока стабилност на добива (Stoyanov and Baychev, 2016b). Това дава възможност, сорт Дони 52 да се оцени като изключително отзивчив към условията на отглеждане и с високи потенциални възможности за реализация в практиката.

clear and distinct, and simultaneously groups were formed which demonstrated (or did not) certain resistance. Under the conditions of this experiment, the best combination of cold and drought resistance was observed in cultivars Doni 52 and Boomerang. It should be pointed out that the two genotypes are characterized as high-yielding as well, and Doni 52 possesses in addition very high yield stability (Stoyanov and Baychev, 2016b). This allows assessing cultivar Doni 52 as exceptionally responsive to the growing conditions and with high potential for practical realization.



Фиг. 2. Стрес плот комбиниращ ранговите стойности по студоустойчивост и сухоустойчивост
Fig. 2. Stress plot of combined ranks of cold and drought resistance

Генотипи: 1. АД-7291; 2. Вихрен; 3. Ракита; 4. Ласко; 6. Колорит; 7. Атила; 8. Акорд; 9. Респект; 10. Бумеранг; 11. Ирник; 12. Добруджанец; 13. Ловчанец; 14. Дони 52; 15. Благовест; 16. Борислав.
Genotypes: 1. АД-7291; 2. Vihren; 3. Rakita; 4. Lasko; 6. Kolorit;
7. Atila; 8. Akord; 9. Respekt; 10. Boomerang; 11. Irnik; 12. Dobrudzhanets; 13. Lovchanets; 14. Doni 52; 15. Blagovest; 16. Borislav.

Високопродуктивни сортове като Акорд и Борислав притежават и много добра студоустойчивост, а сорт Атила и Добруджанец съчетават продуктив-

High-yielding cultivars such as Akord and Borislav possess very good cold tolerance as well, while cultivars Atila and Dobrudzhanets combine ност с висока сухоустойчивост. Впечатление прави и сорт Благовест, който въпреки отрицателните резултати, които показва за условията на полско-лабораторните експерименти се характеризира с висока продуктивност и стабилност.

Посочените резултати ясно показват, че целенасочената селекционно-подобрителна работа върху основните фактори, водещи до повишаване на продуктивността неминуемо се свързват и с повишаване на стабилността и толерантността на стрес. Световните селекционни програми неминуемо следват сходни тенденции (Randhawa et al., 2015), което показва, че тритикале е култура с високи възможности за добив дори при силно контрастиращи условия на средата (Stoyanov and Baychev, 2016a). Съвременните български сортове в това отношение успешно съчетават продуктивност, стабилност, толерантност на суша и студ, което категорично ги превръща в постижение на съвременната селекция и изключителен продукт, който намира подобаващо място в практическото земеделие.

productivity with high drought resistance. Cultivar Blagovest is also noteworthy, which, in spite of the negative results from the filed and laboratory tests, possesses high productivity and stability.

The above results clearly show that the purposeful breeding and improvement work on the main factors leading to higher productivity is imminently related to higher stability and tolerance to stress.

The world breeding programs inevitably follow similar tendencies (Randhawa et al., 2015), which is an evidence that triticale is a crop of high potential for yield even under highly contrasting environments (Stoyanov and Baychev, 2016a). The contemporary Bulgarian cultivars successfully combine in this respect productivity, stability and tolerance to drought and cold, which definitely makes them a modern breeding achievement and an exceptional product with a place of their own in the agrarian practice.

ИЗВОДИ

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

1. С най-висока продуктивност средно за три периода на изпитване при контрастни условия на средата се отличават сортовете Атила, Дони 52 и Борислав, при високо ниво на доказаност на разликите спрямо средния стандарт и световния стандарт за продуктивност Ласко.

2. Висока стабилност на добива при условията на проведените опити демонстрират сортовете Акорд, Дони 52, Благовест и Борислав в съчетание с висока продуктивност.

3. Сортовете Атила, Бумеранг, Добруджанец и Дони 52 показват високи нива на сухоустойчивост спрямо структурните компоненти на добива, при условията на проведения експеримент.

CONCLUSIONS

Based on the above results, the following conclusions can be made:

1. Cultivars Atila, Doni 52 and Borislav demonstrated highest productivity, averaged for the three periods of investigation under contrasting conditions of the environment, at a high level of significance of the differences in comparison to the mean standard and the world productivity standard Lasko.

2. Cultivars Akord, Doni 52, Blagovest and Borislav showed high stability of yield under the conditions of the trials carried out, in combination with high productivity.

3. Cultivars Atila, Boomerang, Dobrudzhanets and Doni 52 exhibited high levels of drought resistance according to the structural components of yield under the conditions of this experiment.

4. Изключително висока студоустойчивост при различни нива на закаляване демонстрират сортовете Респект, Акорд, Борислав, а добра студоустойчивост – Дони 52 и Бумеранг.

5. При условията на проведените опити и експерименти добро съчетание на продуктивност, стабилност, толерантност на студ и суша показват сортовете Бумеранг и Дони 52, което ги характеризира като постижение на селекцията на тритикале в България.

4. Extremely high cold tolerance under different levels of hardening was demonstrated by cultivars Respekt, Akord and Borislav, and cultivars Doni 52 and Boomerang showed good cold tolerance.

5. Under the conditions of the experiments and the tests carried out, cultivars Boomerang and Doni 52 demonstrated good combination of productivity, stability, cold and drought tolerance, which makes them an achievement of triticale breeding in Bulgaria.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Arseniuk, E.**, 2015. Triticale abiotic stresses – an overview. In: Eudes, F. (ed.), Triticale, pp 68-81.

2. **Baychev, V.**, 2013. Triticale lines and varieties grown under contrasting meteorological conditions. *Scientific Works of Instiute of Agriculture - Karnobat*, 2(1), 79-86 (Bg).

3. **Baychev V. and T. Petrova**, 2009. Triricale ”Accord” – A New Cold Resistant Grain Variety. *Field Crops Studies*, 5(1), 71-77 (Bg).

4. **Baychev, V. and T. Petrova**, 2011. Triticale “Respect” – a new highly productive variety of unique cold resistance. *Field Crops Studies*, 7(1), 63-70.

5. **Blum, A., S. Ramaiah, E.T. Kanemasu and G.M. Paulsen**, 1990. Wheat recovery from drought stress at the tillering stage of development. *Field Crops Research*, 24(1-2), 67-85.

6. **Boyer, J.S.**, 1982. Plant productivity and environment. *Science*, 218(4571), 443-448.

7. **Chahal, G.S. and S.S. Gosal**, 2000. Principles and procedures of plant breeding: Biotechnological and conventional approaches. CRC Press, New York.

8. **Cramer, G. R., K. Urano, S. Delrot, M. Pezzotti and K. Shinozaki**, 2011. Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. *BMC Plant Biology*, 11, 163. http://doi.org/10.1186/1471-2229-11-163

9. **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.

10. **Dimitrijevic M., D. Kneževic, S. Petrovic, V. Zecevic, J. Boškovic, M. Belic, B. Pejic and B. Banjac**, 2011. Stability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*, 43(1), 29-39.

11. **Goyali, J.C. and G.S. Dhindsa**, 2003. Stability behaviour of some triticale (x*Triticosecale* Wittmack) genotypes for yield and yield components. *Triticale Topicos*, 19, 17-21.

12. **Ishag, H.M. and B.A. Mohamed**, 1996. Phasic development of spring wheat and stability of yield and its components in hot environments. *Field Crops Research*, 46: 169-176

13. **Liu, W., H.P. Maurer, G. Li, M.R. Tucker, M. Gowda, E.A. Weissmann, V. Hahn and T. Wuerschum**, 2014. Genetic architecture of winter hardiness and frost tolerance in Triticale. PLoS ONE, 9(6): e99848. doi:10.1371/journal.pone.0099848

14. **Lozano-del Río, A.J., V.M. Zamora-Villa, L. Ibarra-Jiménez, S.A. Rodríguez-Herrera, E. de la Cruz-Lázaro and M. de la Rosa-Ibarra**, 2009. AMMI analysis of genotype-environment interaction and production potential of forage triticale (X *Triticosecale* Wittm.). Universidad y Ciencia Tropico Humedo, 25(31), 81-92.
15. **Petrova, T., I. Todorov, Z. Yougovich and E. Penchev**, 1997. Combining ability of Bulgarian and Serbian winter wheat varieties for frost resistance. In: Proceedings Int. Symp. Cereal. Adapt. To Low Temp. Stress. Martonvasar, Hungary, June 2-4, 1997, pp 127-130.
16. **Petrova, T. and V. Baychev**, 2007. Triticale lines, which possess high cold tolerance and productivity. In: Book of International Conference Plant Genetic Stoks – The Basis of Agriculture of Today, Plovdiv, pp. 127-129 (Bg).
17. **Petrova, T. and E. Penchev**, 2014. Effect of drought on the yield components of common winter wheat cultivars. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Special Issue: 1.
18. **Pinheiro, C. and M.M. Chaves**, 2011. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data?, *Journal of Experimental Botany*, 62(3), 869-882
19. **Randhawa, H.S., L. Bona and R.J. Graf**, 2015. Triticale breeding – Progress and Prospect. In: Eudes, F. (ed.), Triticale, pp. 14-32.
20. **Stoyanov, H., V. Baychev and T. Petrova**, 2015. Frost and drought tolerance – main task in triticale breeding. In: Scientific Works of Instiute of Agriculture Karnobat (in press) (Bg).
21. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2016a. Achievements and trends in the breeding of triticale in Bulgaria. 9th International Triticale Symposium, Szeged, Hungary, May 23-27, 2016, Book of Abstracts, pp. 20.
22. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2016b. Analysis on “Genotype x Environment” Interaction in Bulgarian Triticale (×*Triticosecale* Wittm.) Cultivars. Scientific works of Institute of Agriculture Karnobat, (in press)
23. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2016c. Assessment of Yield Components Stability and Plasticity in Bulgarian Triticale (×*Triticosecale* Wittm.) Cultivars. Scientific works of Institute of Agriculture Karnobat, (in press)
24. **Tanchev, D. and V. Baychev**, 2007. Self-tolerance of grain triticale, variety Rakita grown as a short-term continuous crop under the conditions of Strandja region. *Field Crops Studies*, 4(1), 81-85 (Bg).
25. **Tsenov, A. and D. Petrova**, 1984. Methods for Evaluation of Selection Materials from Winter Cereals and Grain-Legumes to Stress Impacts. *Plant Breeding Sciences*, XXI(6), 77-85.