Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (4), 100-111
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Посевни качества и семенна микофлора при селекционни произходи сорго-суданкови хибриди

Красимира Танова[1], Мария Касчиева[1]*, Станимир Енчев[2]

[1]Шуменски Университет, Факултет по природни науки, Катедра „Растителна защита, ботаника и зоология, ул. Университетска 115, 9700, Шумен, България
[2]Земеделски Институт, 9700 Шумен, България

Seeds Quality and Seed Myco Flora at Selected Genotypes Sorghum-sudangrass Hybrids

Krasimira Tanova[1], Mariya Kaschieva[1]*, Stanimir Enchev[2]

[1]University of Shumen, Faculty of Natural Sciences, Department of Plant protection, botany, zoology, 115 "Universitetska" str., 9712 Shumen, Bulgaria
[2]Agricultural Institute, 9700 Shumen, Bulgaria
**E-mail: m.kaschieva@shu.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Това проучване цели определяне на видовия състав на микофлората развиваща се в семената на различни генотипи на сорго-суданкови хибриди и тяхното влияние върху сеитбените им качества. Тестваните генотипове са от селекционната програма на Земеделски Институт - Шумен. Определени са качествата на семената и семенната микофлора на 7 сорго-суданкови хибриди. Тествани са в лаборатория по фитопатология към Шуменския университет, където е установена над 85% кълняемост на изследваните генотипи .

Идентифицирането на фитопатогените е извършено по метода на мократа камера, чрез микроскопска диагностика и чрез използване на различни методи за изолиране. Установено е, че *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. е най-разпространената фитопатогенна гъба, растяща на повърхността на семената. Изолирани са 7 вида фитопатогенни

SUMMARY

This study aim to determine the species composition of the epiphytic mycophlora developing on the seeds of different genotypes of sorghum-sudangrass and their influence on the sowing qualities of the seeds. The genotypes, subject of the test are part of the selection program of Shumen Agriculture Institute. The seed quality and microflora of 7 sorhum-sudangrass hydrids were determined and they were tested in the phytopathological laboratory of Shumen University. All genotypes manifest germination above 85%.

The identification of phytopathogens is performed by the wet chamber method, by microscopic diagnosis and using different methods of isolation.

It was found that *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler is the most common fungus growing on the surface of the seed among all 7 isolated species, referring to 6 genus:

гъби, отнасящи се към 6 рода: *Alternaria alternata*; *Alternaria solani*, *Fusarium moniliforme*, *Helminthosporium turcicum*, както и видовете *Aspergillus* ssp. , *Peronospora ssp., Mucor ssp*. Тези патогени са способни да повредят семената и кълновете, респективно да намаляват посевните качества нана сорго-суданковите хибриди. При въвеждането на нови видове селскостопански култури в определен регион, информацията за покълването на семената, болестите пренасяни от семена и евентуалната им проява, и развитие са от изключително важно за практиката значение.

Ключови думи: сорго-суданкови хибриди, семенна микофлора, качества на семената, Alternaria alternate

Alternaria alternata; Alternaria solani, *Fusarium moniliforme, Helminthosporium turcicum*, *Peronospora ssp.*, as well as the *Aspergillus* and *Mucor* species.

These pathogens are capable of damaging seeds and sprouts, thereby aggravating the sowing properties of sorghum-sudangrass hybrids. When introducing new species of agricultural cultures in specific region, the information on seeds germination, seed-borne diseases, their eventual manifestation and development are of explicitly important.

Key words: *Sorghum-sudangrass hybrids*, *seed micophflora, qualities of seeds, Alternaria alternate*

УВОД

Сорго-суданковите хибриди са едногодишни култури, получени чрез кръстосване между сорго за фураж и суданка или различни захарни форми (*Sorghum bicolor x S. bicolor var. sudanese*). Те дават добри резултати като фуражни и енергийни култури, и като култури за зелено торене. Спомагат за борбата с плевелите, подобряват структурата и повишават съдържанието на органично вещество в почвата (Valenzuela and Smith, 2002; Slanev, 2012). Сорго-суданковите хибриди имат по-висока продуктивност на зелена и суха маса в различните фази на своята вегетация, за разлика от стандартните сортове (Kikindonov et al., 2013; Kikindonov et al., 2015; Donchev et al., 2018). „С-4“ - начинът на фиксиране на въглеродния диоксид по време на фотосинтезата, позволява ефективно използване на слънчевата радиация и почвената влага.

Качеството на семената е показател за пригодността им за сеитба, както и за добивите на земеделските култури. Кълняемостта, кълняемата енергия и устойчивостта към болести са фактори, които влияят при развитието на семената в условия на повишена влажност (Mohamed and Francis, 1984).

INTRODUCTION

The sorghum-sudangrass hybrids are one-year cultures, result of crossing of sorghum for fodder and sudangrass or different forms (*Sorghum bicolor x S. bicolor var. sudanese*). They give good results as fodder and energy cultures and as cultures for green manure.

They help in the fight against weeds, they improve the structures and enhance the content of the organic ingredient in the soil (Valenzuela and Smith, 2002). The sorghum-sudangrass hybrids are with a higher productivity of green and dry mass in different vegetation phases, not like the standard sorts, as the examinations shows (Kikindonov et al., 2013, Kikindonov et al., 2015, Donchev et al., 2018). The C-4 manner of carbon dioxide fixation during photosynthesis, allows effective usage of solar radiation and soil moisture.

The yields of agriculture cultures depend on the seeds quality, as an indicator for their sowing suitability. The germination, the germination energy and its resilience to diseases are all factors of the seed development in environment of increased humidity (Mohamed and Francis, 1984).

Семенната микофлора се определя като общо количество от всички видове микроорганизми (вируси, бактерии или микроскопични гъби), колонизирали обвивката и вътрешността на семената. Част от тези микроорганизми са патогенни, познати в литературата като патогенна микрофлора (Stancheva, 2010). Според изследователи на семенната патология (Dawar and Ghaffar, 1991; Bakan et al., 2002; Thakur et al., 2007; Little et al., 2012), микроорганизмите колонизиращи ендосперма на семената инфектират растенията системно, а други микроорганизми обитават повърхността на семената и при подходящи условия инфектират здравите растения. Резултатите от изследванията на посочените автори сочат, че това е комплекс от патогенни микроорганизми, принадлежащи към различни групи. Според Stancheva (2010), семената на земеделските култури могат да бъдат повърхностно колонизирани и от микроорганизми, които не причиняват видими патологични промени по семената, не участват в преноса на болести и се определят като непатогенна микрофлора. Микроорганизмите колонизиращи семената като патогенна или непатогенна микрофлора, са представители предимно на различни видове бактерии и гъби (Sharma et al., 2015).

Болестите, пренасяни чрез семената на соргото засягат растежа и производителността на културата (Stancheva, 2010). Инфектираните семена имат понижена кълняемост и изгниват, а в покъсните етапи от развитието на растенията се появяват локални и системни инфекции (Isakeit and Jaster, 2005; Ramathani, 2010).

Рискът от разпространението на семеннопреносимите болести и въвеждането на нови видове или щамове може да бъде сведен до минимум след максимално изучаване биологията на патогените и начините им на предаване от вегетация на вегетация (Degefu, 1990; Takur et al., 2003). Някои гъби, инфекти-

The composition of the seeds' mycoflora is determined as an aggregate of all types of microorganisms, colonizing the sheath and the internal parts of the seeds, such as viruses, bacteria and microfungi. Part of those microorganisms are pathogenic and they are referred as pathogenic microflora in literature (Stancheva, 2010). In accordance with researchers on seeds pathology (Dawar and Ghaffar, 1991; Bakan et al., 2002; Thakur et al., 2007; Little et al., 2012) the microorganisms, colonizing the seeds endosperm, infect the seeds systematically and other microorganisms occupy the surface of the seeds and infect the healthy plants under suitable conditions. The results from tests, made by the above-cited authors, show that this is a variety of pathogenic microorganisms, adherent to different groups. According to (Stancheva, 2010) the surfaces of the agricultural seeds may be colonized on their surface also by microorganisms, which do not cause any visible pathological changes in the seeds, they do not participate in diseases transmission and they are determined as non-pathogenic microflora. The microorganisms colonizing the seeds as pathogenic or non-pathogenic microflora are predominantly representatives of different types of bacteria and fungi (Sharma et al., 2015).

All transmitted sorghum seed-borne diseases affect the growth and the productivity of the crop. (Stancheva, 2010). The infected seeds are characterized with reduced germination and rotting; local and systematic infections are observed in later stages of the plantation development. (Isakeit and Jaster, 2005; Ramathani, 2010).

The only way to reduce to minimum the risk of transmission of seed-borne diseases and the introduction of new types or strains is the good knowledge of the pathogens biology and the modes of transmission from vegetation to vegetation (Degefu, 1990; Takur et al., 2003). Some fungi, infecting the sorghum and corn ращи семената на соргото и царевицата (*Fusarium*, *Aspergillus*, *Rhizoctonia*, *Penicillium*, *Helminthosporium*) нападат и унищожават ендосперма, хранят се със скорбялата, и водят до неспособност за развитие на нормални кълнове и понижена кълняемост (Cook, 1980; Domsch et al., 1980; Degefu,1990; Stancheva, 2010).

Представителите на род *Pythium* и *Peronospora*, атакуват младите поници и предизвикват загниване на корените и основите на растенията в началните фази от развитието им, което води до разреждане на посева (Isakeit and Jaster, 2005). Изследванията върху семенната микофлора на зърнено-житните култури показват, че колонизирането на семената от представителите на родовете: *Fusarium* и *Alternaria,* понижават ефективността на производство (Bakan et al., 2002; Stancheva, 2010). Според изследванията на авторите, тези патогени (при определени условия) могат да асоциират патогенни комплекси, предизвикващи „сечене”, кореново и стъблено гниене през цялата вегетация.

Stancheva (2010) описва видове от род *Fusarium* (*Fusarium moniliforme* J. Sheld; *Fusarium graminearum*) и *lternaria* (основно *Alternaria alternata*), като причинители на сложен патологичен синдром, който включва патологични симптоми по семената, вегетатинните части и корена.

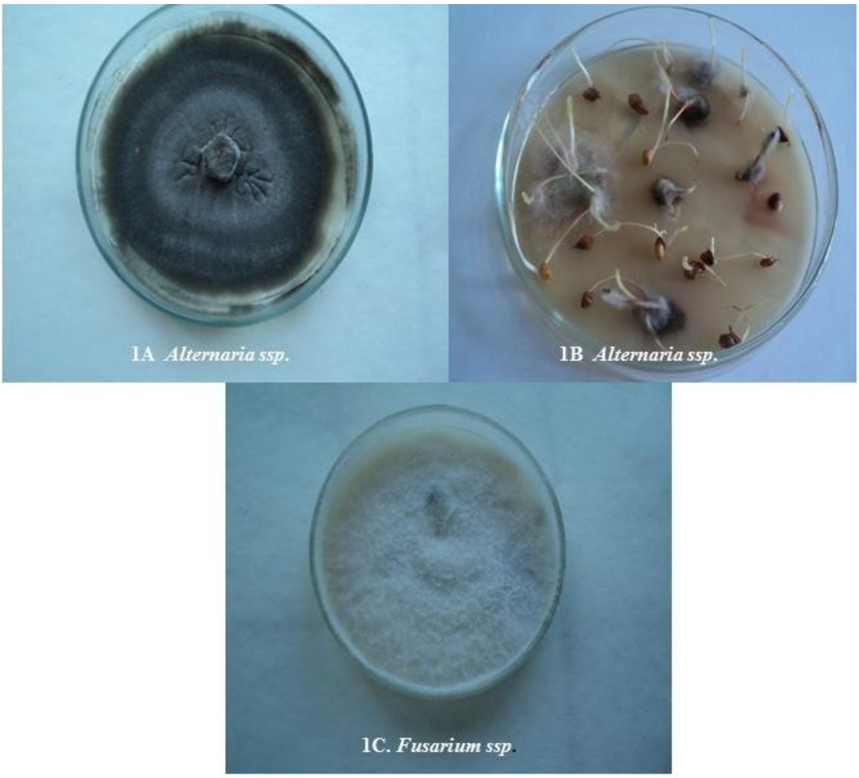
На Фигура 1 са разположени снимки на причинителите на посочената симптоматика.

seeds – representatives of *Fusarium*, *Aspergillus*, *Rhizoctonia*, *Penicillium*, *Helminthosporium,* attack and destroy the seeds' endosperm by eating the starch inside, leading to reduced germination and incapacity to develop normal sprouts Cook, 1980; Domsch et al., 1980; Degefu,1990; Stancheva, 2010).

Representatives of *Pythium* and *Peronospora* ssp., attack the young seedlings and lead to rotting of the roots and the bases of the plants at the initial phases of their development, which leads to reduction of the crop (Isakeit and Jaster, 2005). Examinations on the seeds' microflora of the cereal grain crops show that the colonization of the seeds by representatives of the following species: *Fusarium* and *Alternaria* decrease the production efficiency (Stancheva, 2010; Bakan et al., 2002). The authors consider that those pathogens, under certain conditions, may associate in pathogenic complexes causing withering, root and stem rotting for the whole vegetation.

Stancheva (2010) describes *Fusarium* (*Fusarium moniliforme* J. Sheld; *Fusarium graminearum*) and *Alternaria*, (mainly *Alternaria alternata)* species as the causative agents of a complex pathological syndrome, showing pathologic symptoms on the seeds, the vegetative organs and the roots.

Figure 1 shows pictures of the causative agents of those symptoms.



Фиг. 1. Патогени, причиняващи заболявания
Fig. 1. Pathogens causing diseases

Причинители на тези патологии са гъбните патогени: *Fusarium moniliforme* J. Sheld**,** *Fusarium culmorum*, *Penicillium* ssp. (Stancheva, 2010; Tanova and Andreeva, 2011). Информацията за кълняемостта на семената и евентуалната поява, и развитие на болести пренасяни от тях е особено актуална при въвеждането на нови сортове и хибриди земеделски култури. В тази връзка, целта на настоящото изследването е проучване кълняемостта и кълняемата енергия на семена, както и семенната микрофлора на различни генотипове сорго-суданкови хибриди при лабораторни условия.

The pathogenic fungi - *Fusarium moniliforme* J. Sheld**,** *Fusarium culmorum*, *Penicillium* ssp. are the causative agents of those pathologies (Stancheva, 2010; Tanova and Andreeva, 2011). When introducing new species of agricultural cultures in specific region information on seeds germination, seed-borne diseases eventual manifestation and development is explicitly important. In this connection, the present research is directed towards the germination and germination energy of the seeds, as well as the mycoflora of different sorghum-sudangrass hybrids under laboratory conditions.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването на качествата на семена като кълняемост и кълняема енергия и състава на епифитната микофлора е проведено в лабораторията по

MATERIAL AND METHODS

In March 2019 an examination on germination and germination energy is conducted in the phytopathology laboratory of the Natural Science Faculty фитопатология на Факултета по природни науки в Шуменския Университет, през месец Март 2019 година. Обект на изследването са семена на 7 генотипа сорго-суданкови хибрида от селекционната програма на Земеделски институт-Шумен, както следва: 1. Ендже 1 (стандарт) 2. COF5/Ставрополская; 3. COF – SUSU; 4. COF3 – SA; 5. COF4/Vercor; 6. COF – 6/SWI и 7. COF8/зах. метла.

Кълняемостта на семената и кълняемата енергия е определена по стандартни методики на Изпълнителна агенция по сортоизпитване, апробация и семеконтрол към Министерството на земеделието в България.

За целите на експеримента заложихме по 100 семена (от вариант) в 4 повторения. В термостат, при температура 25-27°C, поставихме петриеви блюда с навлажнени с дестилирана вода хартиени дискове, с по 20 броя семена. Отчитането на кълняемостта и кълняемата енергия проведохме на 3-тия и 5-тия ден след залагането.

Семената, подложени на анализ за определяне на епифитната микофлора са киснати в продължение на 2 часа в стерилна вода и въведени във влажна камера за инкубиране за период от 7 денонощия. Определянето на патогените от субепидермалната микофлора е извършено чрез стандартни фитопатологични методи, така че всеки вариант да включва 4 повторения с по 100 броя семена (Popkova, 1989; Popkova et al., 2005). Семената предназначени за фитопатологични изследвания са предварително повърхностно стерилизирани с 0,01% $HgCl_2$. На 7-мия ден след инкубирането са извършени отчитанията за установяване количествения и качествен състав на семенната микофлора (Stancheva, 2010).

Микроскопските изследвания са направени с бинокулярен микроскоп „Optika – B150“.

Достоверността на разликата между сравняваните средни на отдел-

of the University in Shumen.

The subject of the examination are 7 sorghum-sudangrass hybrids of the selection program of Shumen Agricultural Institute, as follows: 1. Endje 1 (standard), 2. COF5/Stavropolskaya, 3. COF-SUSU, 4. COF3-SA, 5. COF4/Vercor, 6. COF-6/SWI, 7. COF8/Saccharum

The seeds germination and the germination energy is determined in line with the standard methods of the Executive Agency in Species Testing, Approbation and Seed Control of the Bulgarian Ministry of Agriculture.

In order to determine the germination and the germination energy we used paper filter discs, placed in petri dishes and dampen with distillate water. 4 series of 100 seeds were used for the experiment, in a thermostat at 25-27° C, 20 seeds in each petri dish. The reporting took place on the 3rd and the 5th day.

The seeds analyzed in order to determine epiphytic microflora were soaked for 2 hours in sterile water and then introduced in wet chamber for an incubation period of 7 days and nights. The pathogens determination in the sub epidermal microflora is implemented through the means of standard phytopathology methods, therefore each version includes 4 repetitions with 100 seeds (Popkova, 1989, Popkova and others, 2005). The seeds are designated for phytopathological examinations of seeds with surface, sterilized with 0.01 % $HgCl_2$. On the 7th day after the start of the incubation reporting was done in order to determine the quality and quantity content of the seed microflora (Stancheva, 2010).

Binocular microscope “Optika-B150” is used for the microscopic examinations.

The accuracy of the difference between the compared estimates of each ните варианти от полските отчитания е преценена чрез т.нар. гранична или пределна разлика.

Броят на заразените семена от отделните родове гъби е отчетен в %. Получените резултати от лабораторните анализи са обработени статистически чрез вариационен анализ за качествени признаци (Zaprianov, 1983).

version of measurements is valued through the means of the so called marginal difference.

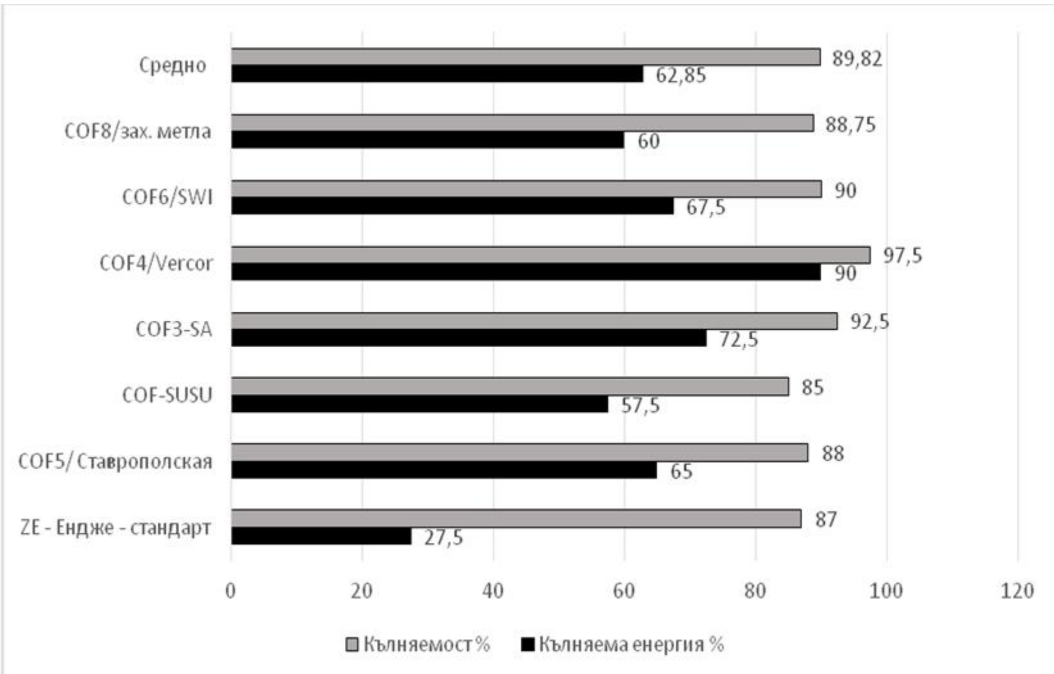
The number of the seeds, contaminated with different species fungi is reported in %. The results of the laboratory analysis are statistically processed through the means of a variation analysis of the qualitative signs (Zapryanov, 1983).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите относно кълняемостта и кълняемата енергия на семената от проучваните генотипове сорго-суданкови хибриди, са представени на Фигура 2.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the germination and germination energy examination of sorghum-sudangrass hybrids are presented in Figure 2.



Фиг. 2. Кълняема енергия и кълняемост на сорго-суданкови хибриди
Fig. 2. Germination energy and germination of sorghum-sudan hybrids

Кълняемата енергия на включените генотипи се движи в широки граници – от 27,5% (стандарт Ендже) до 90,0% (COF4/Vercor). Средната кълняема енергия на изследваните генотипи е 62,85%при средна кълняемост на семената над 89,82%

Резултатите сочат, че сорго-суданковия хибрид COF4/Vercor е с

The germination energy of the examined genotypes is presented in wide ranges – from 27.5 % (for the Endje standard), to 90,0 % (for COF4/Vercor). The average germination energy of all genotypes is 62.85 % and the average germination – 89.82 %.

Visible from the results presented, the germination energy is highest with the най-висока кълняема енергия (90,0%), сравнен с останалите генотипи и контролата (27,5%). Превишението в стойностите на показателя спрямо стандарта е над 3 пъти. Кълняемата енергия на семената при генотип COF3-SA е 72,5%. Двата генотипа (COF4/Vercor и COF3-SA) са с най-висока кълняемост на семената и с най-висока кълняема енергия спрямо средните стойности и тези на контролният вариант. Семената на Ендже 1 (стандарт) се характеризират с най-ниска кълняема енергия. При генотипите COF-SUSU (57,5%) и COF8/зах. метла (60,0%), стойностите на показателя са по-ниски съответно с (8,5 %) и (4,5%) спрямо средните. Според Donchev and Kikindonov (2015), генотипът Ендже 1 има по-добри показатели по отношение на кълняемостта (96,5%), което е по-високо от полученото от нас.

Кълняемостта на семената в лабораторни условия показва различията според изпитвания генетичен произход. Семената на проучваните произходи са с по-висока кълняемост спрямо контролния вариант. Изключение прави генотип COF-SUSU (85,0%), чиито семена са с 2,3 % по-ниска кълняемост спрямо стандарта. Както кълняемостта, така и кълняемата енергия е с максималната стойност при семената на генотип COF4/Vercor (97,5%) и най-ниска при COF-SUSU (85,0%). Сравнително висока кълняемост (над 90%) отчетохме при семената на COF3-SA (92,5%) и COF6/SWI (90%) при средна стоиност 89,82%. Семената с произход COF4/Vercor се отличават с най-добра кълняемост при лабораторни условия.

В Таблица 1 е посочена достоверната разлика относно показателите кълняемост и кълняема енергия на семената между стандарта (Ендже 1) и изпитваните генотипи.

seeds from the COF4/Vercor (90,0%) in comparison with the remaining genotypes and the control standard – (27,5%), almost 3 times more than the control standard. They are followed by the COF3-SA genotype – 72.5 %.

Those genotypes (COF4/Vercor и COF3-SA) show very good results related to the average values and the control standard and they report high results. The index is lowest with the Endje seeds, followed by COF-SUSU (57,5%) and COF8/Saccharum (60,0%), characterized with lower than the average indexes.

The Endje 1 (standard) genotype manifests better values both for the germination (96,5%) in the examination conducted by Donchev and Kikidonov, 2015, which is higher than what we received.

The seeds germination under laboratory conditions shows differences as per the tested genetic origin, as almost all seeds from the analyzed genetic origins show higher values than the control version, excluding COF-SUSU – (85,0%), which seeds are with (2,3%) lower germination than the control one. The maximum reported value for both germination and germination is for COF4/Vercor genotype – (97.5%) and the lowest is for the COF-SUSU – (85,0%). High values of germination – above (90,0 %) we reported for COF3-SA – (92.5 %), COF6/SWI – (90,0 %) and average values of approximately 89.92%. The seeds of COF4/Vercor origin may distinguish as the seeds with best germination under laboratory conditions.

As we can see from Table 1 the differences between the Endje control hybrid and the other genotypes is authentic in terms of germination and germination energy.

Таблица 1. Достоверност на разлики между изследваните генотипове и контролата

Table 1. Significance of differences between genotypes tested and controls

Кълняема енергия/ Germinating energy						
Генотип/ Genotype	COF5 / Ставрополская	COF - SUSU	COF3 - SA	COF4 / Vercor	COF6 / SWI	COF8 / зах. метла
Ендже 1 / Standard	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**
Кълняемост/ Germination						
Генотип/ Genotype	COF5 / Ставрополская	COF - SUSU	COF3 - SA	COF4 / Vercor	COF6/SWI	COF8 / зах. метла
Ендже 1/ Standard	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**	**t>3,29**

t<1,96	not credibility
t>1,96	P = 5%
t>2,58	P = 1%
t>3,29	P = 0,1%

От повърхностната и субепидермална микофлора, бяха установени 7 гъбни вида, които се отнасят към 6 рода. Те са с различна честота на срещане, в зависимост от произхода на семената. Сред тях са два от причинителите на заболяването алтернариоза (*Alternaria alternata; Alternaria solani*), причинител на заболяването фузариозата (*Fusarium moniliforme* J. Sheld*),* на листния пригор (*Helminthosporium turcicum* Pass), на маната - *Peronospora ssp.*, както и причинители от родовете *Aspergillus* и *Mucor.* - Таблица 2.

Отчетено е повърхностното заразяване на семената със посочените патогени: *Alternaria alternata, Alternaria solani, Aspergillus ssp., Mucor ssp., Helmintosporium turcicum, Fusarium monilifor* J. Sheld*, Peronospora ssp.*

С най-висока честота на срещане е *Alternaria alternata.* Този патоген присъства в състава на семенната микофлора при всички проучвани произходи.

С най-висока честота е в произходите COF6/SWI (19%), Ендже 1 (18%) и COF-SUSU (14%), и с най-ниска в произхода COF5/Ставрополская (6%).

Заразеността с причинителя на алтернаозата (Alternaria solani) не е уставена единствено в семенната микофлора на COF5/Ставрополская. При генотип COF-SUSU, *Alternaria solani* е най-често (19%) срещан причинител на заболява-

7 fungi species are determined by the surface and sub epidermal mycoflora, referring to 6 genus. They have different frequencies of presence, depending of the seeds origin. Two of them are causing the alternariosis disease (*Alternaria alternata; Alternaria solani*), Fusariosis (*Fusarium moniliforme),* septoriosis (*Helminthosporium turcicum*), dawny mildew - *Peronospora ssp.*, as well as the causative agents of the *Aspergillus* and *Mucor* species*.* The research data is presented in Table 2.

Contamination of the seeds surface is reported: *Alternaria alternata, Alternaria solani, Aspergillus ssp., Mucor ssp. Helmintosporium turcicum, Fusarium moniliforme, Peronospora ssp.*

Most frequent presence is for *Alternaria alternata*, present in the content of the seed microflora of all examined origins.

Highest presence of this pathogen is determined with COF6/SWI (19%), Endje 1 (18%), COF-SUSU (14%). Lowest frequency of presence is determined for COF5/Stavropolskaya (6%). Contamination with the other causative agent for alternaosis – *Alternaria solani* is absent only in the seed microflora of COF5/Stavropolskaya and it is most frequently present in COF-SUSU – frequency of presence (19%). The fusariosis causative agent – *Fusarium moniliforme* – is determined in (23%) of the samples, not нето. Причинителят на фузариозата (*Fusarium monilifor* J. Sheld) и листния пригор (*Helminthosporium turcicum*) са установени съответно в 23% от пробите. Не наблюдавани единствено в семената на генотип COF3-SA.

present only in COF3-SA genotype, where the presence frequency is relatively small. The causative agent of the leaf blight *Helminthosporium turcicum* is present in 23% of the cases and it is not ascertained with COF3-SA.

Таблица 2. Честота на изолиране на семенна микофлора в %
Table 2. Frequency of isolation of seed mycoflora in %

Генотип/Genotype	Патогени/ Pathogens						
	Alternaria alternata	*Alternaria solani*	*Aspergillus ssp.*	*Mucor ssp.*	*Helmintosporium turcicum*	*Fusarium monilifor J. Sheld*	*Peronospora ssp.*
COF8 / зах. метла	8	12	3	2	5	3	10
COF6 / SWI	19	2	-	3	2	1	3
COF4 / Vercor	9	3	1	-	1	5	5
COF3 - SA	10	7	1	1	-	-	1
COF - SUSU	14	19	2	1	2	8	19
COF5 / Ставрополская	6	-	-	2	7	2	3
Ендже 1/ Standard	18	1	3	1	13	4	9
Общо	84	44	10	10	31	23	50

P = 5%; P = 1%; P = 0,1%

Причинителят на мана (*Peronospora ssp.*) е с 50% обща честота на срещане. Наблюдаване е при всички изследвани генотипи и е на второ място по честота на срещане (след причинителя на алтернариоза). Делът на видовете от род *Aspergillus ssp.* и *Mucor ssp.* е сравнително по-нисък.

The cause for the septoriosis - *Peronospora ssp.,* is to a total frequency of presence (50%), present in all genotypes, ranking on second place of frequency after the causative agent of the alternariosis. The share of species *Aspergillus ssp. and Mucor ssp* is comparatively low.

ИЗВОДИ

1. Всички семена от изпитваните генотипи имат висока кълняема енергия и лабораторна кълняемост, сравнени със стандарта.

2. Alternaria alternata (Fr.) Keissl. е най-разпространената фитопатогенна гъба, растяща на повърхността на семената на соргото и сорго-суданковите хибриди.

CONCLUSIONS

1. All seeds of the tested genotypes have high germination energy and laboratory germination compared to the standard.

2. Alternaria alternata (Fr.) Keissl. is the most common phytopathogenic fungus growing on the surface of sorghum seeds and sorghum-sudan hybrids.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване се реализира благодарение на проект РД-08-135/04.02.2020г, на Фонд Научни Изследвания на Шуменски Университет „Епископ Константин Преславски“.

ACKNOWLEDGEMENTS

The investigation is financed under project РД-08-135/04.02.2020, by paragraph - Scientific Research of University of Shumen - Konstantin Preslavsky.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bakan, B., D. Richard, D. Molard and B. Cahagnie**, 2002. Fungal Growth and Fusarium Mycotoxin Content in Isogenic Traditional Maize and Genetically Modified Maize Grown in France and Spain. *J. Agric. Food Chem*., 50(4), 278-731.

2. **Cook, R. J.**, 1980. Fusarium Foot Rot of Wheat and Its Control in the Pacific Northwest. *Plant Dis*., 64, 1061-1066.

3. **Dawar, S. and A. Ghaffar**, 1991. Detection of Seed Borne Mycoflora of Sunflower. *Pak. J. Bot*., 23, 173-178.

4. **Degefu, Y.**, 1990. Evaluation of Ethiopian Maize Germplasms for Resistance against leaf blight caused by Helminthosporium turcicum. Research Progress Report, Awassa College of Agriculture, Ethiopia.

5. **Domsch, K. H., W. Gams and T. Anderson**, 1980. Compendium of Soil Fungi, 1, Academic press, London. pp. 865.

6. **Donchev, V. and Tz. Kikindonov**, 2015. Assessment of the Initial Temp of Growth of Sudangrass, Sorghum × Sudangrass Hybrids and Sweet Sorghum Forms. *Plant Science*, 52(6), 28-32 (Bg).

7. **Donchev, V.,Tz. Kikindonov and R. Bazitov**, 2018. Assesment of Field Germination and Initial Temp of Growth of Sudangrass, Sorghum x Sudangrass Hybrids and Sweet Sorghum Form. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21(1), 169-178.

8. Executive Agency in Species Testing, Approbation and Seed Control of the Bulgarian Ministry of Agriculture, 2009. Sampling method and analysis of clean, calibration seed, Sofia https://iasas.government.bg/bg/metodiki.html Accessed on 10/07/2019.

9. **Isakeit, T. and J. Jaster**, 2005. Texas Has a New Pathotype of Peronosclerospora sorghi the Cause of Sorghum Downy Mildew. *Plant Dis,* 89(5), 529-537.

10. **Kikindonov, Tz., K. Slanev, S. Enchev and G. Kinkindonov**, 2013. Heterosis Behaviour of Sorghum × Sudangrass Hybrids in Flowering Stage. *Plant Science*, 50(6), 3-6 (Bg).

11. **Kikindonov, Tz., K. Slanev, S. Enchev and G. Kinkindonov**, 2015. Heterosis Effect in Sorghum × Sudangrass Hybrids at Brooming Stage. *Plant Science*, 52, 1, 7-10 (Bg).

12. **Little, C. R., R. Perumal, T. Tesso, L. K. Prom, G. N. Odvody and C. W. Magill**, 2012. Sorghum Pathology and Biotehnology – A Fungal Disease Perspective: part I. Grain, Mold, Head Smut, and Ergot. *The European Jurnal of Plant Science and Biotehnology,* 6, 10-30.

13. **Mohamed, S. and A. Francis**, 1984. Association of Weather Variable with Genotype x Environmental Interactions in Sorghum. *Crop. Sci*., 24, 13-16.

14. **Popkova, K. V.**, 1989. General Phytopathology. Agropromizdat, Moscow, 399 pp. (Ru).

15. **Popkova, K. V., V. A. Shkalikov, Yu. M. Stroykov, S. N. Lecomceva and I. N. Skvorcova**, 2005. General Phytopathology. Dropha Moskva (Ru).

16. **Ramathani, I.**, 2010. Characterisation of Turcicum Leaf Blight Epidemics and Pathogen Populations in the Exserohilum turcicum-Sorghum Pathosystem of Uganda, University of Makerere, (Diss.) Uganda.
17. **Sharma, I., N. Kumari and V. Sharma**, 2015. Sorghum Fungal Diseases. In: Lichtfouse E., Goyal A. (eds) Sustainable Agriculture Reviews. *Sustainable Agriculture Reviews*, 16. Springer, Cham.
18. **Slanev, K.**, 2012. Productivity and Green Mass Qualities of Sudangrass and Sorghum x Sudangrass hybrids. *Agricultural Science*, 45, 3, 13-17 (Bg).
19. **Stancheva, Y.**, 2010. Transmission via Seeds of Phytopathogenic Diseases. “Pensoft”, Sofia, Bulgaria (Bg).
20. **Tanova, K. and M. Andreeva**, 2011. Study on the Epidermal Seed Micophlora of Feed Sorghum Hybrids. *Plant Science*, 48(4), 25-30 (Bg).
21. **Thakur, R. P., B. V. S. Reddy and K. Mathur**, 2007. Screening Techniques for Sorghum Diseases Information. In: bulletin no 76, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru.
22. Valenzuela, H. and J. Smith, 2002. Sorghum-Sudangrass Hybrids, Sustainable Agriculture Green Manure Crops Aug. Published by the College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR), pp. 39-45.
23. **Zaprianov, Z.**, 1983. Experimental Biometrics. “Hristo G. Danov“, Plovdiv, pp. 300 (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (4), 112-125 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Реакция на пшеница сорт "Дунавия" към някои почвени хербициди

Светлана Стоянова[1]*, Галина Дякова[1], Ралица Минчева[1], Веселин Дочев[2]

[1]*Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик", 7007 Русе, България*
[2]*Земеделски институт, 9700 Шумен, България*

Reaction of "Dunaviya" Wheat Variety to Some Soil Herbicides

Stoyanova Svetlana[1]*, Galina Dyakova[1], Ralitsa Mincheva[1], Veselin Dochev[2]

[1]*Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik", 7007 Ruse, Bulgaria*
[2]*Agricultural Institute, 9700 Shumen, Bulgaria*

**E-mail: sv_stoianova@mail.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

В опитното поле на Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - Русе, през 2013-2016 г., е проведено изследване за установяване реакцията на пшеница сорт „Дунавия", третирана с хербициди за почвено приложение в оптимални и двойно завишени дози – линурон (135 и 270 g da^{-1} а.в.), пендиметалин (132 и 264 g da^{-1} а.в.) и метрибузин (56 и 112 g da^{-1} а.в.).

Приложените на почвените хербициди линурон – 135 и 270 g da^{-1} а.в. и пендиметалин – 132 и 264 g da^{-1} а.в., са високо селективни към пшеницата, а метрибузин – 56 и 112 g da^{-1} а.в. предизвиква силен фитотоксичен ефект (бал 7).

Метрибузинът оказва задържащ ефект върху растежа и развитието на растенията при прилаганата доза от 56 g da^{-1} а.в. и частично загиване на растения при завишаване на изпитваната доза (112 g da^{-1} а.в.).

Установеният фитотоксичен ефект на метрибузин, приложен в доза 56 и 112 g da^{-1} а.в., оказва инхибиращо влияние и върху гъстотата от пшеница.

SUMMARY

At the experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik" - Ruse, in 2013-2016, a study was conducted to determine the reaction of "Dunaviya" wheat variety, treated with soil herbicides at optimal and double doses - linuron (135 and 270 g da^{-1} a.s.), pendimethalin (132 and 264 g da^{-1} a.s.) and metribuzin (56 and 112 g da^{-1} a.s.).

Soil herbicides linuron - 135 and 270 g da^{-1} a.s. and pendimethalin - 132 and 264 g da^{-1} a.s., showed highly selectivity to wheat, and metribuzin - 56 and 112 g da^{-1} a.s. caused a strong phytotoxic effect (score 7).

Metribuzin demonstrated an inhibitory effect on plant growth and development at a dose of 56 g da^{-1} a.s. and partial plant death by increasing the test dose (112 g da^{-1} a.s.).

The observed phytotoxic effect of metribuzin, applied at doses of 56 and 112 g da^{-1} a.s., also had an inhibitory effect on wheat density.

Формираните добиви зърно, след прилагане на почвените хербициди линурон (135 и 270 g da^{-1} а.в.) и пендиметалин (132 и 264 g da^{-1} а.в.) са близки до контролния вариант, а метрибузинът намалява добива на зърно с до 12%.

Ключови думи: пшеница, хербициди, селективност, продуктивност

Grain yield, formed after application of the soil herbicides linuron (135 and 270 g da^{-1} a.s.) and pendimethalin (132 and 264 g da^{-1} a.s.) was close to the control variant, and metribuzin reduced the grain yield up to 12%.

Key words: wheat, herbicides, selectivity, productivity

УВОД

Основна предпоставка за развитието на високодобивно земеделие при рязко снижаване себестойността на селскостопанската продукция е рационалната борба с плевелите. Голям брой проучвания и вековният опит в земеделската практика показват, че плевелите „зеленият враг”, нанасят огромни щети на селското стопанство. При това те се явяват ежегодно и повсеместно за разлика от болестите и неприятелите, градушките и другите вредни фактори, които обикновено не се появяват всяка година или засягат само отделни райони.

Плевелите са съперници на културните растения по отношение на всички жизнени фактори, затрудняват и влошават качеството на полските работи, често правят невъзможно механизирането им, подпомагат развитието на болестите и неприятелите по културните растения. Наред с това плевелите притежават и редица биологични особености, които им помагат да попаднат лесно на обработваеми места и затрудняват борбата срещу тях (Andreeva-Fetvadzhieva, 1966).

Борбата с плевелите изисква интегрален подход, включващ агротехнически средства (сеитбообращения, обработки на почвата, др.) и химически методи (хербициди). Поради високата им ефективност и конкурентния натиск прилагането на хербициди е неотменен елемент в съвременните агротехнологии. Същевременно е необходимо да се посочи, че химическият метод не трябва да се абсолютизира, тъй като не е лишен и от някои недостатъци

INTRODUCTION

The main prerequisite for the development of high-yield agriculture with a sharp decrease in the cost price of the agricultural production is the rational weed control. A large number of studies and centuries of experience in agricultural practice have shown that weeds, "the green enemy" cause great damage to agriculture.

More over, they appear every year and everywhere, unlike diseases and pests, storm of hail and other harmful factors, which usually do not occur every year or affect only certain areas.

Weeds are rivals of cultivated plants in terms of all vital factors, complicate and worsen the quality of field work, often make impossible their mechanization, support the development of diseases and pests of the cultivated plants. In addition, weeds have a number of biological features that help them easily get to arable land and make it difficult to control them (Andreeva-Fetvadzhieva, 1966).

Weed control requires an integrated approach, including agrotechnical means (crop rotations, tillage, etc.) and chemical methods (herbicides).

Due to their high efficiency and competitive pressure, the application of herbicides is an indispensable element in modern agricultural technologies. At the same time, it is necessary to point out that the chemical method should not be absolutized, as it has some shortcomings (Shkalikov, 1995; Boger, 1997; Hain, 1997).

(Shkalikov, 1995; Boger, 1997; Hain, 1997).

Използването на хербициди се основава на селективността на тяхното действие, което е резултат от редица физични и биохимични разлики между плевелните и културните видове. Независимо, че съвременните хербициди се отличават с все по-висока селективност, в определени случаи те могат да окажат токсичен ефект върху културните растения (хербицидна фитотоксичност). Такива случаи могат да възникнат както при неправилна употреба (грешен избор на хербицид, пренос на хербицидите върху други култури, повишени хербицидни дози, др.), така и при правилна употреба на хербициди, но при недостатъчна селективност, съчетаване на хербицидната обработка с неподходящи почвено-климатични условия и други (Tonev et al., 2007; Tityanov et al., 2009; Fahong et al., 2009).

Това налага постоянно да се изпитват и прилагат нови хербициди, тъй като действието на различните препарати се влияе най-силно от условията на околната среда (Mihova and Stoimenova, 2006). За постигане на добър хербициден ефект е необходимо да се познава селективността на използваните хербициди и влиянието им върху изпитваните сортове и хибриди културни растения (Camele et al., 1995; Kumar et al., 1997).

Целта на изследването е да се установи реакцията на пшеница сорт „Дунавия", третирана с хербициди за почвено приложение – линурон, пендиметалин и метрибузин приложени в оптимални и двойно завишени дози.

The use of herbicides is based on the selectivity of their activity, which is the result of a number of physical and biochemical differences between weeds and crop species.

Although modern herbicides are increasingly selective, in some cases they can have toxic effects on crops (herbicidal phytotoxicity).

Such cases can occur both with improper use (wrong choice of herbicide, transfer of herbicides to other crops, increased herbicide doses, etc.) and with proper use of herbicides, but with insufficient selectivity, combining herbicide treatment with unsuitable soil-climatic conditions, etc (Tonev et al., 2007; Tityanov et al., 2009; Fahong et al., 2009).

This necessitates the permanent testing and application of new herbicides, as the activity of different products is most strongly influenced by the environmental conditions (Mihova and Stoimenova, 2006). To achieve a good herbicidal effect, it is necessary to know the selectivity of the herbicides used and their influence on the tested varieties and hybrids of cultivated plants (Camele et al., 1995; Kumar et al., 1997).

The aim of the study is to determine the reaction of wheat variety "Danube", treated with herbicides for soil application - linuron, pendimethalin and metribuzin, applied at optimal and twice increased doses

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През 2013-2016 г., в опитното поле на Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - Русе, е проведено изследване с пшеница сорт "Дунавия". Сортът е селекциониран в Института и е признат от ИАСАС през 2013 г. Той е с добра устойчивост на полягане стъбло и висока студоустой-

MATERIAL AND METHODS

In 2013-2016, at the experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik" - Ruse, a study was conducted with “Dunaviya” wheat variety. The variety was selected at the Institute and was recognized by Executive Agency for Variety Testing, Field Inspection and Seed Control in чивост. Средно устойчив е към важни икономически болести и притежава много добри хлебопекарни качества.

Опитът е заложен по блоков метод в четири повторения, с големина на реколтната парцела 50 m^2 и рандомизирано разположение на вариантите (Shanin, 1965), при неполивни условия върху силно излужен чернозем, с ниско хумусно съдържание (1,98%), слабо запасен с N и P_2O_5, добре запасен с K_2O и гъстота на посева 550 кълняеми семена m^2.

По време на извеждане на опита е проучена селективността на хербицидите линурон, пендиметалин и метрибузин, приложени в оптимална и двойно завишена доза, по схема - контрола – нетретирана; линурон - 450 $g.l^{-1}$ в дози 135 и 270 $g.da^{-1}$ а.в.; пендиметалин -330 $g.l^{-1}$ в дози 132 и 264 $g.da^{-1}$ а.в. и метрибузин - 700 $g.kg^{-1}$ в дози 56 и 112 $g.da^{-1}$ а.в.

Хербицидните формулировки, използвани в изследването са регистрирани за борба с едногодишни широколистни и някои житни (линурон и метрибузин) и едногодишни житни и широколистни плевели (пендиметалин), които не са прилагани при пшеницата.

Хербицидите са внесени с гръбна пръскачка при разход на работен разтвор 30 l da^{-1}, приложени след сеитба преди поникване на културата. Предшественик на пшеницата през опитния период е зимна рапица. Обработката на почвата включва трикратно дисковане и валиране след сеитба (Popov et al., 1966).

През вегетационния период плевелите са отстранявани ръчно, за да се елиминира отрицателното им въздействие и да се проучи само влиянието на хербицидите върху пшеницата.

Отчитани са показателите: фитотоксичност на хербицидите на 7$^{-мия}$, 17$^{-тия}$ и 30^{тия} ден след прилагането им, като е използвана 9 балната логаритмична скала на EWRS (European Weed

2013. It has good resistance to lodging and high cold resistance. It is moderately resistant to important economic diseases and has very good baking qualities.

The experiment was based on the block method in four replications, with the size of the harvest plot 50 m^2 and randomized location of the variants (Shanin, 1965), under non-irrigated conditions on highly leached chernozem, with low humus content (1.98%), poorly stocked with N and P_2O_5, well stocked with K_2O and sowing density 550 germinating seeds m^2.

During the experiment, the selectivity of the herbicides linuron, pendimethalin and metribuzin, applied at optimal and twice increased dose, was studied, by a schema - control – untreated; linuron - 450 $g.l^{-1}$ in a dose 135 и 270 $g.da^{-1}$ a.s.; pendimethalin -330 $g.l^{-1}$ in a dose 132 и 264 $g.da^{-1}$ a.s. and metribuzin - 700 $g.kg^{-1}$ in a dose 56 и 112 $g.da^{-1}$ a.s.

The herbicidal formulations used in the study were registered to control annual broad leaved and certain cereals (linuron and metribuzin) and annual cereals and broad leaved weeds (pendimethalin) and they have not been yet applied to wheat.

The herbicides were applied with a back sprayer at a working solution consumption of 30 l da^{-1}, applied after sowing before emergence. The predecessor of wheat during the experimental period was winter oilseed rape. Tillage involved triple disking and rolling after sowing (Popov et al., 1966).

During the growing season, weeds were removed manually to eliminate their negative effects and only the influence of herbicides on wheat to be studied.

The following indicators were reported: phytotoxicity of the herbicides on the 7th, 17th and 30th day after their application, using the 9-point logarithmic scale of EWRS (European Weed

Research Society) - бал 1 (без повреди) - бал 9 (културата е напълно унищожена); преживяемост на растенията (l_x) – определена е в края на вегетацията на културата на площ от 10 m^2 за всички повторения; продуктивност (kg da^{-1}), отчетена от 10 m^2, по варианти и повторения; редуциране (загиване) на растенията (d_x) и интензивност на загиване (K_x) са определени по адаптивната методика на Begon et al. (1986) и Marinov-Serafimov and Golubinova, (2019).

<u>Преживяемост на растенията (lx):</u>

$$l_x = m_{x2} / m_{x1}$$

където: m_{x1} – гъстота на посева (br da^{-1}) в контролните варианти; m_{x2} – гъстота на посева (br da^{-1}) във вариантите третирани с хербициди;

<u>Редуциране (загиване) на растенията (d_x):</u>

$$d_x = l_{x1} – l_{x2}$$

където: l_{x1} – преживяемост на растенията (br da^{-1}) в контролните варианти; l_{x2} – преживяемост на растенията (br da^{-1}) във вариантите третирани с хербициди;

<u>Интензивност на загиване (редуциране) (K_x):</u>

$$K_x = lg\ m_{x1} - lg\ m_{x2}$$

където: m_{x1} – гъстота на посева (br da^{-1}) в контролните варианти; m_{x2} – гъстота на посева (br da^{-1}) във вариантите третирани с хербициди; *lg* – десетичен логаритъм;

По време на извеждането на опита са проследени агрометеорологичните показатели - сума на валежите (mm) и средна месечна температура на въздуха (ºC). Данните за метеорологичните условия за времето на проучване са взети от стационарната метеорологична клетка в ИЗС „Образцов чифлик”, разположена в близост до опитното поле.

Оценката на засушливостта за времето на прилагане и отчитане на почвените хербициди при пшеницата се използва графичния метод на Walter (1966). При този метод върху една скала се налагат валежите и удвоената стойност на температурата на въздуха.

Research Society) - point 1 (no damage) - point 9 (the crop is completely destroyed); plant survival (l_x) - determined at the end of the vegetation of the crop on an area of 10 m^2 for all replications; productivity (kg da^{-1}), reported from 10 m^2, by variants and replications; reduction (death) of plants (d_x) and intensity of death (K_x) were determined according to the adaptive methodology of Begon et al. (1986) and Marinov-Serafimov and Golubinova, (2019).

<u>Survival ability of plants (lx):</u>

$$l_x = m_{x2} / m_{x1}$$

where: m_{x1} - stand density (br da^{-1}) in the control variants; m_{x2} – stand density (br da^{-1}) in the variants treated with herbicides;

<u>Reduction (death) of plants (dx):</u>

$$d_x = l_{x1} – l_{x2}$$

where: l_{x1} - plant survival (br da^{-1}) in the control variants; l_{x2} - plant survival (br da^{-1}) in the variants treated with herbicides;

<u>Intensity of death (reduction) (Kx):</u>

$$K_x = lg\ m_{x1} - lg\ m_{x2}$$

where: m_{x1} - stand density (br da^{-1}) in the control variants; m_{x2} - stand density (br da^{-1}) in the variants treated with herbicides; lg - decimal logarithm;

During the experiment, the agrometeorological parameters were monitored - sum of precipitation (mm) and average monthly air temperature (ºC). The data about the meteorological conditions for the time of the study were taken from the stationary meteorological cell in the IASS "Obraztsov Chiflik", located near the experimental field.

The graphical method of Walter (1966) was used for estimation of drought for the time of application and reporting of soil herbicides in wheat. After that method, precipitation and doubled value of air temperature were recorded on one and the same scale. Periods of drought

За периоди на засушливост се приемат периодите, през които кривата на валежите пада под кривата на температурата. Под внимание се взимат периодите, които са по-дълги от 10 дни. В настоящото изследване методът е модифициран за изчисления по десетдневки.

were considered the periods during which the precipitation curve fell below the temperature curve. Periods longer than 10 days were taken into account. In the present study, the method has been modified for ten-day calculations.

Статистическата обработка на експерименталните данни е извършена по метода на дисперсионния анализ за добив, а разликите между вариантите са установени чрез многоранговия тест на Дънкан, с помощта на програмния продукт SPSS 19.0.

The statistical processing of the experimental data was performed by the method of analysis of variance for yield, and the differences between the variants were determined by the multi-rank Duncan test, using the software product SPSS 19.0.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Въздействието на метеорологичните фактори в района на Института – количество на валежите (mm) и средноденонощни температури (°C), по отношение на биологичните изисквания на пшеницата са относително благоприятни. Агрометеорологичните условия в годините на проучване се различават, което определя специфичното развитие на растенията и различията в добивите по години (Таблица 1).

Средномесечните температури на въздуха през вегетационния период на културата варира от -1.86 до 22.36 °C, при средни стойности от 8.56 до 10.63 °C. Отклоненията от средномесечните температури на въздуха варират от 3.58 до 5.58 °C, които са по-високи от стойностите за климатичната норма (1896-2005).

Разпределението на валежите през вегетацията на пшеницата е неравномерно и варира по месеци от 0.5 до 166.7 mm, при средни стойности от 62.7 до 70.4 mm. Отклонението от климатичната норма е в границите от 44.5 до 107.2 mm, при средни стойности от 15.2 до 22.9 mm.

През есенно-зимния период, средно за 2013-2016 год., не се наблюдават екстремно ниски температури, валежите са малко над климатичната норма за района, което позволи навременното и равномерно поникване на

RESULTS AND DISCUSSION

The impact of meteorological factors in the area of the Institute - amount of precipitation (mm) and average daily temperatures (°C), in relation to the biological requirements of wheat are relatively favorable. Agrometeorological conditions varied in the years of study, which determined specific development of plants and differences in yield by year (Table 1).

The average monthly air temperatures during the vegetation period of the crop varied from -1.86 to 22.36 °C, with average values from 8.56 to 10.63 °C. Deviations from the average monthly air temperatures varied from 3.58 to 5.58 °C, higher than the values of the climatic norm (1896-2005).

The distribution of precipitation during the wheat vegetation was uneven and varied from 0.5 to 166.7 mm per month, with average values from 62.7 to 70.4 mm. The deviation from the climatic norm was in the range from 44.5 to 107.2 mm, with average values from 15.2 to 22.9 mm.

During the autumn-winter period, on average for 2013-2016, extremely low temperatures were not observed, the precipitation was slightly above the climatic norm for the region, which allowed the timely and even emergence of пшеницата. Пролетните месеци също се характеризират с валежи и температури близки до нормата за периода, а летата - сухи и горещи.

wheat. The spring months were also characterized with precipitation and temperatures close to the norm for the period, and the summers - dry and hot.

Таблица 1. Метеорологични показатели за периода 2013-2016 г.
Table 1. Meteorological parameters during the period 2013-2016

Период Periods	Вегетационен период / Period of vegetation Средномесечна температура на въздуха, X-VI, t ^oC Average monthly air temperature, X-VI, t ^oC									Средно за X-VI Average for X-VI, t ^oC
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
2013/14	12.50	8.23	-0.22	-0.05	1.96	8.91	11.68	16.38	18.86	8.66
Отклонение от климатичната норма Deviation from climatic norm	4.94	5.57	2.38	5.95	5.86	8.91	0.28	-0.05	-0.62	3.69
2014/15	11.77	5.19	1.44	1.03	2.10	6.33	10.76	19.09	19.68	8.56
Отклонение от климатичната норма Deviation from climatic norm	4.26	2.49	4.04	7.03	6.00	6.33	-0.27	2.11	0.20	3.58
2015/16	11.18	8.88	4.33	-1.86	7.86	7.65	14.63	20.60	22.36	10.63
Отклонение от климатичната норма Deviation from climatic norm	3.98	6.18	6.93	4.14	11.76	7.65	3.24	4.16	2.23	5.58
Период Periods	Месечни суми на валежите / Monthly precipitation, mm									Сума за X-VI Amount for X-VI, mm
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
2013/14	127.6	47.7	1.4	55.6	1.8	77.5	64.8	166.7	90.1	70.4
Отклонение от климатичната норма Deviation from climatic norm	87.6	2.7	-40.6	18.6	-27.2	42.5	14.2	100.2	8.0	22.9
2014/15	53.0	91.2	149.2	2.6	51.5	80.8	48.0	22.0	66.0	62.7
Отклонение от климатичната норма Deviation from climatic norm	13.0	46.2	107.2	-34.4	22.5	45.8	-2.6	-44.5	-16.1	15.2
2015/16	61.1	70.8	0.5	83.2	37.0	67.0	83.0	102.0	82.0	65.2
Отклонение от климатичната норма Deviation from climatic norm	21.1	25.8	-41.5	46.2	8.0	32.0	32.4	35.5	-0.1	17.7

За времето на прилагане на почвените хербициди върху пшеницата, чрез метода на Walter (1966), модифициран за изчисления по декади, са определени периодите на засушаване (Фигура 1).

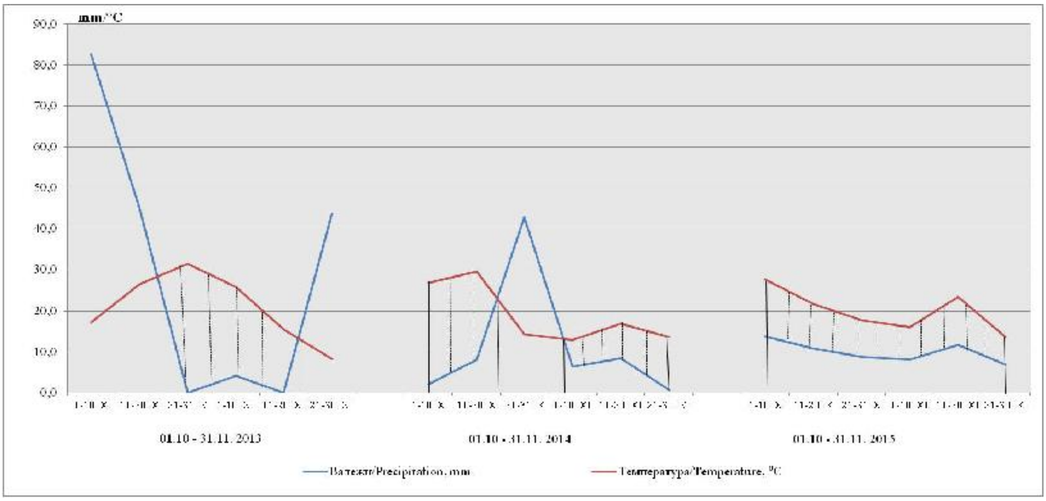
- 2013 г. – между 25 октомври - 15 ноември;
- 2014 г., периодите на засушаване са между: 5 октомври – 18 октомври и 04 ноември - 30 ноември;
- 2015 г., периоди на засушаване има от 01 октомври до 30 ноември.

През тези периоди, количествата на валежи са минимални и не позволиха на прилаганите хербициди да достигнат максималният си хербициден ефект.

During the application of soil herbicides on wheat, the drought periods were determined by the method of Walter (1966), modified for calculations by decades (Figure 1).

- 2013 - between October 25 - November 15;
- 2014, the drought periods were between: October 5 - October 18 and November 4 - November 30;
- 2015, there were periods of drought from October 1 to November 30.

During those periods, the amount of precipitation was minimal and did not allow the applied herbicides to reach their maximum herbicidal effect.



Фиг. 1. Периоди на засушаване за времето на прилагане хербицидите линурон, метрибузин и пендиметалин за периода 2013-2015 г.
Fig. 1. Drought periods during the treatment with the herbicides linuron, metribuzin and pendimethalin, 2013-2015

Резултатите от визуалните отчитания в балове на фитотоксичността по скалата на EWRS показват, че приложените почвени хербициди (линурон, пендиметалин и метрибузин) оказват от индифирентен (бал 1) до силен фитотоксичен ефект (бал 7) (Таблица 2).

Хербицидите използвани за борба с едногодишни широколистни и житни плевели (линурон - 135 и 270 g da^{-1} а.в. и пендиметалин - 132 и 264 g da^{-1} а.в.), проявиха висока селективност (бал 1) към пшеницата. За периода на извеждане на опита не се наблюдават фитотоксични прояви върху културата.

Почвеният хербицид метрибузин (56 и 112 g da^{-1} а.в.) в периода от поникването до 7^{мия} ден е с висока селективност (бал 1). Седемнадесет дни след третирането наблюдаваната симптоматика на фитотоксичност се повишава, като при оптималната доза (56 g da^{-1} а.в.) на прилагане на хербицида се проявяват силно изразени симптоми на хлороза и слабо изоставане в растежа на растенията (бал 4), която на по-късен етап (след 30^{тия} ден) се преодоляват (бал 2).

Метрибузин, приложен в завише-

The results of visual readings in phytotoxicity scores on the EWRS scale showed that the applied soil herbicides (linuron, pendimethalin and metribuzin) had from indifferent (score 1) to strong phytotoxic effect (score 7) (Table 2).

The herbicides used to control annual broad leaved and cereal weeds (linuron - 135 and 270 g da^{-1} a.s. and pendimethalin - 132 and 264 g da^{-1} a.s.) showed high selectivity (score 1) to wheat. No phytotoxic effects on the crop were observed during the period of the experiment.

The soil herbicide metribuzin (56 and 112 g da^{-1} a.s.) during the period from emergence to the 7th day had a high selectivity (score 1). Seventeen days after treatment, the observed symptoms of phytotoxicity increased, as at the optimal dose (56 g da^{-1} a.s.) of herbicide severe symptoms of chlorosis were shown and a slight delay in plant growth (score 4), which at a later stage (after the 30th day) were overcome (score 2).

Metribuzin, applied at increased

на доза (112 g da^{-1} а.в.), след 17^{тия} ден предизвика силни повреди, изразяващи се в силна хлороза преминаваща в некроза и частично загиване на растения (бал 7). На по-късен етап от развитието си, след 30^{тия} ден, пшеничните растения не успяват напълно да преодолеят фитотоксичните прояви, изразяващи се в хлоротични изменения (бал 3).

dose (112 g da^{-1} a.s.), after the 17th day caused severe damages, expressed in severe chlorosis leading to necrosis and partial death of plants (score 7). At a later stage of their development, after the 30th day, wheat plants failed to completely overcome the phytotoxic manifestations, expressed in chlorotic changes (score 3).

Таблица 2.Селективност на хербицидите към пшеница сорт „Дунавия"
Table 2. Selectivity of the herbicides to "Dunaviya" wheat variety

Хербициди / Herbicides	Ден на отчитане / Day of reporting	7^{ми} ден / 7th day	17^{ти} ден / 17th day	30^{ти} ден / 30th day
Линурон Linuron	135 g da^{-1}	1	1	1
	270 g da^{-1}	1	1	1
Пендиметалин Pendimethalin	132 g da^{-1}	1	1	1
	264 g da^{-1}	1	1	1
Метрибузин Metribuzin	56 g da^{-1}	1	4	2
	112 gda^{-1}	1	7	3

Средно за периода, установеният фитотоксичен ефект на хербицида метрибузин, приложен в дози 56 и 112 g da^{-1} а.в., оказва инхибиращо влияние върху гъстотата на посева на пшеницата, при които има статистически доказани разлики при α=0.05 в сравнение с контролните варианти (Таблица 3). Различието в стойностите на показателя – гъстота на посева, между отделните варианти, по години варира. Това вариране се дължи на специфичните климатични условия през отделните години и количеството на падналите валежи по време на третирането на пшеницата с почвени хербициди (Фигура 1).

През годините на проучване преживяемостта (l_x) на пшеницата варира от 0.64 до 0.96 (средно от 0.78 до 0.94), а коефициента на загиване на растенията (d_x) е в границите от 12 до 142 (средно от 22 до 79.33) (Таблица 3).

Резултатите по отношение на интензивността на загиване на растенията след приключване на третирането с почвени хербициди (K_x) са аналогични. Най-висока интензивност на загиване на растенията, от 0.030 до 0.197

On average over the period, the observed phytotoxic effect of metribuzin herbicide, applied at doses of 56 and 112 g da^{-1} a.s., had an inhibitory effect on wheat crop density, in which there were statistically proven differences at α = 0.05 compared to the control variants (Table 3). The difference in the values of the parameter - crop density, between the different variants, varied by year. That variation was due to the specific climatic conditions in the individual years and the amount of precipitation during the treatment of wheat with soil herbicides (Figure 1).

During the years of study, the survival (l_x) of wheat varied from 0.64 to 0.96 (average 0.78 to 0.94), and the plant mortality coefficient (d_x) ranged from 12 to 142 (average 22 to 79.33) (Table 3).

The results regarding the intensity of plant death after completion of treatment with soil herbicides (K_x) were similar. The highest intensity of plant death, from 0.030 to 0.197 (average from 0.076 to 0.105), was reported in the (средно от 0.076 до 0.105), е отчетена от варианта с приложен почвен херби- цид метрибузин, приложен в дози 56 и 112 g da^{-1} а.в., а най-ниска след трети- ране с линурон, в двете изпитвани дози, чиито стойности са в границите от 0.016 до 0.073 (средно от 0.027 до 0.042). Интензивността на загиване на растенията е от 2.5 до 2.8 пъти по- ниска в сравнение с хербицида метри- бузин, предизвикващ силен фитотокси- чен ефект при пшеницата (Таблица 3).

variant with applied soil herbicide metribuzin at doses of 56 and 112 g da^{-1} a.s., and the lowest after treatment with linuron, at both test doses ranging from 0.016 to 0.073 (mean from 0.027 to 0.042).

The intensity of plant death was 2.5 to 2.8 times lower compared to metribuzin herbicide, which caused a strong phytotoxic effect in wheat (Table 3).

Таблица 3.Влияние на хербициди за почвено приложение върху броя на растенията на пшеница сорт "Дунавия"
Table 3. Effect of soil herbicides on the number of plants of "Dunaviya" wheat variety

Година Year	Хербициди Herbicides	Доза Dose, g da^{-1}	Показатели / Characteristics			
			Брой растения / Plant number, da			
			m_x	l_x	d_x	K_x
2013 - 2014	Контрола/ Control	-	390b	-	-	-
	Линурон / Linuron	135	368b	0.94	22.0	0.025
	Пендиметалин / Pendimethalin	132	364b	0.93	26.0	0.030
	Метрибузин / Metribuzin	56	262a	0.67	128.0	0.173
	Линурон / Linuron	270	354b	0.91	36.0	0.042
	Пендиметалин / Pendimethalin	264	360b	0.92	30.0	0.035
	Метрибузин / Metribuzin	112	248a	0.64	142.0	0.197
2014 - 2015	Контрола/ Control	-	334b	-	-	-
	Линурон / Linuron	135	322b	0.94	12.0	0.016
	Пендиметалин / Pendimethalin	132	286ab	0.83	48.0	0.067
	Метрибузин / Metribuzin	56	312ab	0.91	22.0	0.030
	Линурон / Linuron	270	282a	0.82	52.0	0.073
	Пендиметалин / Pendimethalin	264	302ab	0.88	32.0	0.044
	Метрибузин / Metribuzin	112	288a	0.84	46.0	0.064
2015 - 2016	Контрола/ Control	-	380b	-	-	-
	Линурон / Linuron	135	348b	0.92	32.0	0.038
	Пендиметалин / Pendimethalin	132	358b	0.94	22.0	0.026
	Метрибузин / Metribuzin	56	352b	0.93	28.0	0.033
	Линурон / Linuron	270	366b	0.96	14.0	0.016
	Пендиметалин / Pendimethalin	264	354b	0.93	26.0	0.031
	Метрибузин / Metribuzin	112	330b	0.87	50.0	0.061
Средно за периода Average for the period	Контрола/ Control	-	368b	-	-	-
	Линурон / Linuron	135	346b	0.94	22.00	0.027
	Пендиметалин / Pendimethalin	132	336b	0.91	32.00	0.040
	Метрибузин / Metribuzin	56	308ab	0.84	59.33	0.076
	Линурон / Linuron	270	334b	0.91	34.00	0.042
	Пендиметалин / Pendimethalin	264	338b	0.92	29.33	0.036
	Метрибузин / Metribuzin	112	288a	0.78	79.33	0.105

Легенда: *m_x – експериментално отчетени брой растения, m^2; l_x – преживяемост на растенията; d_x – загиване (редуциране) на растенията; K_x – интензивност на загиване (редуциране)*
Legend: m_x – experimentally recorded plant number, m^2; l_x – survival ability of plants; d_x – death (reduction) of plants; K_x – death intensity (reduction)

Важен показател, характеризиращ селективността на хербицидите е влиянието им върху продуктивността на пшеницата. Резултатите от получените добиви зърно показват, че почвените хербициди линурон и пендиметалин, приложени в оптимални и завишени дози, могат да се прилагат при пшеница сорт Дунавия (Таблица 4). Поголямо намаление на добива с 3,29%, средно за периода, е отчетено от варианта с внесен почвен хербицид линурон в доза 270 ml.da^{-1} а.в.. При вариантите с прилагане на линурон (135 ml.da^{-1} а.в.) и пендиметалин (132 и 264 ml.da^{-1} а.в.) е отчетен по-слаб негативен ефект от 0.2% до 0.94%, който по достоверност на разликите е от групата на нетретираната контрола, т.е. не оказва негативно влияние върху културата.

Почвения хербицид метрибузин, приложен и в двете изпитвани дози, намалява добива на зърно с 3.53% и 12% спрямо контролата. Употребата му в посева от пшеница е свързан с математически доказано намаление на добива.

An important parameter characterizing the selectivity of herbicides was their influence on wheat productivity. The results of the grain yield showed that linuron and pendimethalin soil herbicides, applied at optimal and increased doses, could be applied to Dunaviya wheat variety (Table 4). A larger decrease in yield by 3.29%, on average for the period, was reported in the variant with linuron soil herbicide at a dose of 270 ml.da^{-1} a.s. In the variants treated with linuron (135 ml.da^{-1} a.s.) and pendimethalin (132 and 264 ml.da^{-1} a.s.) a slighter negative effect was reported from 0.2% to 0.94%, which regarding the reliability of the differences was from the group of untreated control, i.e. did not have a negative impact on the crop.

The soil herbicide metribuzin, applied in both tested doses, reduced grain yield by 3.53% and 12% compared to the control. Its use in wheat stand was associated with a mathematically proven reduction of yield.

Таблица 4. Влияние на хербицидите върху добива на пшеница сорт „Дунавия”
Table 4. Effects of herbicides on the yield of "Dunaviya" wheat variety

Вариант Variants	Добив на семена/Seed yield (kg.da^{-1})							
	2013-2014		2014-2015		2015-2016		Средно за периода Average for the period	
	Добив Yield	%	Добив Yield	%	Добив Yield	%	Добив Yield	%
Контрола – нетретирана Control untreated	498	-	466	-	313	-	425	-
Афалон 45СК/ Afalon 45SK -300 ml.da^{-1}	487^{a}	2.21	458^{a}	1.72	334^{a}	6.71	426^{b}	0.20
Стомп 330ЕК/ Stomp 330EK –400 ml.da^{-1}	491^{a}	1.40	474^{a}	1.72	317^{a}	1.28	427^{b}	0.47
Зенкор 70ВГ/ Zenkor 70VG –80 g.da^{-1}	483^{a}	3.01	449^{a}	3.64	297^{a}	29.79	410^{ab}*	3.53
Афалон 45СК/ Afalon 45SK –600 ml.da^{-1}	490^{a}	1.61	411^{a}	11.80	332^{a}	6.07	411^{ab}	3.29
Стомп 330ЕК/ Stomp 330EK –800 ml.da^{-1}	471^{a}	5.42	473^{a}	1.50	318^{a}	1.60	421^{b}	0.94
Зенкор 70ВГ/ Zenkor 70VG –160 g.da^{-1}	452^{a}	9.23	362^{a}	22.32	308$^{a.}$	1.60	374^{a}*	12
Средно / Average	482	3.21	442	5.15	317	1.28	413	2.82

***Легенда**: Разликите между вариантите са статистически доказани при P<0.05, ако имат различни букви. *,**, *** Статистическа достоверност на разликите между вариантите и контролата за P<0.05; 0.01; 0.001.*

Legend: *Different letters indicate statistically significant differences among variants at P < 0.05.*
, **, * - Statistically significant differences of the variants vs. control at P< 0.05; 0.01 and 0.001, respectively.*

От направения трифакторен анализ на варианса (Таблица 5) по отношение на добива е установено, че години-

From the three-factor analysis of the variance (Table 5) in terms of yield, it was found that the years had the те оказват най-силно влияние 59.25% от общото вариране. Хербицид и доза на приложение оказват много слабо влияние върху добива на зърно – 1.94% и 1.57%. При трите изпитани фактора силата на влияние е доказана статистически.

Съществува добре доказано взаимодействие между условията на годината и изпитваните хербициди (AxB) при P≤0.01, като се потвърждава от факта, че метеорологичните условия през различните години влияят различно върху прилаганите почвени хербициди.

Не е доказано влиянието между условията на годините и дозите на прилаганите хербициди (AxC). Последните действат еднопосочно през всички години и не са повлияли на добива на зърно.

Доказано е и взаимодействието между факторите хербициди и дози на приложение (BxC) – 0.526%, при P≤0.05. Това означава, че приложените хербициди в оптимална и завишена доза могат да оказват негативно действие върху пшеничните растения. Тук можем да кажем, че се наблюдава сортова чувствителност към изпитваните хербициди и прилаганите дози.

strongest influence - 59.25% from the total variation. Herbicide and dose had a very small effect on grain yield - 1.94% and 1.57%. In the three tested factors, the strength of influence was statistically proven.

There was a well-proven relation between the conditions of the year and the tested herbicides (AxB) at P≤0.01, as confirmed by the fact that the meteorological conditions in different years had different effects on the soil herbicides.

The effect between the conditions of the years and the doses of the herbicides (AxC) was not proven. The latter operated in one direction in all years and had not affected grain yield.

The correlation between the factors herbicides and doses of application (BxC) - 0.526%, at P≤0.05, also was proven. This means that the applied herbicides at optimal and increased dose can have a negative effect on wheat plants. Here we can say that varietal sensitivity to the tested herbicides and the applied doses is observed.

Таблица 5. Дисперсионен анализ за добив на зърно
Table 5. Analysis of variance for grain yield

Източник на вариране Source of variation	Степени на свобода Degrees of freedom	Сума от квадрати Sum of squares	Влияние на фактора Influence of factor, %	Средни квадрати Mean square
Общо/Total	83	1664.960	100	-
Фактор А-години/Factor A-Years	2	975.916	59.255	487.958**
Фактор В- хербицид/Factor B-herbicides	2	32.020	1.944	16.010**
Фактор С-доза Factor C-dose	1	12.971	1.575	12.971**
AxB	4	17.774	0.540	6.750**
AxC	2	13.499	0.820	4.331
BxC	2	8.662	0.526	4.443*
AxBxC	4	21.372	0.649	5.343
Грешка/Pooled error	63	518.795	6.959	8.235

ИЗВОДИ

Прилагането на почвените хербициди линурон – 135 и 270 g da^{-1} а.в. и пендиметалин – 132 и 264 g da^{-1} а.в., са с висока селективност към пшеницата, докато метрибузин – 56 и 112 g da^{-1} а.в. предизвиква силен фитотоксичен ефект (бал 7).

Метрибузинът оказва задържащ ефект върху растежа и развитието на растенията при прилаганата доза от 56 g da^{-1} а.в. и частично загиване на растения при завишаване на изпитваната доза (112 g da^{-1} а.в.).

Установеният фитотоксичен ефект на метрибузин, приложен в доза 56 и 112 g da^{-1} а.в., оказва инхибиращо влияние и върху гъстотата от пшеница.

Формираните добиви зърно, след прилагане на почвените хербициди линурон (135 и 270 g da^{-1} а.в.) и пендиметалин (132 и 264 g da^{-1} а.в.) са близки до контролния вариант, и могат да бъдат прилагани при отглеждането на пшеница сорт Дунавия.

Метрибузинът, приложен в двете изпитвани дози, намалява добива на зърно с до 12%, където прилагането му в практиката не е препоръчително.

CONCLUSIONS

Soil herbicides linuron - 135 and 270 g da^{-1} a.s. and pendimethalin - 132 and 264 g da^{-1} a.s., were highly selective to wheat, while metribuzin - 56 and 112 g da^{-1} a.s. caused a strong phytotoxic effect (score 7).

Metribuzin had an inhibitory effect on plant growth and development at a dose of 56 g da^{-1} a.s. and partial plant death by increasing the test dose (112 g da^{-1} a.s.).

The observed phytotoxic effect of metribuzin, at doses of 56 and 112 g da^{-1} a.s., also had an inhibitory effect on wheat density.

The grain yield formed after treatment with soil herbicides linuron (135 and 270 g da^{-1} a.s.) and pendimethalin (132 and 264 g da^{-1} a.s.) was close to the control variant, and could be applied in cultivation of Dunaviya wheat variety.

Metribuzin, at both doses tested, reduced grain yield up to 12%, and its use is not recommended in practice.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Andreeva-Fetvadzhieva, N.**, 1966. Weed Control. Zemizdat, II edition*,* Sofia*.*
2. **Marinov-Serafimov and Irena Golubinova**, 2019. Influence of Herbicides for Foliar Application on Survival and Recovery Ability of *Sorghum vulgare* var. *technicum* [Körn.]. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 22(1), 108-129 (Bg)].
3. **Mihova, A. and Iv. Stoimenova**, 2006. Effectivity of Herbicides and Herbicide Mixtures to Maize Depending on Some Meteorological Elements *Plants breading science*, 43 (43), 324-330 (Bg).
4. **Popov, A., K. Pavlov and P. Popov**, 1966. Plant Growing: Cereal Crops. vol. I, Zemizdat, Sofia*,* pp. 167-169 (Bg).
5. **Tityanov, M., T. Tonev and A. Mitkov**, 2009. New Possibilities for Effective Chemical Control of Weeds in Wheat, *Crop Sciences,* Sofia, Issue no. 46, 154-160 (Bg).
6. **Tonev, T., M. Dimitrova, S. Kalinova et al.**, 2007. Herbology. Academical published*,* Plovdiv (Bg).
7. **Shanin, Y.**, 1965. Methodic of Field Experiment. Published by the Bulgarian science academy*,* Sofia, pp. 65-72 (Bg).
8. **Shkalikov, V.**, 1995. Ecologization of Protection of Cereals against Diseases. *Izvestiya TKShA*, №2, 142-147 (Bg).

9. **Begon, M., J. Harper and C. Townsend**, 1986. Individuals, Populations and Communities. *Blackwell Scientific Publications,* 2, 115-123. Boston Palo Alto Melbourne*.*

10. **Boger, H.**, 1997. Bei Getrei deharbizen andie Fruchtfolge denken. *DLZ*, 48 (1), 34-38.

11. **Camele, I. and G. Rana**, 1995. Danni da deserbanti su grano duro e otrive. *Informatore Agrario*, 51 (26), 76-79.

12. **Fahong, W. and He. Zhonghu**, 2009. Wheat Cropping Systems and Technologies in China. *Journal Field Crops Research*, 181-188.

13. **Hain, E.**, 1997. Dem Unkraut im Getriebe Schon in Herbst zu Liebe rucken. *Fortschriten Landwirtschaft*, 20 (1), 11-13.

14. **Kumar, S. and G. Singh,** 1997. Efficacy and Selectivity of Tralkoxydim Alone or in Combination with Isoporoturon in Wheat. *Indian Journal of Agronomy*, 42 (2), 306-309.

15. **Walter, H.**, 1966. Grundlagen der Meteorologie für Landwirtschaft Gartenbau und Fortswirtschaft. *Leipzig*, 568.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (4), 126-152
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на основните компоненти на продуктивността при формирането на добива при български сортове тритикале (x*Triticosecale* Wittm.)

Христо Стоянов

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

Effect of the Productivity Principal Components on the Yield Formation of Bulgarian Triticale Cultivars (x*Triticosecale* Wittm.)

Hristo Stoyanov

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

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Формирането на добива не е едностранен, а сложен и динамичен процес, влияещ се от множество фактори на средата. С цел да се установят основните компоненти на добива при тритикале и тяхното формиране са изследвани 11 български сорта (Колорит, Атила, Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Добруджанец, Ловчанец, Дони 52, Благовест и Борислав) в три силно контрастни реколтни години. Влиянието на всеки един от изследваните структурни елементи на добива върху основните компоненти е установено посредством PCA-анализ. На база на проведения анализ е установено, че над 80% от общото вариране се дължи на три основни компонента. Корелационната варимакс матрица показва, че най-значим дял за формиране на продуктивността има генеративния компонент, който се свързва с влиянието на масата на зърната в клас, брой на зърната в клас и масата на 1000 зърна. Втори по значимост е вегетативния компонент, който се свързва с показателите дни до

SUMMARY

The yield formation is not a one-sided but a complex and dynamic process influenced by numerous factors of the environment. In order to determine the main yield components of triticale and their formation, 11 Bulgarian cultivars (Kolorit, Atila, Akord, Respekt, Bumerang, Irnik, Dobrudzhanets, Lovchanets, Doni 52, Blagovest and Borislav) were investigated during three highly contrasting cropping seasons. The effect of each of the investigated yield components was determined through PCA analysis. Based on the performed analysis, it was found out that over 80 % of the total variation was due to three principal components. The correlation varimax matrix showed that the most significant role for the formation of productivity was played by the generative component related to the effect of the weight of grains in spike and the number of grains in spike. Second in importance was the vegetative component related to the number of productive tillers. A third component was related to the parameter

изкласяване, височина на растенията и брой класоносни стъбла. Хектолитровото тегло се свързва с третия компонент. Така групирани изследваните показатели дават възможност селекцията на тритикале да бъде насочена в определена посока в зависимост от конкретната селекционна задача.

Ключови думи: добив, компоненти на добива, сортове тритикале

thousand kernels weight. Test weight, plant height and days to heading were related to the fourth, fifth and sixth component. Thus grouped, the investigated indices allowed purposefully directing the breeding of triticale toward specific breeding tasks.

Key words: triticale cultivars, yield, yield components

УВОД

Добивът от културните растения е един от най-важните показатели, цел на селекционно-подобрителна работа (Tsenov et al., 2014), което е и причина да е обект на изключително голям брой изследвания (Fox et al., 1990, Alaru et al., 2004, Santiveri et al., 2004; Schwarte et al., 2006; Gibson et al., 2008; Szemplinski et al., 2012, Racz et al., 2013; Tuulos et al., 2015; Kirchev and Georgieva, 2017; Abraha et al., 2019). Същевременно неговата комплексност (Miralles and Slafer, 1999; Foulkes et al., 2011) изисква детайлни проучвания върху спецификата на всеки отделен негов елемент (Tsenov et al., 2013). От друга страна структурата на добива следва да се разглежда заедно с неговата величина в цялост (Sinclair and Jamieson, 2006). Динамичната селекция на зърненожитни култури в частност, налага подобни изследвания, тъй като за селекционните програми е от особено значение бързо, точно и ясно да се определят онези параметри на културното растение, които да бъдат подобрявани (Reynolds et al., 2009). Съществуват огромен брой изследвания върху структурата на добива при зърнено-житните култури, особено по отношение на обикновената зимна пшеница (i.e. Duggan and Fowler, 2006; Reynolds et al., 2014; Slafer et al., 1996; Sadeghzadeh et al., 2017; Rakascan et al., 2019; Bhaskar et al., 2013; Firdous et al., 2018; Tsenov et al., 2013; Tsenov et al., 2014; Slafer, 2007; Tsenov et al., 2017; Tsenov and Atanasova, 2015; Mladenov et al., 2018).

INTRODUCTION

The yield from cultural plants is one of the most important parameters and the aim of breeding and improvement work (Tsenov et al., 2014); therefore, it has been subjected to a large number of studies (Fox et al., 1990, Alaru et al., 2004, Santiveri et al., 2004; Schwarte et al., 2006; Gibson et al., 2008; Szemplinski et al., 2012, Racz et al., 2013; Tuulos et al., 2015; Kirchev and Georgieva, 2017; Abraha et al., 2019). At the same time, its complexity (Miralles and Slafer,, 1999; Foulkes et al., 2011) requires detailed investigations on the specificity of each element (Tsenov et al., 2013).

On the other hand, the structure of yield should be considered together with its size as a whole (Sinclair and Jamieson, 2006). The dynamic breeding of cereals in particular, requires such studies since it is especially important for the breeding programs to quickly, clearly and precisely define the parameters of the cultural plants that need improvement (Reynolds et al., 2009).

There are a great number of studies on the yield structure of the cereals, especially in common winter wheat (i.e. Duggan and Fowler, 2006; Reynolds et al., 2014; Slafer et al., 1996; Sadeghzadeh et al., 2017; Rakascan et al., 2019; Bhaskar et al., 2013; Firdous et al., 2018; Tsenov et al., 2013; Tsenov et al., 2014; Slafer, 2007; Tsenov et al., 2017; Tsenov and Atanasova, 2015; Mladenov et al., 2018). According to triticale such studies

При тритикале, подобни изследвания са по-малобройни (i.e. Baychev, 2013; Stoyanov and Baychev, 2016; Kirchev, 2016; Kirchev and Georgieva, 2017; Kirchev et al., 2017; Cheshkova et al., 2018), поради което е необходимо по-задълбочено проучване върху добива и неговите компоненти.

В ранните изследвания при тритикале Baychev (1990), определя като основни елементи, свързани с добива броя зърна в клас и масата на 1000 зърна. Същият автор същевременно посочва, че продуктивната братимост има по-малко значение, тъй като културата брати по-слабо спрямо други зърнено-житни растения. Подобни изводи налагат и Sechnyak and Sulima (1984), Tsvetkov (1989) и Kolev (1975). Някои съвременни изследвания при определени съвкупностти от изследвани генотипове, също достигат до сходни заключения (Villegas et al., 2010). Schwarte et al. (2006), от друга страна посочват, че с по-голямо значение за изследваните от тях генотипове тритикале при условията на САЩ (Айова) има броят класоносни стъбла, тъй като това е елементът, който се повлиява в най-голяма степен от условията на средата. Същите автори определят като по-слабо чувствителни броят на зърната в клас и масата на 1000 зърна. Stoyanov and Baychev (2016) посочват, че при по-голямата част от съвременните български сортове тритикале с най-голямо значение за добива е броят зърна в клас. От друга страна при изследваните сортове се наблюдават значителни различия в стабилността на даден елемент на добива. Между отделните показатели обаче, съществуват зависимости и компенсаторни механизми (Simane et al., 1993; Slafer et al., 1996; Garcia del Moral et al., 2003; Gonzales-Navaro et al., 2016; Ferrante et al., 2017), поради което реакцията им не е в състояние да обясни динамиката във величината на продуктивността (Stoyanov and Baychev, 2016). Това е показател-

are less numerous (i.e. Baychev, 2013; Stoyanov and Baychev, 2016; Kirchev, 2016; Kirchev and Georgieva, 2017; Kirchev et al., 2017; Cheshkova et al., 2018), because of that it is necessary to carry out more thorough investigations on the yield and its components.

In the early investigations on triticale, Baychev (1990) defines number of grains in spike and 1000 kernel weight as main elements related to yield. At the same time, this author points out that the number of productive tillers is less important because the tillering in this crop is lower in comparison to other cereals. Similar conclusions have been drawn also by Sechnyak and Sulima (1984), Tsvetkov (1989) and Kolev (1975). Some contemporary investigations on associations of genotypes also come to similar conclusions (Villegas et al., 2010). On the other hand, Schwarte et al. (2006) point out that the number of tillers is more important for the triticale genotypes they investigated under the conditions of USA (Iowa) because this is the element influenced to the highest degree by the conditions of the environment. These authors determine as less susceptible the number of grains in spike and 1000 kernel weight. Stoyanov and Baychev (2016) point out that in the greater part of the contemporary Bulgarian triticale cultivars, the number of grains in spike has highest importance for the yield of most genotypes. On the other hand, considerable differences in the stability of a given element of yield are observed in the individual cultivars. Between the separate parameters, however, there are correlations and compensatory mechanisms (Simane et al., 1993; Slafer et al., 1996; Garcia del Moral et al., 2003; Gonzales-Navaro et al., 2016; Ferrante et al., 2017); therefore, their reaction cannot explain the dynamics of the productivity value (Stoyanov and Baychev, 2016).

This is an indication that productivity is но, че продуктивността е строго специфична в зависимост от генетичната основа, влиянието на средата, тяхното взаимодействие, но и взаимовръзките, които съществуват между отделните елементи на добива.

Съществуват различни методи за установяване на взаимовръзките между показателите на продуктивността (Leilah and Al Khateeb, 2005). Те включват такива техники като корелационния и Path-анализа, регресионния анализ. Най-често прилаган е корелационния анализ, но чрез него не може да се получи детайлна информация за множествени взаимовръзки между отделните елементи (Ali et al., 2003). В това отношение значително предимство има Path-анализа, който използва директни и индиректни ефекти между отделните изследвани показатели. От друга страна посредством регресионен анализ, може да се установят множествени зависимости между добива и неговите компоненти (Oguntunde et al., 2017). Сериозно предимство за установяване на взаимовръзки в структурата на добива има анализът на основните компоненти (Bhanupriya et al., 2014). Той представлява мултивариационен метод, чрез който се установяват корелации между голям брой показатели в условията на ограничен брой действащи фактори (Everitt and Dunn, 1992). Подобен анализ дава възможност за детайлно изясняване на структурата на продуктивността. Leilah and Al Khateeb (2005) чрез този метод установяват, че при изследваните от тях генотипове обикновена зимна пшеница най-голямо влияние върху добива има компонента свързан с генеративното развитие (брой зърна в клас), а по-малко вегетативното развитие. До подобни изводи достига и Stoyanov (2017) при изследване на амфидиплоид сходен с тритикале. Furman et al. (1997) посочват твърде противоречиви резултати за влиянието на основните компоненти и връзката им с елементите на добива при

strictly specific depending on the genetic basis, the effect of the environment, their interaction, but also on the correlations between the individual elements of the yield.

There are different methods for determining the correlations between the productivity parameters (Leilah and Al Khateeb, 2005). They involve such techniques as correlation and Path-analysis.

The correlation analysis is applied most often, but it can give only detailed information about multiple correlations between the elements (Ali et al., 2003). In this respect, the Path-analysis, which uses direct and indirect effects between the separate investigated parameters, is far more advantageous.

On the other hand, by using regression analysis, multiple correlations of yield with its components can be determined (Oguntunde et al., 2017). The principal component analysis has a serious advantage in determining relations in the structure of yield (Bhanupriya et al., 2014). It is a multi-variation method used to establish relations between a large number of parameters under the effects of a limited number of factors (Everitt and Dunn, 1992).

This type of analysis allows clarifying in detail the structure of productivity. By applying this method, Leilah and Al Khateeb (2005) found out that among the common winter wheat genotypes they investigated, the component related to the generative development (number of grains in spike) had the highest effect on yield, while the effect of the component related to the vegetative development had a lower effect. Stoyanov (2017) reached similar conclusions investigating an amphidiploid similar to triticale. Furman et al. (1997) came up with rather contradictory results on the effect of the principal components and their correlation with the yield from тритикале. Това дава основание, за детайлно проучване върху структурата на добива при културата.

Целта на настоящето изследване е да се анализират по стопански важни показатели български сортове тритикале, в различни години и да се установят основните компоненти при формиране на структурните елементи на добива.

triticale. This gives grounds for a detailed study on the structure of yield in triticale.

The aim of this investigation was to analyze Bulgarian triticale cultivars by economically important parameters over different years and to determine the principal components for the formation of the yield's structural elements.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За постигане на поставената цел са изследвани 11 сорта тритикале, селекция на Добруджански земеделски институт (Колорит, Атила, Акорд, Респект, Бумеранг, Ирник, Добруджанец, Ловчанец, Дони 52, Благовест и Борислав). Всички сортове са отгледани в слят посев в опитни парцели с площ 10 m^2, в четири повторения, разположени по стандартен блоков метод, в рамките на конкурсен сортов опит. Опитът е проведен през 3 последователни реколтни години (2014/2015, 20015/2016, 2016/2017). Сеитбата е извършена механизирано в стандартни срокове за тритикале (10-15.10) с гъстота 550 семена на m^2. От всяка опитна парцела чрез използване на метровка с площ 0,25 m^2 са определени брой класоносни стъбла на m^2. Определят се още височина на растенията (cm), добив зърно (kg/dca), хектолитрово тегло (kg/100 l), маса на 1000 (g) зърна. Определена е също така датата на масово изкласяване (броя дни от 01.01), брой и тегло на зърната от клас по сортове.

Резултатите, получени от проведения полски опит, са осреднени и обобщени по сортове, години и показатели. Проведен е двуфакторен дисперсионен анализ за установяване на влиянието на факторите генотип, година и комбинацията между тях върху отделните показатели. Изведен е анализ на компонентите (PC-анализ), за да се установят основните компоненти при формиране на структурните елементи на добива. Приложено е варимакс ротиране с цел по-добра интерпретация на

MATERIAL AND METHODS

To realize the above aim, eleven triticale cultivars developed at Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo (Kolorit, Atila, Akord, Respect, Bumerang, Irnik, Dobrudzhanets, Lovchanets, Doni 52, Blagovest and Borislav) were investigated. All cultivars were grown in a uniform crop, in 10 m^2 - sized experimental plots, in four replications in a standard block design within the framework of a competitive varietal trial. The experiment was carried out for three successive harvest years (2014/2015, 2015/2016, 2016/2017). Planting was mechanized, within the standard dates for triticale (10th - 15th October), at crop density 550 seeds per m^2. Number of productive tillers per m^2 was determined from each experimental plot using a wooden frame sized 0.25 m^2. Plant height (cm), grain yiled (kg/dca), test weight (kg/100 l), and 1000 kernel weight (g) were also determined. Days to heading (number of days from 01.01), number and weight of grains in spike were also specified for each cultivar.

The results from the field experiment were averaged and summed up by cultivar, year and parameters. Two-way ANOVA was performed to establish the effect of the factors genotype, year and their interaction on the separate parameters. Principal Component Analysis (PCA) was carried out to identify the principal components in the formation of the yield's structural elements.

Varimax rotation was applied for better interpretation of the data (Manly and данните (Manly and Alberto, 2017). Анализът на компонентите е приложен по години и общо за целия изследван период.

За обобщаване на данните е използван програмен продукт Microsoft Excel 2003, а за дисперсионния анализ и за анализа на основните компоненти – IBM SPSS Statistics 19.

Alberto, 2017). The PCA analysis was applied by year and for the entire period of study.

Microsoft Excel 2003 was used to summarize the data, and IBM SPSS Statistics 19 – to make dispersion and principal component analyses.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

По отношение на метеорологичните условия, периодите на изследване могат да бъдат определени като изключително контрастни. Това се свързва едновременно с различаващите се среднодневни температури и валежите през конкретните реколтни години. Въпреки това динамиката на двата показателя не е идентична, което предполага и различно въздействие върху растежа и развитието на растенията.

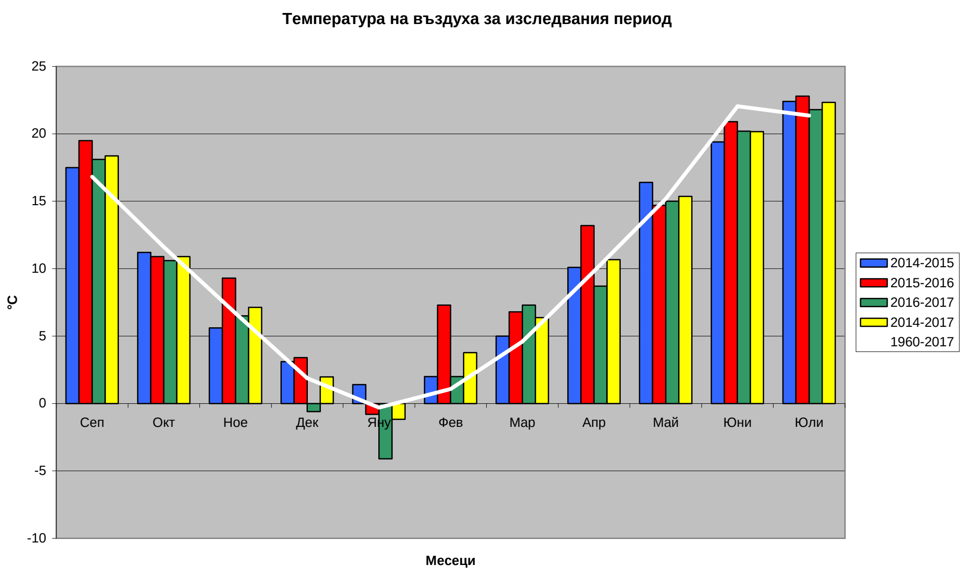
Температурата на въздуха в периода на изследването (Фигура 1) се отличава с много висока степен на динамика по отношение на трите изследвани периода, което се свързва с наличието на различия в условията за отглеждане на тритикале.

RESULTS AND DISCUSSION

Concerning the meteorological conditions, the periods of investigation can be defined as sharply contrasting.

This is related both to the differing mean daily temperatures and the rainfalls during the specific harvest years. Nevertheless, the dynamics of the two parameters was not identical implying different effects on the growth and development of plants.

The air temperature during the period of study (Figure 1) was marked by a high-degree dynamics with regard to the three investigated periods related to differences in the conditions for growing of triticale.



Фиг. 1. Динамика на температурата на въздуха в изследвания период
Fig. 1. Air temperature dynamics during the investigated period

През предзимния период (ноември-декември) се наблюдават малки отклонения от многогодишната тенденция в температурния режим. Периодът ноември-декември на 2014 най-добре се доближава до многогодишните стойности. През 2015г, по-топлият предзимен период дава възможност растенията да се развиват изключително добре, тъй като се благоприятства процесът на братене. Периодът ноември-декември на 2016 е значително по-хладен, което създава предпоставки за по-слабото развитие на растенията и до по-трудното им закаляване. По време на зимния период (януари-февруари) също се наблюдават много сериозни различия в температурния режим между отделните периоди на изследването. Въпреки това, на практика ниските температури не се свързват с възможност от повреди. През ранно-пролетния период (март-април) на 2015 се наблюдават разлики спрямо многогодишната тенденция, но значително по-малки спрямо 2016. Най-топъл е периодът март-април през 2016г., когато се наблюдават и най-големи разлики с многогодишните стойности. Това създава предпоставки за ускорено развитие на растенията. Съответно същите периоди през 2015 и 2017г. са идентични и се отличават слабо от многогодишната тенденция. По време на пролетно-летния период (май-юни) също не се наблюдават много големи разлики между изследваните години. Изключение прави месец май 2016, когато се наблюдава рязко навлизане на студени въздушни маси в съчетание с обилни валежи, поради което температурите са сравнително по-ниски. Подобен температурен режим може да се счита за стресов, тъй като настъпва рязко и се задържа продължително време. По-висока средномесечна температура е отчетена през май 2015, което се свързва с по-сухото време през този период и практически липсата на валежи. Подобни условия благоприятстват цъфтежа, опрашване-

In the pre-winter period (November-December), small deviations from the long-term tendency in the temperature regime were observed. The period November-December of 2014 was closest to the long-term values. In 2015, the warmer pre-winter period facilitated the tillering process allowing exceptionally good development of the plants.

The period November-December of 2016 was much cooler creating prerequisites for lower development of plants and their more difficult hardening. During the winter period (January-February), serious differences in the temperature regime between the separate periods of investigation were also observed.

However, the low temperatures were not in practice related to possible damages. During the early spring period (March-April) of 2015, there were differences to the long-term tendency, but they were significantly lower than 2016. The period March-April of 2016 was the warmest, and then the highest differences with the long-term values were observed.Thus prerequisites were created for accelerated development of the plants. The respective periods in 2015 and 2017 were identical and were little different from the long-term tendency.

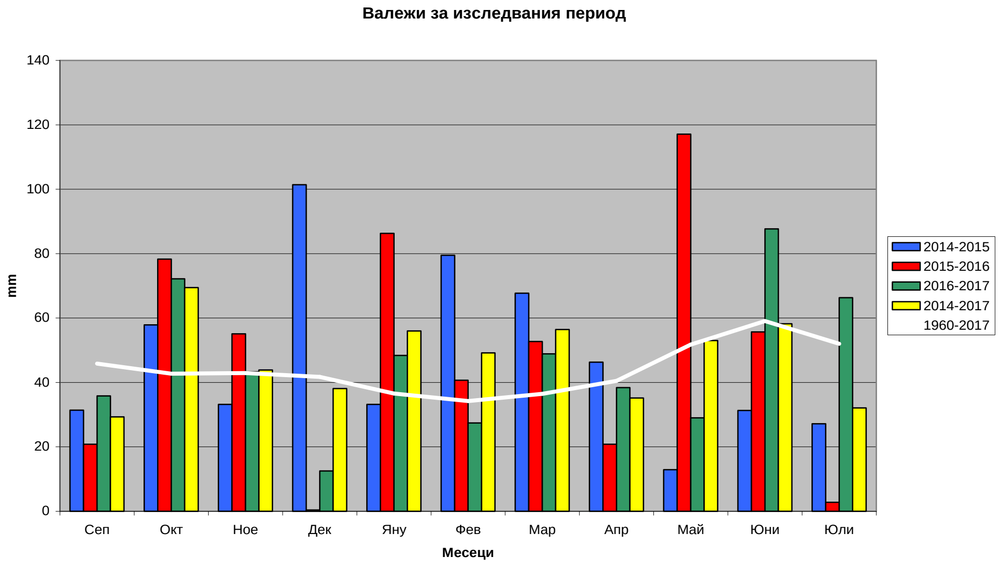
During the spring-summer period (May-June), high differences between the years of study were also not observed. May of 2016 was an exception; in this month there was a sharp influx of cold air masses combined with abundant rainfalls and therefore the temperatures were comparatively lower. Such temperature regime can be considered stressful because it occurs suddenly and lasts long. A higher mean monthly temperature was registered in May of 2015 due to the dryer weather at that period and the actual zero precipitation.

Such conditions were favorable for anthesis, то и оплождането при тритикале. Характерна особеност за месец юни и през трите години е по-ниските температурни стойности спрямо многогодишната тенденция.

Валежите през периода на изследването (Фигура 2) за разлика от температурата се характеризират с по-голяма динамика спрямо многогодишната тенденция. Това се свързва с техния по-скоро случаен, отколкото цикличен характер. Тяхното разпределение е неравномерно и липсва закономерност в продължителността и интензитета им.

pollination and fertilization of triticale. The month of June in all three years of investigation was with lower temperature values in comparison to the long-term tendency.

In contrast to air temperatures, the rainfalls during the period of study (Figure 2) were characterized with higher dynamics according to the long-term tendency. This is related to their random rather than cyclical nature. Their distribution was uneven and there was no regularity in their duration and intensity.



Фиг. 2. Динамика на валежите в изследвания период
Fig. 2. Dynamics of precipitation during the investigated period

По отношение на предзимния период (ноември-декември) се наблюдава много силно неравномерно разпределение на валежите, което е най-ясно изразено през месец декември. През ноември се наблюдават стойности, които са по-близки до многогодишната тенденция. Най-малко е количеството на валежите през ноември 2014г, а най-голямо през същия месец на 2015г. Незначителни са разликите спрямо многогодишните стойности по отношение на ноември 2016. Сравнително

Concerning the pre-winter period (November-December), rather uneven distribution of rainfalls was observed, most clearly expressed in December.

The values observed in November were closer to the long-term ones. The amount of rainfalls was lowest in November 2014, and highest – in November 2015. Insignificant were the differences of November 2016 to the long-term values.

The comparatively normal November

нормалните валежи за ноември са предпоставка за доброто развитие на растенията и за достигане на оптималната фаза. По време на зимния период (януари-февруари) също се наблюдава голяма динамика. През януари най-голямо количество на валежите е отчетено през 2016 и е съсредоточено в началото на месеца и е предимно от сняг. Най-големи количества валежи са отчетени през февруари 2015г, а през 2016 и 2017 стойностите им се доближават в по-голяма степен до многогодишната тенденция.

Валежите през ранния пролетен период (март-април) се характеризират с по-малка динамика, но също са недобре разпределени. Добрата влагообезпеченост в следствие на падналите количества валежи през този период и на трите години дава възможност за много доброто развитие на растенията. През пролетно-летния период (май-юни) стойностите им са крайно неравномерно разпределени през отделните месеци, а също така се отличават с голям интензитет. Заедно с понижаването на температурите се създават предпоставки за силно въздействие върху периода и процеса на изкласяване, цъфтеж, опрашване и оплождане. Подобни въздействия имат силно негативен характер, тъй като оказват неблагоприятен ефект върху фертилността на растенията.

Проведеният дисперсионен анализ (Таблица 1) доказва значителното влияние на условията на средата върху изследваните показатели. Същевременно се наблюдава по-малко влияние върху варианса на фактора генотип и на взаимодействието между факторите генотип и среда. Това показва от една страна, че отделните сортове в съвкупността от изследваните генотипове се различават в голяма степен по отношение на отделните елементи на добива. От друга страна, влиянието на средата върху тях се свързва с различна реакция на отделните генотипове.

rainfalls were a prerequisite for the good development of the plants and for their growing to an optimal phase. High dynamics was observed also during the winter period (January-February).

In January, the greatest precipitation was registered in 2016, in the form of intensive snowfalls at the beginning of the month. The highest February precipitation was registered in 2015, and in 2016 and 2017 the precipitation value was closer to the long-term tendency.

The rainfalls during the early spring (March-April) were characterized with lower dynamics, but were also poorly distributed. The good moisture reserves as a result from the rainfalls during this period in all three years allowed very good development of the plants.

During the spring-summer period (May-June), the precipitation values were with extremely uneven distribution over months and were also very intensive. With the lowering of temperatures, prerequisites were created for strong effect on the date to and the process of heading, anthesis, pollination and fertilization.

Such effects are highly negative because of their unfavorable impact on the plants' fertility.

The ANOVA carried out (Table 1) proved the significant effect of the environmental conditions on the investigated parameters. At the same time, a lower effect on the variance of the factor genotype and the factor genotype x environment interaction was observed. This, on the one hand, showed that the separate varieties within the set of the studied genotypes differed considerably with regard to the yield elements. On the other hand, the effect of the environment on them was related to the different reaction of the individual genotypes.

Таблица 1. Дисперсионен анализ (Анализ на варианса) и взаимодействие генотип х година на показатели при сортове тритикале
Table 1. ANOVA (Analysis of variance) and genotype x year interaction of parameters of triticale varieties

Фактор Factor	ДИ DH	ВР PH	БКС NPT	Д Y	М1000 M1000	ХТ TW	МЗК WGS	БЗК NGS
Генотип Genotype (G)	38,8***	507,3***	44682***	40105,0***	72,6***	15,9***	0,1***	65,2***
Година Year (Y)	6510,6***	6502,8***	790244,1***	830601,3***	4447,7***	525,3***	4,6***	457,3***
G x Y	14,3***	84,3***	25918,9***	18755,3***	42,2***	8,3***	0,1***	28,8***

ДИ – дни до изкласяване; ВР – височина на растенията; БКС – брой класоносни стъбла; Д – добив; М1000 – маса на 1000 зърна; ХТ – хектолитрово тегло; МЗК – маса на зърната в клас; БЗК – брой зърна в клас.
DH – days to heading; PH – plant height; NPT – number of productive tillers; Y – yield; M1000 –1000 kernel weight; TW – test weight; WGS – weight of grains in spike; NGS – number of grains in spike

Подобна теза бива доказана от голям брой изследвания както при тритикале (Dhindsa et al., 2002; Goyali and Dhindsa, 2003; Lozano del Rio et al., 2009; Ignazio et al., 2012; Aljarrah et al., 2014; Ferreira et al., 2015), така и при обикновената зимна пшеница (Ishag and Mohamed, 1996; Dimitrijevic et al., 2011; Tsenov and Atanasova, 2013; Banjac et al., 2014; Tsenov and Atanasova, 2015; Montesinos-Lopez et al., 2018). Независимо от това различаващите се реакция на сортовете в различни периоди на отглеждане е причина да се търси различаваща се структура на добива. Това се свързва с преобладаващ дял на определен елемент на добива в даден период на отглеждане и свързаните с това условия на средата.

Варирането в стойностите на даден показател също се свързва с действието на условията на средата (Stoyanov, 2018). Колкото по-силно е дадено въздействие, толкова границите на вариране на признака ще се отклоняват от средната стойност. От друга страна обаче, това правило се свързва и с адаптивността на даден генотип към конкретно въздействие. В този случай стойността на варианса е пряко свързана с интензивността на неблагоприятните условия, със стабилността и пластичността на даден генотип, но и с ограниченията на генетич-

Such a thesis has been supported by a large number of studies both on triticale (Dhindsa et al., 2002; Goyali and Dhindsa, 2003; Lozano del Rio et al., 2009; Ignazio et al., 2012; Aljarrah et al., 2014; Ferreira et al., 2015), and on common winter wheat (Ishag and Mohamed, 1996; Dimitrijevic et al., 2011; Tsenov and Atanasova, 2013; Banjac et al., 2014; Tsenov and Atanasova, 2015; Montesinos-Lopez et al., 2018). However, the different reactions of the cultivars during different growing stages are the reason to look for different structures of yield. This is related to a predominant percent of a certain yield element during a given growing stage and the respective conditions of the environment.

The variation in the values of a given parameter depends on the influence of the environmental conditions (Stoyanov, 2018). The higher a given effect is, the more the variation range of the trait will deviate from the mean value.

On the other hand, however, this regularity is also connected to the adaptability of a certain genotype to a specific impact. In this case, the value of the variance was directly related to the intensity of the unfavorable conditions, to the stability and plasticity of the genotype, but also to the limitations of the genetic ната основа. Същевременно конкретния изследван показател е в строга зависимост и от останалите показатели, определящи структурата на добива. Подобна циклична система определя и значителната комплексност на добива като резултативна величина. Данните от изследваните показатели (Таблица 1) категорично подчертават факта, че варианса както на добива, така и на неговите елементи бива повлиян от двата изследвани фактора и взаимодействието между тях. Влиянието на отделните елементи от структурата на добива обаче не би могло да бъде определено. Същевременно взаимодействието между всеки един от елементите на добива при различни условия на средата е категорично различно, което се илюстрира от наличието на различаваща се стабилност при всеки един от тях (Stoyanov and Baychev, 2016).

Варирането в определен показател повлиява в известна степен и варирането на добива. От друга страна изменението в стойностите на изследвания показател в дадени граници се свързва с влиянието на определен фактор. В този смисъл този фактор също следва да е причина за вариране във величината на добива. Резултатите от проведения анализ на основните компоненти дават възможност да се изясни в определена степен влиянието на отделните елементи от структурата на добива върху неговата величина. От Таблица 2, 3 и 4 може да се проследят определени сходства, но и различия в основните компоненти, причина за варирането. През стопанската 2014/2015 и 2016/2017 се наблюдават сходни стойности по отношение на първите три компонента на варирането като и в двата периода те определят 81,6 % от общото вариране. Същевременно 2015/2016 се характеризира с по-слабо влияние на първите три компонента като те определят 75,6% от варирането. Това показва че през тази реколтна година се наблюдават по-голям брой компо-

basis. At the same time, the specific investigated parameter is strictly dependant on the rest of the parameters determining the yield structure. Such a cyclic system conditions the significant complexity of the yield as a resultant value. The data from the investigated parameters (Table 1) emphasize the fact that the variance of both the yield and its elements is influenced by the two studied factors and their interaction.

The effect of the separate elements of the yield's structure, however, cannot be determined. Simultaneously, the interaction between each of the yield's elements under variable conditions of the environment is definitely different, as illustrated by the presence of distinct stability in each of them (Stoyanov and Baychev, 2016).

The variation of a certain parameter also affects to a certain degree the variation of yield. On the other hand, the change in the values of the studied parameter within a given range is connected to the effect of a certain factor. In this sense, this factor should also be a reason for the variation of the yield's value. The results from the analysis on the principal components allows clarifying to a certain degree the effect of the separate elements from the structure of yield on its size.

In Tables 2, 3 and 4 certain similarities can be tracked down, but also differences in the principal components, the reason for variation. During economic years 2014/2015 and 2016/2017, similar values with regard to the first three components of the variation were observed; during both periods they determined 81.6 % of the total variation. Economic year 2015/2016 was with lower effect of the first three components, which determined 75.6 % of the variation. This shows that in the above cropping season a larger number of components were observed, which ненти, които влияят в по-висока степен върху варирането на добива.

От друга страна през 2015/2016 година първият компонент се характеризира с най-висока стойност върху варирането – 44,5%. Подобни стойности предполагат, че първия компонент е по-чувствителен спрямо измененията в условията на средата и по-специално към валежите през периода, тъй като температурите се отличават с по-малка динамика.

affected to a higher degree the variation of yield.

On the other hand, in 2015/2016 the first component was characterized with the highest value of variation – 44.5 %. Such a value implies that the first component is more susceptible to the changes of the environmental conditions, and more specifically – to the rainfalls during the period, since the temperatures were marked by a lower dynamics.

Таблица 2. Принципен компонентен анализ на изследваните сортове тритикале през стопанската 2014/2015
Table 2. Principal component analysis of the studied triticale cultivars during economic year 2014/2015

Компонент Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,143	39,294	39,294	3,143	39,294	39,294	2,467	30,844	30,844
2	2,155	26,943	66,237	2,155	26,943	66,237	1,334	16,677	47,521
3	1,231	15,383	81,620	1,231	15,383	81,620	1,224	15,294	62,815
4	0,662	8,280	89,900	0,662	8,280	89,900	1,057	13,207	76,022
5	0,527	6,585	96,485	0,527	6,585	96,485	1,047	13,083	89,104
6	0,277	3,462	99,947	0,277	3,462	99,947	0,866	10,821	99,926
7	0,003	0,039	99,986	0,003	0,039	99,986	0,005	0,057	99,982
8	0,001	0,014	100,000	0,001	0,014	100,000	0,001	0,018	100,000

Таблица 3. Принципен компонентен анализ на изследваните сортове тритикале през стопанската 2015/2016
Table 3. Principal component analysis of the studied triticale cultivars during economic year 2015/2016

Компонент Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,564	44,554	44,554	3,564	44,554	44,554	2,407	30,093	30,093
2	1,460	18,245	62,799	1,460	18,245	62,799	1,301	16,268	46,361
3	1,024	12,802	75,600	1,024	12,802	75,600	1,201	15,016	61,378
4	0,946	11,825	87,425	0,946	11,825	87,425	1,035	12,941	74,319
5	0,634	7,928	95,354	0,634	7,928	95,354	1,023	12,783	87,102
6	0,358	4,476	99,830	0,358	4,476	99,830	1,014	12,676	99,778
7	0,010	0,131	99,960	0,010	0,131	99,960	0,013	0,168	99,946
8	0,003	0,040	100,000	0,003	0,040	100,000	0,004	0,054	100,000

Таблица 4. Принципен компонентен анализ на изследваните сортове тритикале през стопанската 2016/2017

Table 4. Principal component analysis of the studied triticale cultivars during economic year 2016/2017

Компонент Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,810	35,128	35,128	2,810	35,128	35,128	2,520	31,504	31,504
2	2,295	28,693	63,821	2,295	28,693	63,821	1,372	17,146	48,651
3	1,421	17,758	81,579	1,421	17,758	81,579	1,136	14,204	62,854
4	0,659	8,234	89,813	0,659	8,234	89,813	1,113	13,912	76,766
5	0,607	7,582	97,395	0,607	7,582	97,395	1,070	13,375	90,141
6	0,199	2,485	99,879	0,199	2,485	99,879	0,774	9,675	99,816
7	0,008	0,103	99,983	0,008	0,103	99,983	0,013	0,164	99,980
8	0,001	0,017	100,000	0,001	0,017	100,000	0,002	0,020	100,000

И през трите изследвани периода върху варирането оказват влияние 6 основни компонента (Таблица 2, 3, 4). Останалите два имат съвсем малко влияние и те могат да бъдат считани за шумови компоненти. Различни изследвания върху варирането на елементите на добива и върху самия добив показват обаче, че в голям брой от случаите основните компоненти са два или три. Наличието на по-голям брой компоненти се свързва с твърде комплексно влияние на средата, генотипа и взаимодействието между тях. Eigenvalues и през трите изследвани от нас периода показват, че върху първия компонент влияят два или три от елементите на добива, върху втория два или един, а върху третия – един (по Girden, 2001). Върху останалите компоненти влияе по-малко от един от елементите на добива т.е. някои компоненти имат частично влияние върху варирането на добива. Въпреки това в проведения от нас експеримент с тях се свързва между 2 и 8% от варирането, което има ключово значение за величината на добива.

Резултатите от проведения анализ за трите изследвани години (Таблица 5) показват, че в дългосрочен период (2014/2017) основните компоненти, които влияят върху варирането на добива са два като определят 81% от варирането.

In all three investigated periods, six principal components affected the variation (Table 2, 3, 4). The other two had little effect and can be considered noise components. Different investigations on the variation of the yield elements and on the yield itself show that in a large number of cases the principal components are two or three.

The higher number of components is related to the rather complex effect of the environment, the genotype and their interaction. The Eigenvalues for all three investigated periods show that two or three of the yield’s elements had effect on the first component, two or one - on the second, and one – on the third (according to Girden, 2001). Less than one of the yield’s elements had influence on the rest of the principal components, i.e. some components have partial effect on the variation of yield. However, between 2% and 8% of the variation are often related to them, which is of key importance for the size of the yield.

The results from the analysis carried out during the three years of study (Table 5) show that in a long-term perspective (2014/2017), the principle components which have influence on the variation of the yield are two, determining

Eigenvalues показват, че върху първия компонент влияят 5 от елементите на добива. Това се свързва с контрастните прояви през отделните периоди, което дава преимущество на различни показатели. Varimax ротирането позволява влиянието на контрастните условия да бъде изгладено и да се определи какво е влиянието на всеки един от елементите на добива върху варирането. В този случай eigenvalues за трите години (2014/2017) (Таблица 5) свързват първия компонент с 2 елемента на добива, а втория, третия и четвъртия с един. Следващите два компонента се свързват частично с някои от елементите на добива, а останалите два на практика не оказват влияние върху варирането на добива от изследваните сортове.

81 % of the variation. The Eigenvalues showed that five of the yield's elements had effect on the first component. This was related to the contrasting expressions during the individual periods, which gave advantage to different parameters. The Varimax rotation allows to smooth the influence of the contrasting conditions and to determine the effect of each yield element on the variation. In this case, the eigenvalues for the three years (2014/2017) (Table 5) related the first component to two elements of the yield, and the second, third and fourth components – to one element of the yield. The next two components were partially related to some elements of the yield, while the other two did not in practice have any effect on the variation of the yield from the investigated cultivars.

Таблица 5. Принципен компонентен анализ на изследваните сортове тритикале за трите стопански години

Table 5. Principal component analysis of the studied triticale cultivars over three economic years

Компонент Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,247	65,586	65,586	5,247	65,586	65,586	2,327	29,082	29,082
2	1,214	15,180	80,766	1,214	15,180	80,766	1,350	16,871	45,953
3	0,753	9,408	90,174	0,753	9,408	90,174	1,275	15,944	61,897
4	0,401	5,007	95,181	0,401	5,007	95,181	1,217	15,213	77,109
5	0,198	2,478	97,659	0,198	2,478	97,659	0,912	11,404	88,514
6	0,154	1,930	99,590	0,154	1,930	99,590	0,871	10,891	99,404
7	0,027	0,339	99,928	0,027	0,339	99,928	0,034	0,422	99,826
8	0,006	0,072	100,000	0,006	0,072	100,000	0,014	0,174	100,000

През първата стопанска година (Таблица 6) елементите на добива, които корелират най-високо с първия основен компонент са генеративните параметри – маса на зърната в клас (0,934), брой зърна в клас (0,936). Първият основен компонент корелира и високо с добива (0,751), което показва, че варирането в МЗК и БЗК е основната причината за варирането на добива и за неговите стойности през реколтната 2014/2015г. С вторият основен

During the first economic year (Table 6), the yield elements in highest correlation with the first principal component were the generative parameters – weight of grain in spike (0,934) and number of grains in spike (0,936). The first principal component was also in high correlation with yield (0,751) indicating that the variation in WGS and NGS was the main reason for the variation of yield and its values during harvest year 2014/2015. The variation of компонент през тази реколтна година се свързва продуктивната братимост (0,928), докато добивът в по-малка степен. Това показва, че варирането в броя класоносни стъбла оказва по-малко въздействие върху величината на добива. Масата на 1000 зърна корелира най-високо с третия основен компонент (0,992), но добива се свързва много слабо с него. Това показва, че варирането в показателя М1000 не влияе съществено върху стойностите и варирането в добива през периода 2014/2015. Още по-слабо влияние върху варирането на добива имат датата на изкласяване, хектолитровото тегло и височината на растенията. Те се свързват съответно с четвъртия, петия и шестия основен компонент.

the number of productive tillers was corelated to the second principal component in this cropping season (0,928), while the yield was related to a lower degree to this principal component. This was an indication that the variation in the number of productive tillers had lower effect on the size of yield. Thousand kernel weight was in high correlation with the third principal component (0,992), but yield was only in slight correlation with it. This showed that the variation of the index M1000 did not have a significant effect on the values and variation of yield during 2014/2015. Still lower was the effect of the days to heading, the test weight and the plant height on the variation of yield. They were related to the fourth, fifth and sixth principal component.

Таблица 6. Ротирана варимакс корелационна матрица по изследваните показатели при тритикале за стопанската 2014/2015 година
Table 6 Rotated Varimax correlation matrix according to the studied parameters in triticale during economic year 2014/2015

Елемент Element	Компонент/Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ДИ/DH	0,113	0,162	0,016	**0,955**	0,154	0,160	0,001	0,000
ВР/PH	0,332	0,276	-0,038	0,234	0,266	**0,828**	0,001	0,000
М1000	0,067	-0,020	**0,992**	0,014	0,097	-0,022	0,002	0,001
МЗК/WGS	**0,934**	-0,125	0,299	0,061	-0,060	0,118	0,000	0,026
БЗК/NGS	**0,936**	-0,114	-0,271	0,051	-0,129	0,134	-0,022	-0,027
ХТ/TW	-0,108	0,232	0,118	0,168	**0,925**	0,193	0,002	0,000
БКС/NPT	-0,124	**0,928**	-0,062	0,166	0,238	0,187	-0,005	0,000
Д/Y	**0,751**	**0,536**	0,237	0,168	0,103	0,222	0,063	0,002

ДИ – дни до изкласяване; ВР – височина на растенията; БКС – брой класоносни стъбла; Д – добив; М1000 – маса на 1000 зърна; ХТ – хектолитрово тегло; МЗК – маса на зърната в клас; БЗК – брой зърна в клас.
DH – days to heading; PH – plant height; NPT – number of productive tillers; Y – yield; M1000 –1000 kernel weight; TW – test weight; WGS – weight of grains in spike; NGS – number of grains in spike

Подобно е разпределението на основните компоненти и елементите и през следващата реколтна година (2015/2016) (Таблица 7). Първият основен компонет корелира най-силно отново с масата на зърната в клас (0,826) и съответно с броя зърна в клас (0,851). Добивът също корелира високо с първия основен компонент (0,893), което показва, че варирането в стойностите му се свързва с варирането на стой-

Similar was the distribution of the principal components and elements during the next cropping season (2015/2016) (Table 7), too. The first principal component was in highest correlation again with the weight of grain in spike (0,826) and with the number of grains in spike (0,851), respectively. The yield was also in high correlation with the first principal component (0,893) indicating that the variation of its values ностите в броя на зърната в клас. Вторият основен компонент корелира високо отново с броя класоносни стъбла, но този път отрицателно (-0,944). Добивът се свързва слабо с този основен компонент, но отново отрицателно, което показва, че варирането в продуктивната братимост не влияе особено през тази реколтна година върху варирането в добива. Поведението на масата на 1000 зърна през този период е почти идентично с това през предходния и се свързва с третия основен компонент. Четвъртия основен компонент корелира високо с хектолитровото тегло (0,975), петия с дните до изкласяване, а шестия с височината на растенията. Последните три основни компонента определят над 10% от общия варианс, което показва, че макар тези компоненти да не са основни за добива, влияят върху варирането му.

was related to the variation in the values of number of grains in spike. The second principal component was again in high correlation with the number of productive tillers, but this time the correlation was negative (-0,944). The yield correlated slightly with this principal component, again negatively, which showed that the variation in the number of productive tillers did not have any significant effect on yield in that cropping season. The behavior of 1000 grain weight in that period was almost identical to the previous one and correlated with the third principal component (0,975). The fourth principal component was in high correlation with test weight, the fifth – with days to heading, and the sixth – with plant height. The last three components determined over 10 % of the total variance indicating that although these principal components were not basic for yield, they had effect on its variation.

Таблица 7. Ротирана варимакс корелационна матрица по изследваните показатели при тритикале за стопанската 2015/2016 година

Table 7. Rotated varimax correlation matrix according to investigated parameters in triticale during economic year 2015/2016

Елемент Element	Компонент/Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ДИ/DH	-0,157	0,073	-0,131	0,053	**0,967**	0,125	0,000	0,000
ВР/PH	0,046	-0,035	-0,110	-0,024	0,118	**0,985**	0,000	-0,001
М1000	0,203	0,093	**0,943**	0,151	-0,141	-0,135	-0,003	0,002
МЗК/WGS	**0,826**	0,422	0,303	0,163	-0,128	-0,030	0,028	0,058
БЗК/NGS	**0,851**	0,466	-0,166	0,122	-0,081	0,062	0,076	-0,016
ХТ/TW	0,223	0,017	0,144	**0,962**	0,055	-0,027	0,000	0,000
БКС/NPT	-0,295	**-0,944**	-0,100	0,002	-0,101	0,048	0,003	0,000
Д/Y	**0,893**	-0,018	0,365	0,205	-0,134	0,048	-0,083	-0,027

ДИ – дни до изкласяване; ВР – височина на растенията; БКС – брой класоносни стъбла; Д – добив; М1000 – маса на 1000 зърна; ХТ – хектолитрово тегло; МЗК – маса на зърната в клас; БЗК – брой зърна в клас.

DH – days to heading; PH – plant height; NPT – number of productive tillers; Y – yield; M1000 –1000 kernel weight; TW – test weight; WGS – weight of grains in spike; NGS – number of grains in spike

Поведението на основните компоненти през третия период на изследване (2016/2017) (Таблица 8) е съвсем различен, отколкото през двата предходни периода. Макар първия компонент отново да корелира високо с масата на зърната в клас (0,936) и броя зърна в клас (0,931), то добива се

The behavior of the principal components during the third investigated period (2016/2017) (Table 8) was completely different to the previous two periods. Although the first principal component was again in a high correlation with weight (0,936) and number of grains in spike (0,931), yield correlated to a свързва значително по-слабо с този компонент (0,311). Това показва, че варирането в добива през този период не се свързва предимно с варирането в броя на зърната в клас, а с друг елемент на добива. Представените резултати показват, че броят класоносни стъбла, отново корелира с втория основен компонент (0,583), но този път и добивът корелира високо с него (0,975). През този период по-високото вариране в добива се свързва с по-високо вариране в продуктивната братимост. Третият основен компонент отново корелира добре и през този период с масата на 1000 зърна (0,975). Това показва, че масата на 1000 зърна има особено значение за формирането на добива. Четвъртия основен компонент корелира добре с дните до изкласяване, петия с височината на растенията, а шестия с хектолитровото тегло.

considerably lower degree with this principal component (0,311). This shows that the variation of yield during that period was not predominantly related to the variation of number of grains in spike, but to another yield element. The presented results show that the number of productive tillers was again in correlation with the second principal component (0,583), but this time yield was also in high correlation with it (0,902). During that period, the higher variation of yield was related to higher variation of the number of productive tillers. The third principal component again correlated well with 1000 kernel weight (0,975). This was an indication that 1000 kernel weight is especially important for the formation of yield. The fourth principal component was in good correlation with the days to heading, the fifth – with plant height, and the sixth – with test weight.

Таблица 8. Ротирана варимакс корелационна матрица по изследваните показатели при тритикале за стопанската 2016/2017 година

Table 8. Rotated varimax correlation matrix according to investigated parameters in triticale during economic year 2016/2017

Елемент Element	Компонент/Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ДИ/DH	0,014	-0,113	-0,005	**0,975**	0,074	0,176	-0,002	0,000
ВР/PH	0,023	0,120	0,169	0,082	**0,962**	0,153	0,001	0,000
М1000	-0,160	0,147	**0,938**	-0,003	0,186	0,197	0,001	0,001
МЗК/WGS	**0,936**	0,284	0,095	0,011	0,081	0,161	0,010	0,028
БЗК/NGS	**0,931**	0,211	-0,287	-0,030	-0,004	0,051	0,036	-0,028
ХТ/TW	0,179	0,212	0,321	0,356	0,266	**0,789**	0,001	0,000
БКС/NPT	**-0,788**	**0,583**	0,096	-0,127	0,043	0,031	0,107	0,000
Д/Y	0,311	**0,902**	0,157	-0,110	0,157	0,169	-0,015	0,000

ДИ – дни до изкласяване; ВР – височина на растенията; БКС – брой класоносни стъбла; Д – добив; М1000 – маса на 1000 зърна; ХТ – хектолитрово тегло; МЗК – маса на зърната в клас; БЗК – брой зърна в клас.

DH – days to heading; PH – plant height; NPT – number of productive tillers; Y – yield; M1000 –1000 kernel weight; TW – test weight; WGS – weight of grains in spike; NGS – number of grains in spike

Средно за трите периода на изследването (Таблица 9) първия основен компонент, корелира най-високо с масата на зърната в клас (0,720) и броя на зърната в клас (0,916). Това показва, че варирането в добива се свързва в най-голяма степен с варирането в броя на зърната в клас. Вторият основен

Averaged for the three periods of investigation (Table 9), the first principal component was in highest correlation with weight of grains in spike (0,720) and number of grains in spike (0,916). This shows that the variation of yield was related mostly to the variation of the number of grains in spike. The second компонент корелира високо с хектолитровото тегло (0,830). Този елемент на добива е изключително важен показател в технологично отношение (Baychev, 2013). Макар в краткосрочен период (стопанска година (Таблица 6, 7, 8) по-голямо значение за варирането да имат продуктивната братимост и масата на 1000 зърна, то в дългосрочен период (Таблица 9) варирането в хектолитровото тегло се свързва с по-голяма степен с варирането в продуктивността. Височината на растенията корелира високо с третия основен компонент (0,932). В действителност през периоди, в които височината на растенията в стойностно изражение е по-голяма, добивите са по-ниски. Това се свързва с особеност при тритикале в периоди с по-голямо количество на валежите, продуктивността да е по-ниска, а биомасата (изразена чрез височината на растенията) да е по-висока. Това се доказва от ниската, но отрицателна корелация на добива с третия основен компонент. Продуктивната братимост се свързва с четвъртия основен компонент (-0,838). По-малкото значение на варирането на този показател, за варирането на добива е факта, че по-голямата част от сортовете имат сходна продуктивна братимост, която се повлиява по-слабо от условията на средата, отколкото величината на самия добив. Корелацията на дните до изкласяване е най-висока с петия основен компонент (0,743). Този показател има слаба връзка с добива и на практика варирането в него не се свързва с високо вариране във величината на добива. От друга страна самият показател е изключително консервативен по отношение варирането на стойностите му, а повечето от изследваните сортове имат идентично изкласяване през отделните периоди на изследването. Шестият основен компонент корелира високо с масата на 1000 зърна (0,673). Макар през отделните периоди (Таблица 6, 7, 8), той да има по-голямо

principal component was in high correlation with test weight (0,830). This element of yield is of considerable importance in a technological aspect (Baychev, 2013). Although in the short-term period (economic year (Table 6, 7, 8) the number of productive tillers and 1000 grain weight are more important for the variation, in the long-term period the variation of test weight is related to the variation of productivity to a higher degree.

Plant height was in high correlation with the third principal component (0,932). Actually, in periods, when the height of plants is with higher values, yields are lower. This is related to a peculiarity of triticale during periods of higher precipitation, when productivity is lower and the biomass (expressed through plant height) is higher.

This was confirmed by the low but negative correlation of yield with the third principal component. The number of productive tillers was related to the fourth principal component (-0,838). The greater part of the cultivars have similar number of productive tillers, which is less influenced by the environmental conditions than the size of yield itself. Therefore, the variation of this parameter is of lower significance for the variation of yield. The correlation of the days to heading was highest with the fifth principal component (0,743).

This parameter was in low correlation with yield and the variation in it was not in practice correlated with high variation in the size of yield. On the other hand, the parameter itself is very conservative with regard to the variation of its values, and most of the investigated cultivars had identical heading during the individual periods of the investigation. The sixth principal component was in high correlation with 1000 grain weight (0,673). Although during the separate periods (Table 6, 7, 8) it was of higher importance значение за варирането във величината на добива, то в дългосрочен период (Таблица 9) неговото значение намалява. Това се свързва с факта, че този показател е генотипно стабилен и се наблюдава много характерна тенденция, независимо от условията на средата различията между конкретни генотипове да се запазват на определено ниво.

for the variation in the size of yield, its significance decreased in the long term period (Table 9). This is due to the fact that this parameter is genetically stable and a very specific tendency is observed the differences between certain genotypes to remain at a certain level regardless of the conditions of the environment.

Таблица 9. Ротирана варимакс корелационна матрица по изследваните показатели при тритикале за трите стопански години
Table 9. Rotated varimax correlation matrix according to investigated parameters in triticale for the three economic years

Елемент Element	Компонент/Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ДИ/DH	0,158	0,410	-0,327	0,304	**0,743**	0,238	0,003	0,005
ВР/PH	-0,084	-0,159	**0,932**	-0,218	-0,181	-0,138	0,001	-0,005
М1000	0,221	0,461	-0,329	0,256	0,334	**0,673**	-0,004	0,006
МЗК/WGS	**0,720**	0,325	-0,228	0,371	0,251	0,326	-0,066	0,113
БЗК/NGS	**0,916**	0,080	-0,052	0,369	0,042	-0,092	-0,074	-0,016
ХТ/TW	0,331	**0,830**	-0,194	0,174	0,284	0,230	0,004	0,005
БКС/NPT	-0,312	-0,176	0,308	**-0,838**	-0,234	-0,143	0,006	-0,004
Д/Y	**0,826**	0,334	-0,068	-0,080	0,128	0,392	0,154	-0,027

ДИ – дни до изкласяване; ВР – височина на растенията; БКС – брой класоносни стъбла; Д – добив; М1000 – маса на 1000 зърна; ХТ – хектолитрово тегло; МЗК – маса на зърната в клас; БЗК – брой зърна в клас.
DH – days to heading; PH – plant height; NPT – number of productive tillers; Y – yield; M1000 –1000 kernel weight; TW – test weight; WGS – weight of grains in spike; NGS – number of grains in spike

Резултатите от проведения анализ на основните компоненти показват, че средната продуктивност при изследваните генотипи се формира на базата на различни основни компоненти в зависимост от условията на средата. Това се свързва с въздействието на метеорологичните условия (температура на въздуха, валежи) върху конкретния елемент на добива. По данни на Stoyanov (2018) при различни условия на средата показатели като брой зърна в клас, маса на зърната в клас и маса на 1000 зърна, реагират различно през отделните периоди на изследване при същите генотипи тритикале. Същевременно условията на средата влияят не само върху средните стойности на посочените показатели, но и върху тяхното вариране, като при наличие на неблагоприятни условия и вариацион-

The results from the principal components analysis showed that the mean productivity of the investigated genotypes was based on different principal components depending on the conditions of the environment. This relates to the effect of the meteorological conditions (air temperature, precipitation) on the specific element of yield. According to data provided by Stoyanov (2018), under different conditions of the environment, parameters such as number of grains in spike, weight of grains in spike and 1000 kernel weight respond differently during the separate periods of the investigation, using the same triticale genotypes. At the same time, the conditions of the environment influence not only the mean values of the above parameters but also their variation; under unfavorable conditions, the variation ните коефициенти са значително по-високи, а стойностите на добива са по-ниски. Това показва, че по-високото вариране в даден показател е причина и за по-високо вариране в стойностите на добива. Stoyanov and Baychev (2016) посочват, че колкото по-чувствителен към въздействието на средата е един показател, толкова по-силно величината на добива се асоциира с него. През всички периоди на нашето изследване броят зърна в клас се свързва с първия основен компонент или с най-високия дял от общото вариране – между 39 и 45%. Същевременно голям брой изследвания подчертават факта, че броят на зърната в клас е не само най-важния показател за формиране на продуктивността, но и се характеризира като изключително чувствителен (Milovanovic et al., 2014; Kara, 2016; Kavanagh and Hall, 2015). Резултатите от нашето изследване показват, че този показател е свързан с първия основен компонент не само в краткосрочен (Таблица 6, 7, 8), но и в дългосрочен период (средно за трите стопански години (Таблица 9)). Тъй като формирането на броя на зърната в клас е свързано предимно с генеративни процеси в растителния организъм, то този основен компонент условно може да бъде определен като „генеративен". До подобен извод достигат и Leilah and Al Khateeb (2005) при изследване на група генотипи пшеница.

Вторият основен компонент при изследваните сортове в краткосрочен период (реколтна година) се свързва с броят класоносни стъбла. Следва обаче да се подчертае, че връзката с добива през отделните периоди (Таблица 6, 7, 8) и връзката с втория компонент през отделните периоди на изследване е различна. През първия и третия период връзката с втория компонент е положителна, а през втория период – отрицателна. Подобно силно изменение на корелационната матрица и нестабилност на признака в краткосрочен план показва, че този показател има

coefficients are also significantly higher, and the values of the yield are lower. This indicates that the higher variation in a certain parameter is the reason for the higher variation in the values of the yield. Stoyanov and Baychev (2016) pointed out that the more susceptible to the effects of the environment a parameter is, the stronger is its correlation with the size of yield. During all periods of our investigation, the number of grains in spike correlated with the first principal component or with the highest percent of the total variation – between 39 and 45 %. A large number of studies emphasize the fact that the number of grains in spike is not only the most important parameter for the formation of productivity, but it is also described as an extremely sensitive one (Milovanovic et al., 2014; Kara, 2016; Kavanagh and Hall, 2015). Our results show that this parameter is related to the first principal component not only for a short term (Table 6, 7, 8), but also for a long-term period (averaged for the three economic years (Table 9)). Since the formation of the number of grains in spike is related primarily to generative processes in the plant organism, this principle component can be conditionally defined as "generative". Similar conclusions have been drawn by Leilah and Al Khateeb (2005) when investigating a set of wheat genotypes.

The second principal component in the studied cultivars in the short-term period (cropping season) correlated with the number of productive tillers. It should be pointed out, however, that the correlation with the yield and the correlation with the second component over periods was different (Table 6, 7, 8). During the first and third period, the correlation with the second component was positive, and during the second – negative. Such high variation in the correlation matrix and instability of the trait in the short term period indicated lower significance of the parameter in the long-term period, as по-малко значение в дългосрочен период, което се доказва и от получените резултати. При изследването на Leilah and Al Khateeb (2005) броят класоносни стъбла е свързан предимно с първия компонент. Различни резултати посочват и Bhanupriya et al (2014) като продуктивната братимост се свързва с третия основен компонент. При тритикале обаче продуктивната братимост има по-малко значение (Stoyanov and Baychev, 2016).

Особено поведение има показателят маса на 1000 зърна. При обикновената пшеница Bhanupriya et al. (2014) посочват, че този показател се свързва с третия и четвъртия основен компонент, а Leilah and Al Khateeb (2005) – с първия и втория. Получените от нас резултати независимо от условията на средата в краткосрочен период показват, че масата на 1000 зърна се свързва категорично с третия компонент, при това със съвсем малки различия (13-17%). Това подчертава значението на показателя по отношение формирането на добива в конкретна реколтна година. В дългосрочен период (Таблица 9) обаче масата на 1000 зърна няма толкова голямо значение за общото вариране и се свързва с шестия основен компонент, който определя едва 2% от него. Това показва, че за формирането на средния добив значение ще имат онези елементи на добива, които през конкретна реколтна година са повлияни значително по-силно от условията на средата, но при всички генотипи от изследваната съвкупност. Такива показатели са дните до изкласяване и височината на растенията. Те се свързват с вегетативното развитие на растенията, поради което тяхното влияние върху варирането на добива като основополагащи за възникването на генеративен процес ще е по-голямо в дългосрочен период. Тяхното вариране през отделните периоди на изследване е сравнително ниско (Stoyanov, 2018), но между средните стойности за

supported by the obtained results. In the investigation of Leilah and Al Khateeb (2005), the number of productive tillers was related primarily with the first component.

Bhanupriya et al (2014) gave different results, relating the number of productive tillers to the third principal component. In triticale, however, the number of productive tillers is less important (Stoyanov and Baychev, 2016).

The parameter 1000 kernel weight had a peculiar behavior. For common wheat, Bhanupriya et al. (2014) reported that this parameter correlated with the third and fourth principal component, and Leilah and Al Khateeb (2005) – that it correlated with the first and second principal component. The results we obtained showed that regardless of the conditions of the environment, 1000 kernel weight definitely correlated with the third component in the short-term period, with very low differences (13-17%).This emphasized the significance of the parameter for the formation of yield in a particular cropping season. In the long-term period (Table 9), however, 1000 kernel weight was not so important for the total variation and correlated with the sixth principal component, which determined only 2 % of it. This showed that for the formation of the mean yield important were those yield elements, which were significantly more influenced by the environmental conditions during the particular cropping season, but in all genotypes of the investigated set. Such parameters are days to heading and plant height. They are related to the vegetative development of plants and therefore their effect on the variation of yield as a basis for the occurrence of the generative process will be higher in the long-term.

Their variation over the periods of the study was comparatively low (Stoyanov, 2018), but the variation between the mean values over years was significantly higher.

отделните години на изследването варирането е значително по-високо. Поради тази причина дните до изкласяване се свързват с петия фактор, а височината на растенията с третия фактор средно за трите периода на изследване.

Особено поведение има хектолитровото тегло. Този показател има изключително консервативно поведение и варира слабо между отделните генотипове. Повечето от сортовете имат сходни стойности и в краткосрочен период значението му за общото вариране е пренебрежимо малко (Таблица 6, 7, 8). В дългосрочен период обаче условията на средата влияят съществено върху стойностите му, като някои от генотиповете проявяват значително по-висока стабилност по този показател, отколкото по показателя маса на 1000 зърна. Въпреки, че тенденцията между отделните генотипи при показателя маса на 1000 зърна се запазва, то при хектолитровото тегло подобна тенденция не се наблюдава (Stoyanov, 2018). Поради разнородната стабилност на изследваните генотипи, значението на хектолитровото тегло за общото вариране в дългосрочен период е значително по-високо (Таблица 9), което е причина този показател да се свързва с втория основен компонент.

Разнообразието от влияния на средата в краткосрочен и дългосрочен период дават възможност определени показатели да бъдат посочени като причина за варирането в стойностите на добива. При изследваните сортове всеки един от елементите на добива може да обясни конкретните стойности в зависимост от условията на средата. Основните елементи брой зърна в клас и маса на 1000 зърна имат категорично значение за формирането на продуктивността, а останалите изследвани параметри допълват и повлияват варирането в зависимост от условията на средата. Това дава възможност селекцията на тритикале да бъде насочвана в определена посока на база на получените резултати в зависимост от

Therefore, the days to heading correlated with the fifth principal component, and plant height – with the third principal component, averaged for the three periods of study.

Test weigh had a peculiar behavior. This parameter is extremely conservative and varies only slightly between genotypes. Most of the cultivars had similar values and in the short term its significance for the total variation was negligible (Table 6, 7, 8). In the long-term, however, the conditions of the environment had significant effect on its values, with some of the genotypes demonstrating considerably greater stability according to this parameter in comparison to the parameter 1000 kernel weight. Although this tendency between the genotypes concerning the parameter 1000 kernel weight remained unchanged, such a tendency was not observed in test weight (Stoyanov, 2018). Due to the variable stability of the investigated genotypes, the significance of test weight for the total variation in the long-term period (Table 9) was considerably higher and was the reason to relate this parameter to the second principal component.

The variable effects of the environment in the short- and long term periods allowed pointing out certain parameters as the cause for variation in the values of the yield. Each of the elements of the yield in the studied cultivars can explain the specific values depending on the conditions of the environment.

The main elements number of grain in spike and 1000 kernel weight were definitely significant for the formation of productivity, while the rest of the investigated parameters complemented and influenced the variation depending on the conditions of the environment. This allows giving a direction to the breeding of triticale based on the obtained results according to the specific period and конкретния период и съчетания от почвено-климатични особености.

combinations of soil and climatic characteristics.

ИЗВОДИ

1. На база на проведения анализ е установено, че над 80% от общото вариране се дължи на три основни компонента. Шест основни компонента определят 99% от варирането.
2. Основни за формиране на продуктивността при изпитваните генотипи тритикале са първите три основни компонента, а останалите могат да се считат за допълващи.
3. Корелационната варимакс матрица показва, че най-значим дял за формиране на продуктивността има генеративния (първия) компонент, който се свързва с влиянието на масата на зърната в клас и брой на зърната в клас.
4. Вегетативния (втория) компонент, който се свързва с показателя брой класоносни стъбла се различава по взаимодействието си с добива в зависимост от изследвания период.
5. През всички периоди на изследване масата на 1000 зърна заема трето място по отношение влиянието върху общото вариране, но в дългосрочен период определя по-малко от 2% от общото вариране, което показва високата му стабилност и наличие на тенденция между изследваните генотипи.
6. Така групирани изследваните показатели дават възможност селекцията на тритикале да бъде насочена в определена посока в зависимост от конкретната селекционна задача.

CONCLUSIONS

1. Based on the analysis carried out, it was established that more than 80 % of the total variation was due to three principal components. Six principal components determined 99 % of the variation.
2. The first three principal components were basic for the formation of the productivity of the tested triticale genotypes; the rest can be considered complementary.
3. The correlation varimax matrix showed that the generative (first) component had the most significant part in the formation of productivity; it was related to the effect of the weight and number of grains in spike.
4. The vegetative (second) component, related to the number of productive tillers, varied by its interaction with the yield depending on the investigated period.
5. During all periods of investigation, 1000 kernel weight ranked third with regard to its effect on the total variation, but in the long term period it determined less than 2 % of the total variation, revealing its high stability and a tendency between the studied genotypes.
6. Thus grouped, the investigated parameters allowed aiming the triticale breeding to a certain direction depending on the specific breeding task.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abraha, M.T., H. Shimelis, T. Solomon and A. Hailu**, 2019. Genotype-by-environment interaction and selection of elite wheat genotypes under variable rainfall conditions in northern Ethiopia. *Journal of Crop Improvement*, https://doi.org/10.1080/15427528.2019.1662531
2. **Alaru, M., B. Moller and A. Hansen**, 2004. Triticale yield formation and quality influenced by different N fertilisation regimes. *Agronomy Research*, 2(1), 3-12.
3. **Ali, N., F. Javidfar, J.Y. Elmira and M.Y. Mirza**, 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan *Journal of Botany*, 35(2), 167-174.

4. **Aljarrah, M., L. Oatway, S. Alberts and C. Bergen**. 2014. Variability, heritability and genetic advance in some agronomic and forage quality characters of spring triticale in western Canada. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, Ghent University*, 79(4), 9-18.
5. **Banjac, B., V. Mladenov, M. Dimitrijevic, S. Petrovic and J. Bocanski**. 2014. Genotype × environment interactions and phenotypic stability for wheat grown in stressful conditions- *Genetika*, Vol 46, No. 3, 799-806
6. **Baychev, V.**, 1990. Creation and investigation of primary and secondary triticales, PhD Thesis, General Toshevo (Bg).
7. **Baychev, V.**, 2013. Triticale lines and varieties grown under contrasting meteorological conditions. *Scientific works of Institute of Agriculture - Karnobat*, 2(1), 79-86 (Bg).
8. **Bhanupriya, B.D., N.H. Satyanarayana, S. Mukherjee and K.K. Sarkar**, 2014. Genetic diversity of wheat genotypes based on principal component analysis in Gangetic alluvial soil of West Bengal. *Journal of Crop and Weed*, 10(2), 104-107.
9. **Bhaskar, V.V., W.P. Davies, N.D. Cannon and J.S. Conway**, 2013. Tillage and undersowing effects on organic wheat yield components and yield. *Aspects of Applied Biology*, 121, 173-180.
10. **Cheshkova A., P. Stepochkin, A. Aleynikov, I. Grebennikova and D. Chanyshev**, 2018. A comparative study of spring triticale varieties in the Western Siberian forest-steppe zone under different conditions of vegetation. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 22(3), 304-309. DOI 10.18699/VJ18.364
11. **Dhindsa, G.S., A.S. Dosanjh, V.S. Sohn, J.S. Dhindsa and J.C. Goyali**. 2002. Genotype x Environment interaction for yield components in hexaploid triticale. In: Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, Volume II, June 30 - July 5, 2002, Radzikow, Poland, pp. 199-200.
12. **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.
13. **Duggan, B.L. and D.B. Fowler**, 2006. Yield structure and kernel potential of winter wheat on the Canadian Prairies. *Crop Science*, 46, 1479-1487.
14. **Everitt, B.S. and G. Dunn**, 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Oxford University Press, New York.
15. **Ferrante, A., J. Cartelle, R. Savin and G.A. Slafer**, 2017. Yield determination, interplay between major components and yieldstability in a traditional and a contemporary wheat across a widerange of environments. *Field Crops Research*, 203, 114-127.
16. **Ferreira, V., E. Grassi, A. Ferreira, H. di Santo, E. Castillo and H. Paccapelo**. 2015. Triticales y tricepiros: interaccion genotype-ambiente y estabilidad del rendimiento en grano. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 31(2), 93-104
17. **Firdous, S., B.K. Agarwal and V. Chhabra**, 2018. Zinc-fertilization effect on wheat yield and yield components. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 3497-3499.
18. **Foulkes, M.J., G.A. Slafer, W.J. Davies, P.M. Berry, R. Sylvester-Bradley, P. Martre, D.F. Calderini, S. Griffiths, M. P. Reynolds**, 2011. Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining ldging resistance. *Journal of Experimental Biology*, 62(2), 469-486.
19. **Fox, P.N., B. Skovmand and B.K. Thompson**, 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, 47(1), 57-64.

20. **Furman, B.J., C.O. Qualset, B. Skovmand, J.H. Heaton, H. Corke and D.M. Wesenberg**, 1997. Characterization and analysis of North American triticale genetic resources. *Crop Science*, 37(6), 1951-1959.
21. **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: An ontogenic approach. *Agronomy Journal*, 95, 266-274.
22. **Gibson, L.R., J.W. Singer, R.J. Vos and B.C. Blaser**, 2008. Optimum Stand Density of Spring Triticale for Grain Yield and Alfalfa Establishment. *Agronomy Journal*, 100(4), 911-916.
23. **Girden, E. R.**, 2001. Evaluating research articles from start to finish. Thousand Oaks, Calif., Sage Publications.
24. **Gonsalez-Navarro, O.E., S. Griffiths, G. Molero, M.P. Reynolds and G.A. Slafer**, 2016. Variation in developmental patterns among elite wheat lines andrelationships with yield, yield components and spike fertility. *Field Crops Research*, 196, 294-304.
25. **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.
26. **Ignazio, P., B. Randazzo, M.C. Fiore and G. Venezia**, 2012. Comparative study of genotype-environment interaction of oat and triticale varieties in southern Italy. In: 12th Congress of the European Society for Agronomy Helsinki, Finland, 20-24 August 2012, Abstracts, 468-469.
27. **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
28. **Kara, R.**, 2016. Evaluation of flag leaf physiological traits of triticale genotypes under Eastern Mediterranean conditions. Turkish Journal of Field Crops, 21(1), 67-78.
29. **Kavanagh V. and L. Hall**, 2015. Biology and Biosafety. In: Eudes F. (eds) *Triticale*. Springer, Cham.
30. **Kirchev, H.**, 2016. Genotipic specifics of triticale varieties (x*Triticosecale* Wittm.) as a function of the nitrogen fertilization level. In: Book of Proceedings. VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, October 06-09, 2016, pp 352-358.
31. **Kirchev, H., E. Penchev and R. Georgieva**, 2016. Yield plasticity and stability of triticale varieties (x*Triticosecale* Wittm.) under increasing nitrogen fertilization norms. *Research Journal of Agricultural Science*, 48(2), 68-68.
32. **Kirchev, H. and R. Georgieva**, 2017. Genotypic plasticity and stability of yield components in triticale (x*Triticosecale* Wittm.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LX, 285-288.
33. **Kobiljski, B., S. Dencic, A. Kondic-Spika, U. Lohwasser and A. Börner**, 2009. Locating stable across environment QTL involved in the determination of agronomic characters in wheat. *Cereal Research Communications*, 37(3), 327-333.
34. **Kolev, D.**, 1978. Wheat and rye hybridization. Zemizdat, Sofia (Bg).
35. **Leilah, A.A. and S.A. Al-Khateeb**, 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environments*, 61-3, 483-496.
36. **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.

37. **Manly, B.F.J. and J.A.N. Alberto**, 2017. Multivariate statistical methods. A primer. 4th edition. CRC Press.
38. **Milovanovic, M., V. Perishic, M. Staletic, V. Djekic, O. Nikolic, S. Prodanovic and K. Lukovic**, 2014. Diallel analysis of grain number per spike in triticale. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 20, 1109-1115.
39. **Miralles, D.J. and G.A. Slafer**, 1999. Wheat Development. Chapter 2 In: Satorre, E.H. and G.A. Slafer (eds.), Wheat: ecology and physiology of yield determination. Foods Products press.
40. **Mladenov, V., M. Dimitrijević, S. Petrović, J. Boćanski, A. Kondić-Špika, D. Trkulja, B. Banjac**, 2018. Agronomic performance of wheat cultivars and their molecular characterization. *Genetika*, 50(2), 591-602.
41. **Montesinos-Lopez, O.A., P.S. Baenziger, K.M. Eskridge, R.S. Little, E. Martinez-Cruz, E. Franco-Perez**, 2018. Analysis of genotype-by-environment interaction in winter wheat growth in organic production system. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(3), 212-223.
42. **Oguntunde, P.G., G. Lischeid and O. Dietrich**, 2018. Relationship between rice yield and climate variables in southwest Nigeria using multiple linear regression and support vector machine analysis.International *Journal of Biometeorology*, 62, 459-469, DOI: https://doi.org/10.1007/s00484-017-1454-6.
43. **Racz, I., M. Duda, S.I. Braileanu, R. Kadar and V. Moldovan**, 2013. Behaviour of triticale cultivars in the yield trials at ARDS Turda (2011 and 2012). *Research Journal of Agricultural Science*, 45(3), 162-168.
44. **Rakaščan, N., G. Dražić, L. Živanović,J. Ikanović, Z. Jovović, M. Lončar, R. Bojović and V. Popović**, 2019. Effect of genotypes and locations on wheat yield components. *Agriculture & Forestry*, 65(1), 233-242.
45. **Reynolds, M., M. J. Foulkes, G. A. Slafer, P. Berry, M. A. J. Parry, J. W. Snape and W. J. Angus**, 2009. Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(7), 1899-1918, https://doi.org/10.1093/jxb/erp016
46. **Reynolds, M.P., A. Pask, A. Torres, P. Chavez, G. Molero, P. Figueroa, E. Solis, N. Barma, O.I. Joarder, I.K. Kalappanavar, S.V.P. Sukaru, R. Dhari, G.P. Singh, V.S. Sohu, G.N. Raj1, M.Y. Mujahi, R. Ward, M.R. Jalal-Kamali, Z. He, M.G. Mossad, I. Sharma, R. Chatrath, G.S. Mavi, V.K. Mishra, B. Arun, M. Hussain, N.R. Guatam, N.C.D. Barma, A. Firoz Ahmad, M. Rahman, Dr. G. Ahmad and A.K. Joshi**, 2014. Pre-Breeding for yield potential: Results of the 1st and 2nd WYCYT. In: Proceedings of the 4th International Workshop of the Wheat Yield Consortium, CENEB, CIMMYT, Cd. Obregon, Sonora, Mexico (24-25th March, 2014), 44-52.
47. **Sechnyak, L.K. and Yu.G. Sulima**, 1984. Triticale. Moscow, Kolos (Ru).
48. **Sinclair, T.R. and P.D. Jamieson**, 2006. Grain number, wheat yield, and bottling beer: An analysis. *Field Crops Research*, 98, 60-67.
49. **Sadeghzadeh, B., R. Mohammadi, M. Mohammad-Fam and F. Bassi**, 2017. Agro-morphological variability in Iranian durum wheat landraces under highland cold rainfed conditions. In: Proceedings 13th International Wheat Genetics Symposium, April 23-28, 2017, Tulln, Austria, 303.
50. **Santiveri, F., C. Royo and I. Romagosa**, 2004. Growth and yield responses of spring and winter triticale cultivated under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 20, 281-292.
51. **Schwarte, A.J., L.R. Gibson, D.L. Karlen, P.M. Dixon, M. Liebman and J.L. Jannink**, 2006. Planting date effects on winter triticale grain yield and yield components. *Crop Science*, 46, 1218-1224.

52. **Simane, B., P.C. Struik, M.M. Nachit and J.M. Peacock**, 1993. Onto-genetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica*, 71, 211-219.
53. **Slafer, G.A., D.F. Calderini and D.J. Miralles**, 1996. Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential. In: M.P. Reynolds, S. Rajaram and A. McNab (eds.), In: Proceedings of a Workshop Held in Ciudad Obregon, Sonora, Mexico, March, 1996, pp. 101-133.
54. **Slafer, G.A.**, 2007. Physiology of Determination of Major Wheat Yield Components. In: Buck H.T., Nisi J.E., Salomón N. (eds) Wheat Production in Stressed Environments. *Developments in Plant Breeding*, vol 12. Springer, Dordrecht
55. **Stoyanov, H. and V. Baychev**, 2016. Assessment of Yield Components Stability and Plasticity in Bulgarian Triticale (×*Triticosecale* Wittm.) Cultivars. *Scientific works of Institute of Agriculture – Karnobat*, (in press)
56. **Stoyanov, H.**, 2017. Yield structure and component analysis of the spicies x*Triticum toschevii* H.P.St. *Science & Research*, 1(2), 9-20.
57. **Stoyanov, H., 2018**. Reacton of Triticale (x*Triticosecale* Wittm.) to Abiotic Stress. PhD Thesis, General Toshevo, Bulgaria (Bg).
58. **Szemplinski, W. and B. Dubis**, 2012. Response of winter triticale cultivar Moderato to sowing time and density in North-East Poland. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 11(2), 73-83.
59. **Tsenov, N., D. Atanasova and T. Gubatov**, 2013. Genotype x environment effects on the productivity traits of common wheat. I. Nature of interaction. *Scientific works of Institute of Agriculture – Karnobat*, 2(1), 57-70 (Bg).
60. **Tsenov N., D. Atanasova, M. Nankova, A. Ivanova, E. Tsenova, P. Chamurliiski and G. Raykov**, 2014. Approaches for grading breeding evaluation of winter wheat varieties for grain yield. *Scientific works of Institute of Agriculture – Karnobat*, 3(1), 21-35 (Bg).
61. **Tsenov, N. and D. Atanasova**. 2013. Influence of environments on the amount and stability of grain yield in modern winter wheat cultivars I. Interaction and degree of variability. *Agricultural Sceince and Technology*, 5(2), 153-159
62. **Tsenov, N. and D. Atanasova**, 2015. Influence of environments on the amount and stability of grain yield in the modern winter wheat cultivars. II. Evaluation of each variety*. Bulg. J. Agric. Sci.*, 21, 1128-1139
63. **Tsenov, N., T. Gubatov, G. Raykov, A. Ivanova and P. Chamurliiski**, 2017. New approaches for evaluation the grain yield of winter wheat in contrasting environments. *International Journal of Current Research*, 9(1), 44487-44495.
64. **Tsvetkov, S.**, 1989. Triticale. Zemizdat, 126p.
65. **Tuulos, A., M. Turakainen, J. Kleemola and P. Makela**, 2015. Yield of spring cereals in mixed stands with undersown winterturnip rape. *Field Crops Research*, 174, 71-78.
66. **Villegas, D., J. Casadesus, S.G. Atienza, V. Martos, F. Maalouf, F. Karam, I. Aranjuelo and S. Nogues**, 2010. Tritordeum, wheat and triticale yield components under multi-local mediterranean drought conditions. Field Crops Research, 116, 68-74.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (4), 153-162 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на гъстотата на посева върху добива на царевични хибриди от групи на зрялост ФАО 300-400 и ФАО 400-500

Люба Глогова*, Монко Нанков

Институт по царевицата, 5835 Кнежа, България

Influence of Crop Density on the Yield of Maize Hybrids from Maturity Groups FAO 300-400 and FAO 400-500

Luba Glogova*, Monko Nankov

Maize Research Institute, 5835 Knezha, Bulgaria
**E-mail: lubaglogova@abv.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено в опитното поле на Институт по царевицата - Кнежа за периода 2016-2018 г. Обект на изследване са следните хибриди: Кн-307 и Кн-310 от група 300-400 по ФАО и гъстоти 6500 p/da; 7000 p/da и 7500 p/da; Кн-435 и Кн-442 от група 400-500 по ФАО и гъстоти 6000 p/da, 6500 p/da и 7000 p/da. Извършена е основна обработка на почвата – дълбока оран на 23-25 cm. През пролетта двукратно култивиране с брануване на 10-12 и 6-8 cm. Торене с комбиниран тор $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 25 kg/da през есента. През пролетта торене с амониева селитра - 30 kg/da след първо култивиране. През вегетацията двукратно окопаване. Установено е, че през годините 2016-2018 на извеждане на опита за развитието на царевичните хибриди: Кн-307, Кн-310, Кн-435 и Кн-442 най-благоприятна е 2017 г. За хибрид Кн-307 и Кн-310 най-високи резултати са получени при гъстота 7500 p/da, съответно 957,60 kg/da и 988,60 kg/da. Максималната продуктивност средно от трите години на опита е 812,97 kg/da за първия и

SUMMARY

The study was conducted in the experimental field of the Institute of maize - Knezha for period 2016-2018. The object of study are the following hybrids: Kn-307 and Kn-310 from group 300-400 respectively to FAO and densities: 6500 n/da; 7000 n/da and 7500n/da; Kn-435 and Kn-442 from group 400-500 respectively to FAO and densities: 6000 n/da; 6500 n/da and 7000 n/da. Basic tillage has been carried out-deep plowing at 23-25cm. In the spring double cultivation with harrowing of 10-12 cm and 6-8cm. Fertilization with combined fertilizer $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 25 kg/da in the autumn. In the spring fertilization with ammonium nitrate – 30 kg/da after the first cultivation. During the vegetation double hoeing. It was found that in the years 2016-2018 of the experiment for the development of maize hybrids Kn-307; Kn-310; Kn-435 and Kn-442 the most favorable is 2017. For hybrid Kn-307 and Kn-310 the highest results were obtained at a density of 7500n/da respectively 957,60 kg/da and 988,60kg/da. The maximum productivity on average from the three years of experience is 812,97 kg/da for the first

931,53 kg/da за втория хибрид. При отглеждане на царевицата с гъстота 7000 р/da от хибрид Кн-435 е получен максимален добив 968,20 kg/da, а от Кн-442 той е 972,60 kg/da. При същата гъстота средно за периода на проучване реализираните продуктивни възможности са най-високи: 888,77 kg/da за Кн-435 и 831,07 kg/da за Кн-442.

Ключови думи: царевица, хибриди, гъстоти, добив, групи на зрялост

and 931,53 kg/da for the second hybrid. When growing maize with a density of 7000 n/da from a hybrid Kn-435 a maximum yield of 968,20kg/da was obtained and from Kn-442 it was 972,60 kg/da. At the same density on average for the study period the realized productive opportunities are the highest: 888,77 kg/da for Kn-435 and 831,07 kg/da for Kn-442.

Key words: maize, hybrids, densities yield, groups of maturity

УВОД

Биологическите особености на царевицата позволяват тя да се отглежда в почти всички райони на света (Tomov, 1997; Popov, 2000). У нас за голяма част от страната температурните условия са благоприятни за отглеждането й, но ограничаващ фактор обикновено са валежите, поради което те са от решаващо значение (Kiryakov and Gyurova, 1969; Zarkov, 2001).

Интересът към царевицата се базира на нейната широка и разнообразна употреба не само като фураж за селскостопанските животни, но и в редица производства на хранително-вкусовата и химическата промишленост. В сравнение с останалите културни видове тя притежава един от най-богатите резерви на генетични ресурси, представен от разнообразни местни видове, адаптирани към специфични условия на околната среда и използвани от човека (Bunting, 1973; Stanev, 1980; Asafu, 1990; Abuzar et al, 2011; Pencheva, 2018).

Наличието на голям набор от хибриди, които науката предлага на практиката с различен период на вегетация дава възможност за най-ефективното им използване чрез тяхното комбиниране в една сортова структура в зависимост от почвените, климатичните и агротехнически фактори за отделните райони на страната (Angelov and Glogova, 2010). Сортовите особености, технологията и условията на отглеждане са от съществено значение

INTRODUCTION

The biological features of maize allow it to be grown in almost all regions of the world (Tomov, 1997; Popov, 2000). In our country for a large part of the country the temperature condition are favorable for its cultivation, but the limiting factor is usually the precipitation , wich is why they are crucial (Kiryakov and Gyurova, 1969; Zarkov, 2001).

The interest maize is based on its wide variety of uses not only as fodder for farm animals but also in a number of industries of the food and chemical industries.

Compared to other cultural species, it has one of the richest reserves of genetic resources, represented by a variety of native species adapted to specific environmental conditions and used by humans (Bunting, 1973; Stanev, 1980; Asafu, 1990; Abuzar et al, 2011; Pencheva, 2018).

The presence of a large set of hybrids that science offers in practice with different vegetation periods allows for them in a varietal structure depending on soil climatic and agronomic factors for different regions of the country (Angelov and Glogova, 2010).

Varietal characteristics technology and growing conditions are essential for the development of the productive capabilities of plants and product quality (Stoyanov за проявление на продуктивните възможности на растенията и качеството на продукцията (Stoyanov and Tonev, 2001; Delibaltova et al, 2009; Shafi et al, 2012; Mandi and Ismail, 2015; Mandie et al, 2016).

Наложително е периодични изследвания върху продуктивността на новосъздадени признати и районирани хибриди царевица на тяхната добивност през отделните години и конкретните условия на отглеждане (Vulchinkov and Vulchinkova, 2001).

Целта на проучването е да се установи влиянието на гъстотата на посева върху добива на царевични хибриди от групи на зрялост ФАО 300-400 и ФАО 400-500.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в опитното поле на Институт по царевицата - Кнежа за периода 2016-2018 г. Обект на изследване са следните хибриди при съответната гъстота на сеитба:

1. Кн-307 и Кн-310 група 300-400 по ФАО и гъстоти 6500 р/da; 7000 р/da и 7500 р/da.
2. Кн-435 и Кн-442 група 400-500 по ФАО и гъстоти 6000 р/da; 6500р/da и 7000 р/da.

Извършена е основна обработка на почвата дълбока оран на 23-25 cm. През пролетта двукратно култивиране с брануване на 10-12 и 6-8 cm. Торене с комбиниран тор $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 25 kg/da през есента. Торене през пролетта с амониева селитра – 30 kg/da след първо култивиране. През вегетацията двукратно окопаване. Пръскане с хербициди срещу широколистни житни плевели с Гардоприм плюс голд – 400 ml/da след сеитба преди поникване на културата. Матон през вегетацията във фаза 5-6 лист – 110 ml/da. Използване на фунгициди и инсектициди срещу икономически важни болести и неприятели при необходимост. Проучени са показателите добив и гъстота на царевицата през периода на проучване.

and Tonev, 2001; Delibaltova et al, 2009; Shafi et al, 2012; Mandi and Ismail, 2015; Mandie et al, 2016).

Periodic studies on the productivity of newly created recognized and zoned maize hybrids of their yield over the years and the specific growing conditions (Vulchinkov and Vulchinkova, 2001).

The aim of the study was to determine the effect of crop density on the yield of maize hybrids from the FAO 300-400 and FAO 400-500 maturity groups.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the experimental field of the Institute of maize - Knezha for the period 2016-2018. The object of study are following hybrids at the appropriate sowing density:

1. Kn-307 and Kn-310 group 300-400 according to FAO and densities 6500 n/da; 7000 n/da and 7500 n/da.
2. Kn-435 and Kn-442 group 400-500 according to FAO and densities 6000 n/da; 6500 n/da and 7000 n/da.

The main tillage of the soil was deep plowing at 23-25cm. In the spring double cultivation with harrowing of 10-12 and 6-8cm. Fertilization with combined fertilizer $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 25kg/da in the autumn. Fertilizations in the spring with ammonium nitrate – 30kg/da after the first cultivation. During the vegetation double hoeing. Spraying herbicides against deciduous wheaten weeds with Gardoprim plus gold – 400ml/da after sowing before germination in phase 5-6 leaves – 110ml/da.

Use of fungicides and insecticides against economically important diseases and pests if necessary. Yield and crop density indicators were investigated during the study period.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При отглеждане на хибрид Кн-307 с гъстота на посева 6500 р/da най-висок добив 785,60 kg/da е получен през 2017 г. (Таблица 1). Този резултат превишава с 89,60 kg/da реализирания среден добив за периода на проучването 2016-2018 г. Изразено в процент превишението е 12,87%. Най-нисък резултат 576,40 kg/da от проучвания хибрид е установен през третата експериментална година. Той е по-малък с 119,60 kg/da спрямо получения среден добив. Аналогични са данните получени при отглеждане на хибрид Кн-307 с гъстота 7000 р/da. И при този вариант най-благоприятна за царевицата е втората година от извеждане на опита. Стойността на реализирания добив от хибрида – обект на изследване е 877,10 kg/da. Той е в повече с 135,57 kg/da от този, получен средно за трите години на експерименталната работа. Максималната продуктивност на царевичния хибрид Кн-307 е 877,10 kg/da, а минималната е 590,50 kg/da съответно за 2017 и 2018 г. Разликата между тях е 286,60 kg/da. Изразена в процент тя е 48.5%. От данните в таблицата се установява, че и при гъстота 7500 р/da отново с най-висок добив 957,60 kg/da се отличава втората година на опита. На второ място се нарежда първата година с 825,90 kg/da и на трето с 655,40 kg/da е последната година на опита. Средно за периода на изследването продуктивните възможности на посочения хибрид Кн-307 се характеризира с резултат от 812,97 kg/da. Тази стойност се превишава с 144,63 kg/da от получената максимална величина. Размахът на получения добив на хибрид Кн-307 е 302,20 kg/da. От проучваните гъстоти, при които е отглеждана царевицата най-висока продуктивност е установена при 7500 р/da с максимален добив 957,60 kg/da. Този резултат е реализиран през 2017 г., която се е оказала и най-благоприятна за развитието на царевичния хибрид Кн-307.

RESULTS AND DISCUSSION

When growing a hybrid Kn-307 with a crop density of 6500n/da the highest yield of 785,60kg/da was obtained in 2017 (Table 1). This result exceeds by 89,60 kg/da the realized average yield for the period of the study 2016-2018. Expressed as a percentage the excess is 12.87%. The lowest result of 576,40 kg/da from the studied hybrid was found in the third experimental year. It is lower by 119,60 kg/da compared to the obtained average yield. The data obtained during the cultivation of a hybrid Kn-307 with a density of 7000 n/da, are similar. And in this variant the most favorable for maize is the second year of the experiment.

The value of the realized yield from the hybrid – object of study is 877,10 kg/da. It is more by 135,57 kg/da than the average obtained for the three years of the experimental work. The maximum productivity of the maize hybrid Kn-307 is 877,10 kg/da and the minimum is 590,50 kg/da respectively for 2017 and 2018. The difference between them is 286,69 kg/da. From the data in the table it is established that even at a density of 7500 n/da again with the highest yield of 957,60 kg/da the second year of the experiment is characterizes. In second place is the first year with 825,90 kg/da and in third place with 655,40 kg/da is the last year of the experiment. On average for the period of the research the productive possibilities of the indicated hybrid Kn-307 are characterized by a, result of 812,97 kg/da. This value is exceeded by 144,63 kg/da of the obtained maximum value. The amplitude of the obtained yield of hybrid Kn-307 is 302,20 kg/da. Of the studied densities at which maize was grown the highest productivity was found at 7500 n/da with a maximum yield of 957,60 kg/da. This result was realized in 2017 which turned out to be the most favorable for the development of the maize hybrid Kn-307.

Таблица 1. Добив зърно kg/da от хибриди Кн-307 и Кн-310 по години и средно за периода 2016-2018 г.
Table 1. Grain yield kg/da from hybrids Kn 307 and Kn 310 by years and average for the period 2016-2018

Години Years	**Кн-307**			**Кн-310**		
	6500 p/da	7000 p/da	7500 p/da	6500 p/da	7000 p/da	7500 p/da
2016	726,00	757,00	825,90	744,00	775,10	825,00
2017	785,60	877,10	957,60	859,80	921,40	988,60
2018	576,40	590,50	655,40	888,30	936,10	981,40
Средно Average	**696,00**	**741,53**	**812,97**	**830,70**	**877,53**	**931,53**

Следващият хибрид от тази група на зрялост ФАО 300-400 е Кн-310. Той е отглеждан при същите варианти, както и хибрид Кн-307. Анализирайки данните в Таблица 1 се установява, че при гъстота 6500 p/da най-благоприятна за развитието на царевицата е третата година на опита. Получения през тази година добив е най-висок. Неговата числена стойност е 888,30 kg/da. Този резултат превишава с 57,60 kg/da получената средна величина. Изразено в процент то е 6,9%. Най-нисък добив от проучвания хибрид е установен през първата експериментална година, съответно 744,00 kg/da. Амплитудата на продуктивните възможности на царевицата се изразява с добив от 144,30 kg/da. Увеличаването на гъстотата на посева от 6500 p/da на 7000 p/da оказва влияние върху потенциалната реализация на проучвания хибрид. И през трите години на опита получените добиви от царевицата са по-високи спрямо по-малката гъстота. Отново най-благоприятна за развитието на хибрид Кн-310 е 2017 г., през която е получен и най-висок добив 936,10 kg/da. Той превишава с 58,57 kg/da този получен средно от трите години на опита. Разликата между максималните величини на добива на царевицата, отглеждана при 6500 p/da и 7000 p/da е 47,80 kg/da и е в полза на по-голямата гъстота. Анализирайки получените резултати се установява, че при гъстота на посева 7500 p/da получения добив от царевицата варира от 825,00 kg/da до 988,60

The next hybrid from this group of maturity FAO 300-400 is Kn-310. It was grown in the same variant as the hybrid Kn-307. Analyzing the data in Table 1 it was found that at a density of 6500 n/da most favorable for the development of maize is the third year of experience. The yield obtained this year is the highest. Its numerical value is 888,30 kg/da. This result exceeds the obtained average value by 57,60 kg/da. Expressed as a percentage it is 69%. The lowest yield of the studied hybrid was found in the first experimental year, respectively 744,00 kg/da. The amplitude of the productive possibilities of the maize is expressed with a yield of 144.30 kg/da.

The increase of the crop density from 6500 n/da to 7000 n/da has an influence on the potential realization of the studied hybrid. In all three years of experience the yields obtained from maize were higher compared to the lower density. Again, the most favorable for the development of hybrid Kn-310 is 2017 during which the highest yield of 936.10 kg/da was obtained. It exceeds by 58.57 kg/da the one obtained on average from the three years of experience. The difference between the maximum yields of maize grown at 6500 n/da and 7000 n/da and is in favor of higher density.

Analyzing the obtained results it is established that at a sawing density of 7500 n/da the yield of maize varies from 825.00 kg/da to 988.60 kg/da respectively kg/da, съответно за 2016 и 2017 г. Средно от трите години на опита продуктивните възможности на хибрид Кн-310 се изразяват с числената стойност от 931,67 kg/da. Този резултат е по-малък с 56,93 kg/da в сравнение с максималната величина. Динамиката на изменение от минималната до максималната продуктивност на хибрид Кн-310 е 163,60 kg/da. При нарастване на гъстотата от 6500 р/da на 7000 р/da получения среден добив се увеличава с 46,83 kg/da. При разлика от 1000 р/da добива нараства с 100,97 kg/da. За периода на изследване средната продуктивност на хибрид Кн-310 е по-висока с 54,00 kg/da при 7500 р/da, в сравнение с тази при 7000 р/da.

for 2016 and 2017. On average from the three years of experience the productive capabilities of hybrid Kn-310 are expressed by the numerical value of 931.67 kg/da. This result is lower by 56.93kg/da compared to the maximum value. The dynamics of change from the minimum to the maximum productivity of the hybrid Kn-310 is 163.60 kg/da. With an increase in the density from 6500 n/da to 7000 n/da, the obtained average yield increases by 46.83 kg/da. With a difference of 1000 n/da, the yield increases by 100.97 kg/da. For the study period, the average productivity of hybrid Kn-310 was higher by 54.00 kg/da at 7500 n/da, compared to 7000 n/da.

Таблица 2. Добив зърно kg/da от хибриди Кн-435 и Кн-442 по години и средно за периода 2016-2018 г.

Table 2. Grain yield kg/da from hybrids Kn 435 and Kn 442 by years and average for the period 2016-2018

Години Years	**Кн-435**			**Кн-442**		
	6000 р/da	6500 р/da	7000 р/da	6000 р/da	6500 р/da	7000 р/da
2016	750,80	777,10	799,50	595,50	653,70	697,80
2017	839,30	924,00	968,20	834,80	906,60	972,60
2018	803,80	847,50	898,60	704,60	767,70	822,80
Средно Average	**797,80**	**849,53**	**888,77**	**711,63**	**776,00**	**831,07**

На Таблица 2 са представени данни за продуктивните възможности на хибриди Кн-435 и Кн-442 от група на зрялост ФАО 400-500. При гъстота на посева 6000 р/da от хибрид Кн-435 най-висок добив е получен през втората експериментална година. Неговата числена стойност е 839,30 kg/da. На второ място се нарежда 2018 г. и на трето 2016 г. През тези години от проучвания хибрид реализирания добив съответно е 803,80 kg/da и 750,80 kg/da. Средно от трите години на опита продуктивните възможности на царевицата се изразяват с резултат от 797,80 kg/da. Тази величина се превишава с 41,50 kg/da от максималния потенциал на проучвания хибрид. Разликата от 88,15 kg/da между максималната и минималната стойност на добива показва, че

Table 2 presents data on the productive potential of hybrid Kn-435 and Kn-442 from the maturity group FAO 400-500. At a seed density of 6000n/da of hybrid Kn-435 the highest yield was obtained in the second experimental year. Its numerical value is 839,30 kg/da. In second place is 2018 and third in 2016.

During these years of the studied hybrid the realized yield is 803,80 kg/da and 750,80 kg/da respectively. On average from the three years of experience, the productive potential of maize is expressed with a result of 797,80 kg/da. This value is exceeded by 41,50 kg/da of the maximum potential of the studied hybrid. The difference of 88,15 kg/da between the maximum and minimum value of yield shows that the conditions for growing условията на отглеждане на царевицата през 2017 г. са по-благоприятни от тези на 2016 г. Подобна тенденция на изменение на добива се установява и при гъстота на посева 6500 р/da. Отново най-висока продуктивност от царевичния хибрид Кн-435 е получена през 2017 г. Реализирания през тази година добив е 924,00 kg/da. Той превишава с 74,47 kg/da получения среден добив от трите години на опита. Изразено в процент то е 8,77%. Амплитудата на изменение на добива е 146,90 kg/da. При гъстота 7000 р/da реализирания добив на зърно от хибрид Кн-435 варира в границите от 799,50 kg/da за 2016 г. до 968,20 kg/da за 2017 г. Увеличението в резултат от условията на годината е 168,70 kg/da. Средно от трите години на проучването продуктивните възможности на царевицата се изразяват с числената стойност от 888,77 kg/da. През първата година увеличаването на добива в резултат на гъстотата на посева е 26,30 kg/da и 48,70 kg/da съответно за 6500 р/da и 7000 р/da. През втората година по-малката гъстота от 6500 р/da увеличава добива с 84,70 kg/da, а тази от 7000 р/da с 128,90 kg/da. През третата експериментална година получената разлика в добива за гъстотата 6500 р/da е 44,20 kg/da, а при 7000 р/da тя е 95,30 kg/da. През първата година при гъстота 6000 р/da от хибрид Кн-442 е получен добив от 595,50 kg/da. През следващата година, която се очертава като по-благоприятна добива се увеличава с 239,30 kg/da. Изразено в процент увеличението е 40.2%. През третата година добива намалява на 704,60 kg/da, но е в повече със 109,10 kg/da спрямо първата експериментална година. Средно от трите години на опита реализираната продуктивност на хибрид Кн-442 е 711,63 kg/da. Тя е по-малка с 123,17 kg/da в сравнение с получения максимален добив. Изразено в процент тя е 17,31%. Подобна закономерност на изменение на получените резултати се

maize in 2017 are more favorable than those of 2016. A similar trend of change in yield is found at a crop density of 6500 n/da. Again the highest productivity of the maize hybrid Kn-435 was obtained in 2017.

The yield realized this year is 924,00 kg/da. It exceeds by 74,47 kg/da the average yield obtained from the three years of experience. Expressed as a percentage it is 8.77%. The amplitude of change in yield is 146,90 kg/da.

At a density of 7000 n/da the realized grain yield from hybrid Kn-435 varies in the range of 799,50 kg/da for 2016 to 968,20 kg/da for 2017. The increase as a result of the conditions of the year is 168,70 kg/da. On average from the three years of the study the productive potential of maize is expressed by the numerical value of 888,77 kg/da. In the first year the increase of the yield as a result of the density of the sowing is 26,30 kg/da and 48,70 kg/da respectively for 6500n/da and 7000 n/da. In the second year the lower density of 6500 n/da increases the yield by 84,70 kg/da and that of 7000n/da by 128,90 kg/da. In the third experimental year the obtained difference in the yield for density 6500 n/da is 44,20 kg/da and at 7000 n/da it is 95,30 kg/da.

In the first year at a density of 6000 n/da of hybrid Kn-442 a yield of 595,50 kg/da was obtained. In the next year which is characterizes as a more favorable yield it increases by 239,30 kg/da.

The percentage increase is 40.2%. In the third year the yield decreased to 704,60 kg/da but was higher by 109,10 kg/da compared to the first experimental year. On average from the three years of experience, the realized productivity of the hybrid Kn-442 is 711,63 kg/da. It is smaller maximum yield. Expressed in percentage it is 17.31%. A similar pattern of change of the obtained results is established at a density of 6500n/da. The установява и при гъстота 6500 р/da. Реализираният добив зърно от царевичния хибрид Кн-442 варира в диапазон от 653,70 kg/da до 906,60 kg/da, съответно за първата и втората година на опита. Разликата между двете стойности е 252,90 kg/da. От данните в таблицата се вижда, че максималната продуктивност на царевицата от 2017 г. превишава със 130,60 kg/da получената средна величина. При гъстота 7000 р/da варирането на добива по години е подобно на този получен от по-малките гъстоти от 6000 р/da и 6500 р/da. Най-нисък добив 697,80 kg/da е получен през 2016 г. Той е по-малък с 133,27 kg/da в сравнение с получената средна величина. През следващата 2017 г. от хибрид Кн-442 е реализирана най-висока продуктивност. Нейната числена стойност е 972,60 kg/da. Тя превишава с 141,53 kg/da, или 17.03% средния добив от трите години на опита. За същата година увеличаването на гъстотата на посева от 6000 р/da на 6500 р/da и 7000 р/da увеличава добива на проучвания хибрид, съответно с 71,80 kg/da и 137,80 kg/da.

realized grain yield from the maize hybrid Kn-442 varies in the range from 653,70 kg/da to 906,60 kg/da, respectively for the first and second year of the experiment.

The difference between the two values is 252,90 kg/da. The data in the table shows that the maximum productivity of maize from 2017 exceeds by 130,60 kg/da the obtained the variation of the yield by years is similar to that obtained from the lower densities of 6000 n/da and 6500 n/da.

The lowest yield of 697,80 kg/da was obtained in 2016. It is smaller by 133,27 kg/da compared to the obtained average value. In the next 2017 the highest productivity was a realized from the hybrid Kn-442.

Its numerical value is 972,60 kg/da. It exceeds by 141,53 kg/da or 17.03% the average yield of the three years of experience. For the same year the increases the yield of the studied hybrid respectively by 71,89 kg/da and 137,80 kg/da.

ИЗВОДИ

- През годините 2016-2018 на извеждане на опита за развитието на царевичните хибриди: Кн-307, Кн-310, Кн-435 и Кн-442 най-благоприятна е 2017 г.
- За хибриди Кн-307 и Кн-310 най-високи резултати са получени при гъстота 7500 р/da, съответно 957,60 kg/da и 988,60 kg/da. Максималната продуктивност средно от трите години на опита е 812,97 kg/da за първия и 931,67 kg/da за втория хибрид.
- При отглеждане на царевицата с гъстота 7000 р/da от хибрид Кн-435 е получен максимален добив 968,20 kg/da, а от Кн-442 той е 972,60 kg/da. При същата гъстота за периода на проучване реализираните продуктивни възможности са най-високи: 888,77 kg/da за Кн-435 и 831,07 kg/da за Кн-442.

CONCLUSIONS

- In the years 2016-2018 of the experiment for the development of maize hybrids: Kn-307; Kn-310; Kn-435 and Kn-442 the most favourable is 2017.
- For hybrids Kn-307 and Kn-310 the highest results were obtained at a density of 7500 n/da, respectively 957,60 kg/da and 988,60 kg/da. The maximum productivity on average from the three years of experience is 812,97 kg/da for the first and 931,67 kg/da for the second hybrid.
- When growing maize with a density of 7000 n/da from a hybrid Kn-435 a maximum yield of 968,20 kg/da was obtained, and from Kn-442 it was 972,60 kg/da. At the same density for the study period the realized productive possibilities are the highest: 888,77kg/da for Kn-435 and 831,07 kg/da for Kn-442.

БЛАГОДАРНОСТИ

Участието в конференцията е финансирано от Националната научна програма (ННП) „ Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот” на Министерството на образованието и науката (МОН).
https:// www.mon.bg/bg/58

ACKNOWLEDGEMENTS

Participation in the conference is finance by the National Research Program (NRP) ‘’Healthy Foods for a Strong Bio-economy and Quality of life” of the Ministry of Education and Science - MES. https:// www.mon.bg/bg/58

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abuzar, M. R., G. U. Sadozai, M. S. Baloch, A. A. Baloch, I.H. Shan, I. Javdid and N. Husain**, 2011. Effect of Plant Population Densities on Yield of Maize. *Journal of Animal and Plant Science*, 21(4), 692-695 (PK).
2. **Angelov, K.**, 1994. Research on the Varietal Structure of Maize. *Plant Science*, 31(9-10), 64-66 (Bg).
3. **Angelov, K. and St. Vulchinkov**, 2009. Study on Some Economic Qualities of Maize Hybrids from Different Groups. II. Productivity of Hybrids. *Plant Science*, 46(5), 408-411 (Bg).
4. **Angelov, K. and L. Glogova**, 2010. Study of the Dependence of Grain Yield on Meteorogical Conditions and the Maturity Group of Recognized Maize Hybrids. *Plant Science*, 47(6), 524-527 (Bg).
5. **Asafu-Agyei, J. N.**, 1990. Effect of Plant Density on the Field of Maize (*Zea mays* L.) in Ghana. *Ghana, J. Agris. Sci.*, 20-23; 85-91 (GH).
6. **Bunting, E. S.**, 1973. Plant Density and Yield of Grain Maize in England. *J. Agris. Sci.*, (Cambridge), 81, 455-463.
7. **Delibaltova, V., T. Tonev and I. Zhelyazkov**, 2009. Influence of Crop Density on the Productivity of Maize Hybrids, for Grain Grown under Irrigated Conditions in the Region of Plovdiv. *Plant Science*, 46(5), 412-416 (Bg).
8. **Kiryakov, K. and M. Gyurova**, 1969. Maize V: Soil-climatic Zoning of the Main Field Crops. BAS, Sofia, pp. 94-100 (Bg).
9. **Mandi, A. H.A. and S. K. A. Ismail**, 2015. Maize Productivity as Affected by Plant Density and Nitrogen Fertilizer. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Tamilnadu, India, 4(6), 870-877 (IN).
10. **Mandic, V., Z. Bijelic, V. Krnjaja, Z. Tomic, A. Stanojkovic-Sebic., A. Stanojkovic and V. Caro-Petrovic**, 2016. The Effect of Crop Density on Maize Grain. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32 (1), 83-90 (Sr)
11. **Pencheva, A.**, 2008. Analysis of Some Quantitative in Local Populations of Maize. *Plant Science*, 55(5), 16-21 (Bg).
12. **Popov, A.**, 2000. Highly Productive Bulgarian Maize Hybrids. *Journal Agriculture*, 3, 3-4 (Bg).
13. **Shafi, M., J. Bakht, S. Ali, H. Khan, M. A. Khan and M. Sharif**, 2012. Effect of Planting Density on Phenology Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Botany*, Karachi, 44(2), 691-696 (PK).
14. **Stanev, I.**, 1980. Effect of Crop Density in Maize. Basic Regularities, Abstract, Plovdiv (Bg).

15. **Stoyanov, I. and T. Tonev**, 2001. Productivity of Maize Hybrids from Different Groups of Maturity for the Conditions of the City of Ruse, Collection of Reports DZI - G. Toshevo, II, 542-546 (Bg).
16. **Tomov, N.**, 1997. Maize. History, Distribution, Achievements, Perspectives. Academic Publishing House, Prof. Marin Drinov (Bg).
17. **Vulchinkov, St. and P. Vulchinkova**, 2001. Productive Capabilities and Adaptive Ability of Original and with Modified Formulas Maize Hybrids. Jubilee session 50 years DZI, vol.1, 199-204 (Bg).
18. **Zarkov, B.**, 2001. Influence of Metrological Conditions on Grain Yield from Maize Grown under Non-irrigated Conditions. *Plant Science*, 38(5-6), 208-212 (Bg).