Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (3), 64-79 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на метеорологичните условия върху усвояването на някои микроелементи от зимна пшеница
Първо съобщение

Микола Мирошниченко[1]*, Анастасия Звонар[1], Иван Пачев[2]

[1]Национален научен център „Институт по почвознание и агрохимични изследвания "О.Н. Соколовски“, 61024 Харков, Украйна
[2]Институт по лозарство и винарство, ул. Кала тепе 1 5800 Плевен, България

Micronutrients Consumption in Different Varieties of Winter Wheat in Contrast Weather Conditions
First Announcement

Mykola Miroshnychenko[1]*, Anastasiia Zvonar[1], Ivan Pachev[2]

[1]National Scientific Center “Institute for soil science and agrochemistry research named after O.N. Sokolovsky”, 61024 Kharkiv, Ukraine
[2]Institute Viticulture and Enology, 1, Kala Tepe str. 5800 Pleven, Bulgaria
**E-mail: ecosoil@meta.ua*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Изследването сравнява натрупването на микроелементи в надземната част на зимна пшеница след пролетна вегетация на посевите в години с контрастни метеорологични условия. Зимната пшеница е отглеждана върху глинест чернозем в естествен горско степен район на Украйна. През 2018 г. настъпва суша в края на фаза поникване на стъблото до фаза цъфтеж, през 2019 г. - от фаза цъфтеж до етап на восъчна зрялост. Изследвани са четири сорта, които са признати за национален стандарт на Украйна и 8 разновидности на европейски сортове.

Наблюдава се много висока концентрация на Mn, Cu и най-вече Co в растенията, когато сушата съвпада с фаза удължаване на стеблата-цъфтеж. В резултат на това, съдържанието на Cu, Mn в зърното през 2018 е леко пови-

SUMMARY

The research has focused on the comparison micronutrients accumulation in the aboveground part of wheat winter after spring renewal of vegetation in years with contrasting weather conditions. Winter wheat was growing on Chernozem Haplic Loamic in the Forest-Steppe nature zone of Ukraine. In 2018 drought was occurred from the end of tillering to anthesis, in 2019 – from anthesis to the middle of grain ripening stage. Four varieties that are recognized as national standards of Ukraine and 8 varieties of European breeding were studied.

A very high concentration of Mn, Cu, and, especially, Co in plants were occur when drought coincided with stem elongation-anthesis stages. As a result, the content of Cu, Mn in grain in 2018 were slightly higher than in 2019, and Mn, шено, отколкото през 2019, а съдържанието на Mn и Co е по-високо в сламата.

Най-големи разлики в консумацията на микроелементи между сортовете са били в периодите със стресови метеорологични условия. Групи сортове зимна пшеница от европейски и украински произход показват разлики в консумацията на микроелементи. Европейските сортове имат по-високо ниво на усвояване на манган по време на развитието на растенията и в зърното и сламата. Украинските сортове са с по-високо ниво на потребление на Zn. Натрупването на желязо в тъканите на зимната пшеница е по-високо за европейските сортове във фаза на удължаване на стъблото, а за украинските сортове - във фаза на цъфтеж.

Най-специфично съдържание на микроелементи в зърното е забелязано при Co (51 %), а най-незначително при Mn. Въпреки това, нито един сорт не показва едновременно натрупване на всички микроелементи (Fe, Mn, Zn, Cu и Co) в зърното.

Ключови думи: зимна пшеница, микроелементи, сортове, метеорологични условия

Co in straw – substantially higher.

The most differences in micronutrients consumption between varieties were in periods with stressful weather conditions. Groups of winter wheat varieties of European and Ukrainian breeding have shown differences in micronutrients consumption. European varieties had higher level of manganese uptake during plant development, and in grain and straw. Ukrainian varieties are inherent more high level of Zn consumption. Accumulation of iron in tissues of winter wheat was higher for European varieties at the stem elongation stage, and for Ukrainian varieties – at the anthesis.

The most variety's specificity of grain micronutrient content was occurring for Co (51 %), and the least specificity – for Mn. However, any variety did not have the most accumulation of all micronutrients (Fe, Mn, Zn, Cu, and Co) in grain simultaneously.

Key words: winter wheat, micronutrients, varieties, drought, weather conditions

УВОД

Зимната пшеница заема едно от първите места в структурата на културите на много държави. Въпреки, че е отглеждана хиляди години, добивите на пшеница на съвременните сортове продължават да се увеличават поради напредъка на селекцията, технологиите на отглеждане и други фактори (Maeoka and Lollato, 2018). Според Curtis и Halford (2011), средното ниво на добив на зърно във Великобритания се е увеличило от 3.5-4.5 t/ha през 1961-71 на 7.0-8.3 t/ha през 2001-2011. През 1955-2005 г. относителното годишно увеличение на добива от 24 сорта пшеница, най-често срещани в Сърбия, е 0.62% (Mladenov et al., 2011). В периода между 1996-2000 и 2011-2015 г. темпът на растеж на добива в Украйна и Русия е

INTRODUCTION

Winter wheat holds one of the first places in the crop structure of many countries. Despite many thousands years of wheat cultivating, a yield of modern varieties continue to increase all the time due to progress in breeding and other factors (Maeoka and Lollato, 2018). As Curtis and Halford (2011) have shown the average level of grain yield in UK has increased from 3.5-4.5 t/ha in 1961-71 to 7.0-8.3 t/ha in 2001-2011.

During 1955-2005 the relative annual genetic yield gains of 24 wheat varieties most common in Serbia, was 0.62% (Mladenov et al., 2011). In the period between 1996-2000 and 2011-2015, yield growth rates in Ukraine and Russia were the biggest in the world and reach to 44%

най-големия в света и достигат до 44% и съответно 41%. Въпреки че генетичните подобрения играят доминираща роля в повишаването на добива на зърно, то култивирането и климатичният фактор също влияят върху производителността на тази култура (Bons and Liefert, 2016). Очакваният недостиг на зърно в света предоставя мощен стимул за усъвършенстване на технологията за отглеждане на зимна пшеница. Понастоящем, разработването на култури с по-висок добив и повече хранителни вещества, устойчиви на климата, болести и вредители никога не е било по-наложително (Lozada, 2020). Можем да очакваме, че COVID-19 ще изостри всички тези предизвикателства.

Въпреки това, досега практиката на торене в много страни не отговаря на нуждите на съвременните високопродуктивни сортове. Най-вече, това се обяснява с бързия напредък в областта на растителната генетика и селекцията, но основната причина е липсата на експериментални данни. Благодарение на генетичните подобрения най-продуктивните сортове зимна пшеница имат високо ниво на усвояване и ремобилизация на азот (Barraclough et al., 2014). Hamner et al. (2017) отбелязват, че по-високата концентрация на N в леторастите на зимната пшеница са последвани от по-висока концентрация на няколко други хранителни вещества.

За съжаление, информацията за състава на хранителните микроелементи в леторастите, листата, зърното и сламата на зимната пшеница е твърде ограничена. При сравняване на микроелементния състав на 14 сорта червена твърда пшеница в две експериментални полета, Garvin et al. (2006) установиха, че генетичните подобрения в САЩ доведоха до намаляване на концентрацията на Fe, Zn Se в зърното, въпреки че добивите се увеличават. Svecnjak et al. (2013) посочват положителна зависимост между добива и съдържанието на Mn, Zn, Cu Fe в зърното

and 41 % responsively However, although genetic improvements play the dominant role in the rising of grain yield but cultivar practice and climatic factor affect a productivity of this crop too (Bons and Liefert, 2016).

The expected grain shortages in the world providing a powerful incentive for improvement of winter wheat growing technology. Currently, the development of higher yielding, climate resilient, disease- and pest-resistant, and more nutritious crops has never been more urgent (Lozada, 2020). We might to expect that COVID-19 will exacerbate all these challenges.

However, till now fertilizing practice in many countries does not meet the needs of modern high-productive varieties. Particularity, this is explained by the fast progress in the field of genetics and plant breeding, but the key reason is lack of experimental information.

Thanks to genetic improvements, the most productivity varieties of winter wheat have a high level of nitrogen uptake and remobilization (Barraclough et al., 2014). Hamner et al. (2017) noted that higher concentrations of N in shoots of winter wheat were followed by higher concentrations of several other nutrients.

Unfortunately, information on the micronutrient composition of shoots, leaves, grain, and straw of winter wheat is too limited. Comparing the microelement composition of 14 varieties of red durum wheat in two experimental fields, Garvin et al. (2006) found that genetic improvements in the United States led to a decrease in the concentration of Fe, Zn Se in grain, although yields are increasing.

Svecnjak et al (2013) note a positive correlation between yield and Mn, Zn, Cu Fe content in the grain of three varieties of wheat grown at different levels of nitrogen на три сорта пшеница, отглеждани при различни нива на азотно хранене, върху алувиални почви в Северозападна Хърватия.

Значението на сламата като източник на налични микроелементи досега не е оценено достатъчно. Добре известно е, че натрупването на органична материя в горния почвен слой стимулира образуването на по-стабилни почвени комплекси от микроелементи и се отразява положително върху храненето на растенията (Dhaliwal et al., 2019). За разлика от това, изгарянето на слама намалява съдържанието на микроелементи в почвата и поемането на микроелементи от зимната пшеница (Shiwakoti et al., 2019). Ето защо, разбирането и количествената оценка на генотипините изменения при поглъщането и натрупването на микроелементи в зърното и сламата са толкова важни за правилната система за торене. В по-широк план, намирането на генотипи с необходимите хранителни елементи в зимната пшеница, трябва да бъде свързано с разработването на нова стратегия за качество на културите и управление на човешкото здраве (Khoshgoftarmanesh et al., 2010).

Като се има предвид ограничената информация за състава на микроелементите при сортовете зимна пшеница отглеждани в Украйна и Европа, както и в години със суша през вегетационния период, целта на изследването е да се идентифицират разликите в приема на микроелементи от зимната пшеница при различни метеорологични условия.

nutrition on alluvial soils of north-western Croatia.

Importance of straw as a source of available micronutrients has not been sufficiently appreciated so far. It is well known that accumulation of organic matter in the top soil layer stimulates formation of more stable soil complexes of micronutrient and positively reflects on plant nutrition (Dhaliwal et al., 2019).

In contrast, burning of straw decrease the content of micronutrient in soil and microelement uptake of winter wheat (Shiwakoti et al., 2019). That is why, understanding and quantitate evaluation of genotypic variation in uptake and accumulation of micronutrients in grain and straw are so important for the properly fertilizer system.

More broadly, finding micronutrient-efficient genotypes of winter white should be connected with development of new strategy of crop quality and human health management (Khoshgoftarmanesh et al., 2010).

Taking into account restricted information on the micronutrient composition of winter wheat varieties of Ukrainian and European breeding, as well as in years with drought during vegetation period, the purpose of the research was identification of differences in the micronutrients intake caused by a factor of variety and weather condition.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучванията са проведени през 2018 и 2019 г. в експериментално поле „Елитне“ на Институт по селекция на растенията "В. Юриев" NAAS на Украйна, в Харковска област. Почвата е глинест чернозем. Проучени са четири сорта, които са признати за национални стандарти за зимна

MATERIAL AND METHODS

The studies were carried out in 2018 and 2019 at the variety testing site of the experimental field "Elytne" of the Institute of Plant Breeding named after V. Yuriev NAAS of Ukraine, located in the Kharkiv region. The soil is Chernozem Haplic loamic. We have studied four varieties that are recognized as a national пшеница (Rozkishna (създадена в – "В. Юриев" Институт по селекция на растения), Bunchuk (Национален институт за развъждане и растителна генетика), Smuglyanka и Podolyanka (Институт по физиология и растителна генетика), както и 8 разновидности на чуждестранна селекция (Balitus, Panonicus (Saatzucht Donau, Австрия), Arctis, Matrix (Deutsche Saatveredelung AG, Германия), Annica, Mandica (Загребски Bc институт, Хърватия), Bodiček и Daria (RAGT Semences, Чехия).

Размерът на всеки от експериментални участъци е 1.25 × 2.4 m. Парцелите са разположени на случаен принцип заедно с други сортове зимна пшеница на експериментална площадка за изпитване на сортове с обща площ 13.6 хектара. Хомогенността на почвената покривка по отношение на съдържанието на наличните форми на хранителни вещества е определена въз основа на 12 почвени проби взети от обработваемия слой през април 2018 г. във фаза на братене на зимната пшеница. Съдържанието на минерален азот (нитрат и амоний) в почвата е 8.2 ± 1.4 mg/kg, наличният фосфор и калий са изчислени по метода на Chirikov (екстракция в 0.5 M CH3COOH) – 126 ± 4 mg/kg и съответно 162±4 mg/kg. Това съответства на ниско ниво на азотен запас, високо – на фосфор и високо – калий. Наличните хранителни микроелементи в почвата се определят в буферен разтвор на амониев ацетат с pH 4.8. Съдържанието на наличен Zn е 0.37 ± 0.04 mg/kg, Co - 0.12 ± 0.03 mg/kg, Fe - 2.4 ± 0.1 mg/kg, Mn - 13.5 ± 0.5 mg/kg, Cu - 0.16 ± 0.03 mg/kg. Тези стойности съответстват на много ниско ниво в почвата за Zn, средно - за Co, Cu и повишено - за Mn.

Всички сортове зимна пшеница се отглеждат върху угар. Системата на торене съчетава последващия ефект от 2.5 t/da тор и прилагането на амониев нитрат върху замръзнала и в последствие размразена почва през

standards of winter wheat (Rozkishna (originator – V. Yuriev Institute of Plant Breeding), Bunchuk (the National Plant Breeding and Genetics Institute), Smuglyanka and Podolyanka (Institute of Plant Physiology and Genetics)), as well as 8 varieties of foreign selection (Balitus, Panonicus (Saatzucht Donau, Austria), Arctis, Matrix (Deutsche Saatveredelung AG, Germany), Annica, Mandica (Zagreb Bc Institute, Croatia), Bodiček and Daria (RAGT Semences, Czech Republic).

The size of each of the test plots was 1.25 × 2.4 m. Plots were randomly placed together with other varieties of winter wheat on the variety testing site with a total area of 13.6 hectares.

The homogeneity of the soil cover in terms of the content of available forms of nutrients was determined on the set of 12 soil samples from the arable layer in April 2018 in the tillering phase of winter wheat.

The content of mineral nitrogen (nitrate and ammonium) in soil was 8.2 ± 1.4 mg/kg, available phosphorus and potassium by the Chirikov method (extraction in 0.5 M CH3COOH) – 126 ± 4 mg/kg and 162 ± 4 mg/kg, respectively. This corresponds to the level of low nitrogen supply, high – phosphorus, and high – potassium. Available micronutrient in soil was determined in acetate-ammonium buffer extract with pH 4.8. The content of available Zn was 0.37±0.04 mg/kg, Co – 0.12±0.03 mg/kg, Fe – 2.4±0.1 mg/kg, Mn – 13.5±0.5 mg/kg, Cu – 0.16±0.03 mg/kg. These values correspond to very low range of soil nutrient status for Zn, medium – for Co, Cu, and enhanced – for Mn.

All varieties of winter wheat were grown after fallow. The fertilizer system combined the after-effect of manure 2.5 t/ha and the application of ammonium nitrate on frozen-thawed soil in March at a dose of N30. The system of soil treatment март в доза N30. Системата за почвена обработка и растителна защита е една и съща в целия експериментален обект.

Взети са растителни проби след възобновяване на пролетния растеж във фази удължаване на стъблото, цъфтене и зреене на зърното. Надземната част на растенията е отрязана на височина 5 cm. Пробите са взети в един и същи ден при всички сортове в 3 повторения, като всяка проба се състои от 15-20 растения.

Съдържанието на микроелементи (Zn, Cu, Mn, Fe, Co) в растителните проби се определя след термичната им минерализация чрез метода на атомно-абсорбционна спектрофотометрия на устройство AANALYST 400 Perkin-Elmer. Статистическата обработка на експерименталните данни е извършена с помощта на програма STATISTICA 10.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Известно е, че снабдяването с вода и хранителни вещества са тясно свързани помежду си, както и растежа на растенията и продуктивността на културите. Pryadkina et al. (2014) открива тясна зависимост между параметрите на фотосинтетичния апарат и производителността на зърно за различните генотипи зимна пшеница, отглеждани при контрастни климатични условия. Фотосинтетичния потенциал на хлорофила е по-зависим от комбинацията от фактори „сорт - метеорологични условия“, а след това „метеорологични условия - ниво на минерално хранене“ или „сорт - ниво на минерално хранене“. Ето защо, сравнението на различните сортове по отношение на тяхната хранителна специфичност трябва да се извършва при контрастни метеорологични условия.

Температурният и валежен режим след възобновяването на растежа на зимната пшеница през 2018 и 2019 г. имат значителни разлики (Таблица 1). Пролетният период на 2018 г. беше много по-сух. Валежите през април-май

and plant protection was the same throughout the test site.

Samples of plants were taken after the resumption of spring vegetation in the phases of stem elongation, anthesis and grain ripening. The aboveground part of the plants was cut at a height of 5 cm. Samples were taken in the same day for all varieties in 3 replications, each sample consisted of 15-20 plants.

The content of micronutrients (Zn, Cu, Mn, Fe, Co) in plant samples was determined after their thermal mineralization by the method of atomic absorption spectrophotometry on the device AANALYST 400 Perkin-Elmer. Statistical processing of experimental data was performed using the program STATISTICA 10.

RESULTS AND DISCUSSION

It is well-known that water and nutrients supply are closely link each other as well as plant growth and crop productivity. Pryadkina et al. (2014) found the close correlation between parameters of photosynthetic apparatus and grain productivity of different winter wheat genotypes grown in contrast weather conditions.

Chlorophyll photosynthetic potential is more dependent on a combination of factors “variety - weather conditions” then “weather conditions - mineral nutrition level” or “variety - mineral nutrition level”.

That is why comparison of different varieties in terms of their nutritional specific should be carried out in quite contrasting in weather conditions.

The temperature and precipitation regimes after the resumption of winter wheat vegetation in 2018 and 2019 had significant differences (Table 1). Spring period 2018 was much more dry.

2018 г. бяха с 2.75 пъти по-малко от средните дългосрочни стойности. За разлика от тях, необичайни високи температури и недостатъчно качество на валежите се появява в началото на летния период на 2019 г., когато е започва зреенето на зърното и свързаната с него ремобилизация. По този начин можем да опишем 2018 като година с ранна суша за зимната пшеница, а 2019 г. като година с късна жега и суша. Поради това и двете години на изследването имат по-високи средни месечни температури от дългосрочните стойности.

Precipitation in April-May 2018 was in 2.75 times less than long-term average values. On the contrast, the abnormal high temperatures and insufficient quality of rainfalls occurred in early summer period 2019 when ripening of grain and associated remobilization had started.

Thereby, we can describe 2018 as year with early drought for winter wheat, and 2019 – as year with late heat and drought. Therewith, the both year of research has higher average month's temperatures than long-term values.

Таблица. Климатични промени по време на израстване на зимна пшеница след възобновяване на пролетната растителност през 2018-2019
Table 1. Weather condition during the winter wheat growing after the resumption of spring vegetation in 2018-2019

Months	Температура на въздуха/Air temperature, °C			Валежи/Precipitation, mm		
	2018	2019	Средно дългосрочно long-term average	2018	2019	Средно дългосрочно long-term average
April	12,4	11,5	9,6	12,9	44,5	35,5
May	19,9	18,4	16,1	15,9	43,4	43,7
June	21,6	24,8	20,2	43,5	15,2	63,3
July	23,0	21,4	21,4	28,7	38,8	71,7
Средно от април до юли/Average from April to July	19,2	19,0	16,8	101,0	141,9	214,2

Разликите в метеорологичните условия са характерни с натрупване на микроелементи в тъканите на зимната пшеница през 2018 и 2019 г. Най-забележимите разлики се наблюдават при Cu, Co в фазите на растеж (удължаване) на стъблата и цъфтеж (Таблица 2). Това съответства на данните от Weih et al. (2016), които отбелязват най-голямо отклонение от концентрациите на зърното в началото на фаза растеж на стъблата през пролетта. Възможно е толкова големи разлики в микроелементите да бъдат причинени от бързото развитие на надземната част на растението по времето, когато кореновата система не е в състояние да доставя достатъчно хранителни вещества. Снабдяването с желязо, манган и цинк в растителните тъкани е

Differences in weather conditions make clear features of micronutrients accumulation in tissues of winter wheat in 2018 and 2019. The most striking differences were inherent for Cu, Co in stem elongation and anthesis stages (Table 2). This correspond well to Weih et al. (2016) which note the greatest deviation from grain concentrations at the start of stem elongation in spring.

Perhaps, so big differences in micronutrient might be caused by fast development of above ground part of plant at the time when root system does not able to supply enough nutrients.

Supply of iron, manganese, and zinc to plant tissues is more efficient.

по-ефективно. Според Kutman et al. (2011) и Zhao et al. (2019), голямото приложение на N също увеличава разпространението на Fe и Zn от корени към листа и обратно.

According to Kutman et al. (2011) and Zhao et al. (2019), high N application also increased the distribution of Fe and Zn from roots to leaves, and vice versa.

Таблица 2. Динамика на средното съдържание на микроелементи и тяхното съотношение в набора от всички сортове зимна пшеница през 2018-2019
Table 2. Dynamic of average micronutrients content and their ratio in the set of all varieties of winter wheat in 2018-2019

Фази на растеж Stages of growth	Микроелементи Micronutrients	Съдържание на микроел. в пробите Micronutrient content in plant samples, mg/kg			Съотношение/Ratio Fe:Mn:Zn:Cu:Co
		2018	2019	average	
Удължаване на стъбло Stem elongation	Fe	110,0	53,2	81,5	1:0,48:0,19:0,031:0,0066
	Mn	45,4	32,5	38,9	
	Zn	17,3	13,3	15,3	
	Cu	4,10	0,90	2,50	
	Co	0,94	0,13	0,54	
Цъфтеж Anthesis	Fe	30,9	35,5	33,2	1:0,75:0,26:0,019:0,024
	Mn	30,5	19,5	25,0	
	Zn	8,22	8,99	8,60	
	Cu	0,87	0,38	0,62	
	Co	1,42	0,19	0,81	
Узряване(зърно) Ripening (grain)	Fe	-	45,12	45,1	1:0,53:0,42:0,039:0,0057
	Mn	24,6	23,2	23,9	
	Zn	18,7	18,8	18,8	
	Cu	1,95	1,62	1,78	
	Co	0,27	0,26	0,26	
Узряване (слама) Ripening (straw)	Fe	63,7	24,0	43,9	1:0,43:0,046:0,010:0,0091
	Mn	22,5	15,4	18,9	
	Zn	2,07	1,97	2,02	
	Cu	0,46	0,46	0,46	
	Co	0,49	0,31	0,40	

Съотношения Fe: Mn и Fe: Zn в надземната част на растенията се увеличава при фаза растеж на стъблата до фаза цъфтеж, докато съотношението Fe:Cu и Fe:Co намалява. Тогава съотношенията Fe: Mn и Fe: Co в периода от цъфтеж до зреенето на зърното са склонни да намаляват, но съотношенията Fe: Zn и Fe: Cu се повишава. Според Weih et al. (2016), съотношенията на елементите показват за почти всички елементи значително по-високи концентрации в растенията в началото на фаза удължаване на стъблата през пролетта в сравнение с фаза seed grain. Настоящото изследване позволява да се изясни този модел, тъй като цинкът и медта се натрупват

Ratios Fe:Mn and Fe:Zn in the aboveground part of plants increased from stem elongation to anthesis whereas ratio Fe:Cu and Fe:Co decreased.

Then, ratios Fe:Mn and Fe:Co in the period from anthesis to grain ripening tend to decreasing but ratios Fe:Zn and Fe:Cu – to increasing.

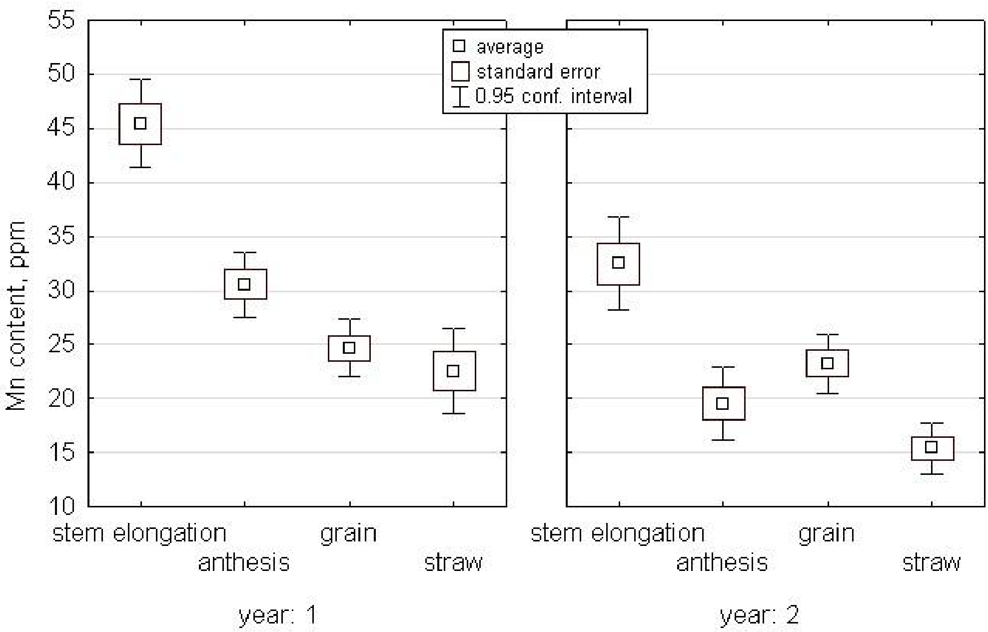
According to Weih et al. (2016), element ratios indicated for nearly all elements significantly higher concentrations in the plants at the start of stem elongation in spring compared to seed grain.

Our research allows to clarify this pattern, since zinc and copper accumulate more по-активно в зърното, в сравнение с желязото.

Добре известно е, че концентрацията на хранителни вещества в тъканите намалява поради разреждането им по време на интензивния растеж на вегетативната растителна маса (Jarell and Beverly, 1981). Значителен ефект на разреждане е установен в настоящото проучване за NPK (Miroshnychenko et al., 2020). Същото важи и по отношение на микроелементите. През 2018 г., средното съдържание на Mn в тъканите намалява от 44-46 mg/kg във фаза на растеж на стъблото до 28-32 mg/kg във фаза на цъфтене, Cu - от 3.8-4.4 mg/kg до 0.8-1.0 mg/kg , Zn - от 16.5-18.1 mg/kg до съответно 5.6-9.6 mg/kg (Фигури 1-3).

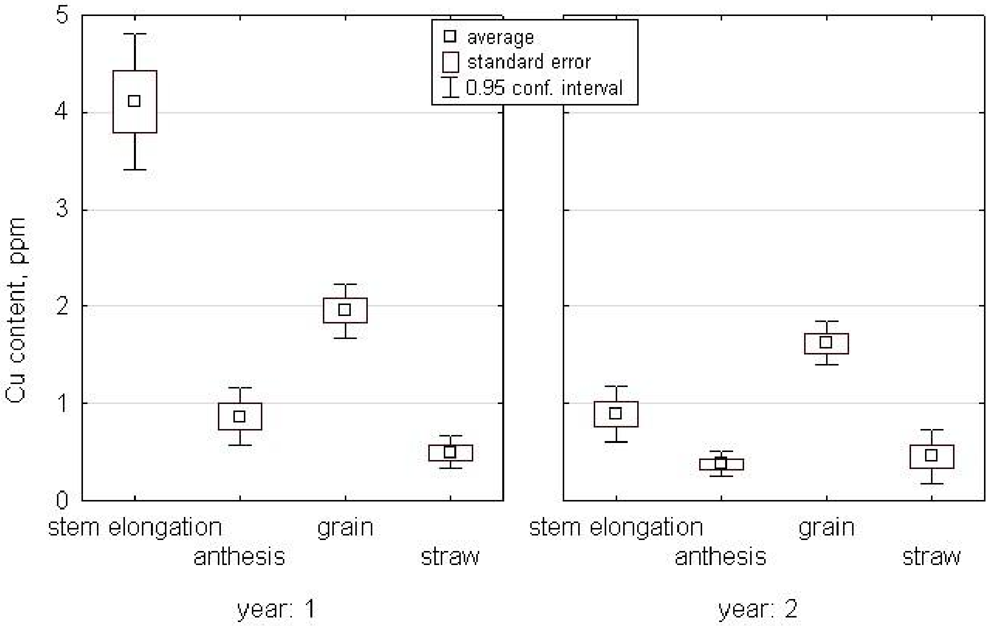
actively in the grain comparing iron.

It is well known that the concentration of nutrients in tissues decreases due to the dilution effect during intensive growth of vegetative mass of plants (Jarell and Beverly, 1981). A significant dilution effect was found in our study regarding NPK (Miroshnychenko et al., 2020). The same is correct with respect to micronutrients. In 2018 the average content of Mn in tissues decreased from 44-46 mg/kg in the stem elongation phase to 28-32 mg/kg in the anthesis phase, Cu - from 3.8-4.4 mg/kg to 0.8-1.0 mg/kg, Zn - from 16.5-18.1 mg/kg to 5.6-9.6 mg/kg, respectively (Figures 1-3).

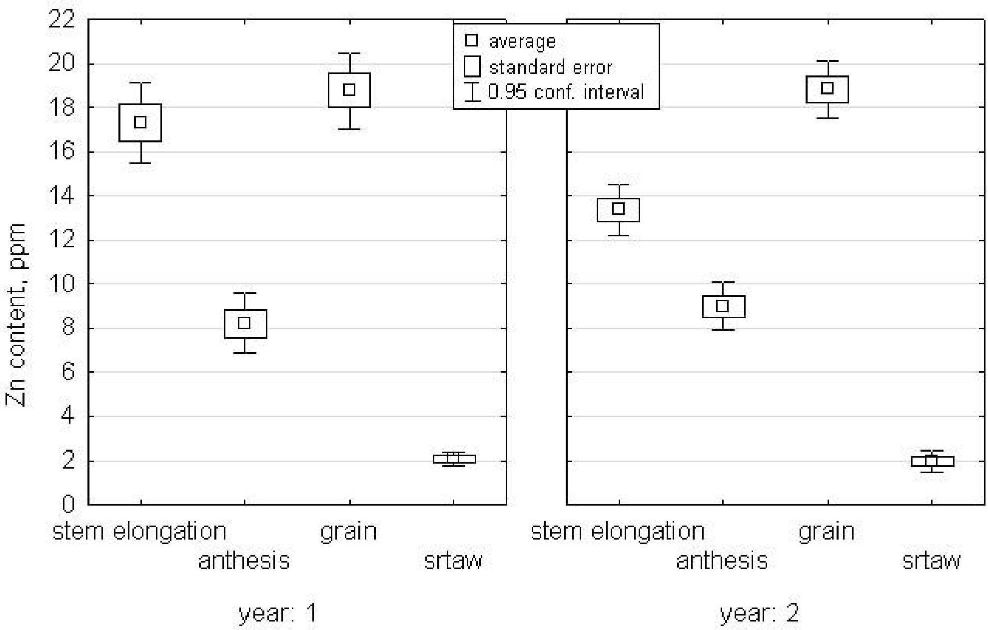


Фиг. 1 Съдържание на Mn в растителен материал в различни фази на развитие на зимна пшеница (година 1 означава 2018, год. 2 – 2019)

Fig. 1. The content of Mn in plant material on different stages of winter wheat development (year 1 means 2018, year 2 – 2019)



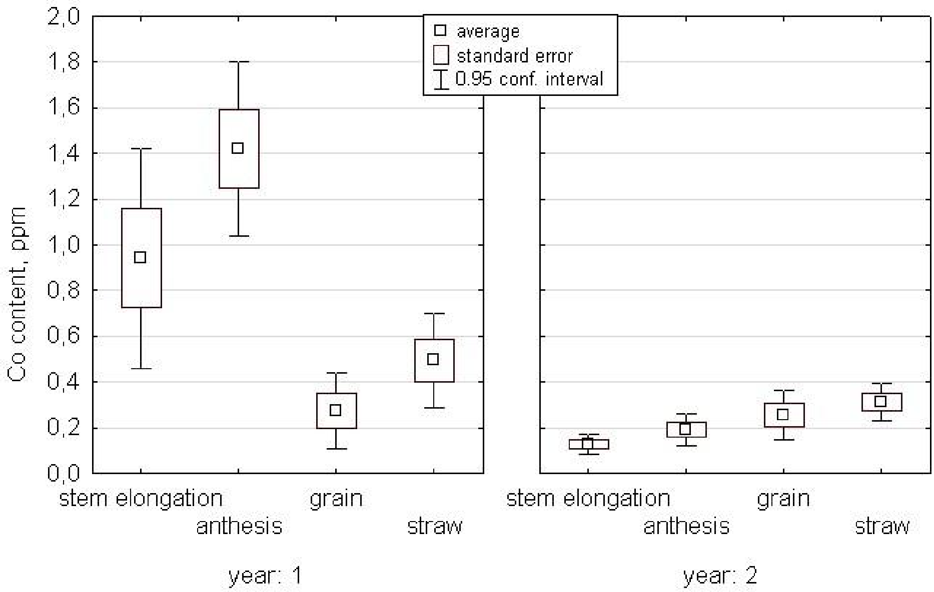
Фиг. 2. Съдържание на Cu в растителен материал в различни фази на развитие на зимна пшеница (год. 1 означава 2018, год. 2 – 2019)
Fig. 2. The content of Cu in plant material on different stages of winter wheat development (year 1 means 2018, year 2 – 2019)



Фиг. 3 Съдържание на Zn в растителен материал в различни фази на растеж на зимна пшеница (год.1 2018, год. 2 – 2019)
Fig. 3. The content of Zn in plant material on different stages of winter wheat development (year 1 means 2018, year 2 – 2019)

За разлика от това, съдържанието на Co се е увеличило значително от 0.73-1.15 mg/kg до 1.25-1.60 mg/kg през този период (Фигура 4). Аналогична тенденция се наблюдава през 2019 г., но разликите между фаза удължаване на стеблата и цъфтене не са толкова много. Концентрациите на мед и кобалт в тъканите през периода на нарастване на стеблото-цъфтене през 2019 г. са били 4-7 пъти по-малко, отколкото през 2018 г. Но, въпреки че кобалтът не е сред най-необходимите микроелементи поради твърде ниското си съдържание, листното приложение на кобалтови торове показва добри резултати в държави с контрастен климат и почвени условия (Kandil and El-Maghraby, 2016; Rak и Pukalova, 2016). Co се счита за полезен елемент, участващ в симбиотичната N фиксация (Chatzistathis, 2018). Подвижността на Co в пшеницата е по-висока от Mn, но по-малко в сравнение с Zn (Riesen и Feller, 2007). Така че, високата концентрация на Co в растенията по време на суша може да е презултат от физиологични причини.

On the contrast, the content of Co so significantly increased from 0.73-1.15 mg/kg to 1.25-1.60 mg/kg in this period that was enormous high (Figure 4). Analogic tendency was occurred in 2019 but differences between stem elongation and anthesis were not so much. Copper and cobalt concentrations in tissues during the period stem elongation-anthesis in 2019 were in 4-7 times less than in 2018. Although cobalt is not among the most necessary micronutrients due to its very low content but foliar application of cobalt fertilizers shows good results in countries with very contrast climate and soil conditions (Kandil and El-Maghraby, 2016; Rak and Pukalova, 2016). Co is considered as a beneficial element, participating in symbiotic N fixation (Chatzistathis, 2018). Mobility of Co in wheat is higher than Mn but less comparing Zn (Riesen and Feller, 2007). So, high Co concentration in plants during drought might be caused by physiological reasons.



Фиг. 4. Съдържание на Co в раст. материал в различни фази на растеж на зимна пшеница (год. 1 означава 2018, год.2 – 2019)

Fig. 4. The content of Co in plant material on different stages of winter wheat development (year 1 means 2018, year 2 – 2019)

Неблагоприятните условия на околната среда могат да променят необходимоста от хранителни вещества за културите и преноса на микроелементи от почвата към корените на растенията. Rahman et al. (2020) отбелязват, че снабдяването на почвата с Cu и Zn е най-негативно повлияно от сушата поради намалената подвижност на тези дифузионно ограничени хранителни вещества. Mikhalska and Shvartau (2012) считат, че мобилността и наличието на желязо се влияе от високата влажност на почвата; манганът от сухо време и ниска температура на почвата; цинкът от ниска температура, висока плътност на почвата и ниско съдържание на органични вещества; медта от високи температури на въздуха. По този начин усвояването на микроелементи в зимната пшеница по време на вегетацията се определя при сложно взаимодействие на факторите на околната среда, почвата и растенията. В крайна сметка това се отразява на състава на хранителните микроелементи на добива. Съдържанието на Cu, Mn в зърното през 2019 г. е малко по-ниско, отколкото през 2018 г., а съдържанието на Mn, Co в сламата е значително по-ниско.

Най-много разлики в консумацията на микроелементи между сортовете са установени в периоди със стресови метеорологични условия. Коефициентът на вариация в съдържанието на Co и Fe в набора от всички сортове, достигна 80% и 36% във фаза на нарастване на стъблата през 2018 г., и 57% и 29% във фаза цъфтене през 2019 г. Групата с украински сортове интензивно натрупва Zn във стадий на цъфтеж, което влияе положително върху съдържанието му в зърното и сламата (Таблица 3). За разлика от тях, европейските сортове показват по-високо ниво на усвояване на манган и в двата етапа на развитие, и в резултат на това във зърното и сламата. Натрупването на желязо в тъканите на

Unfavourable environmental conditions might change crop nutrient demand and the soil micronutrient supply to plant roots, too.

Rahman et al. (2020) note that soil supplies of Cu and Zn are most negatively impacted by drought stress due to reduced mobility of these diffusion limited nutrients.

Mikhalska and Shvartau (2012) consider that mobility and availability of iron is affected by high soil moisture; manganese – dry weather, low soil temperature; zinc – low temperature, high soil density, low organic matter content; copper – high air temperatures.

Thus, micronutrients uptake in winter wheat during vegetation is determined on complicated interaction of environmental, soil and plant physiology factors.

Ultimately, this affects a micronutrient composition of yield. The content of Cu, Mn in grain in 2019 were somewhat lower than in 2018, and Mn, Co in straw – substantially lower.

The most differences in micronutrients consumption between varieties were in periods with stressful weather conditions. Coefficient of variation Co and Fe content in the set of all varieties reached 80 % and 36 % at the stage of stem elongation in 2018, and 57 % and 29 % at the anthesis stage in 2019, respectively.

Group of varieties of Ukrainian breeding had intensively accumulated Zn at the anthesis stage that positively affected on the its content in grain and straw (Table 3).

On the contrary, European varieties showed higher level of manganese uptake at the both stage of development, and, as result, in grain and straw. Accumulation of зимната пшеница е по-високо за европейските сортове във фаза на нарастване на стъблото, а за украинските сортове във фаза на цъфтеж. За съжаление, твърде голямата променливост и разликите между 2018 г. и 2019 г. не позволяват да се извлече доказателство за усвояването на Co и Cu за сортовете.

iron in tissues of winter wheat was higher for European varieties at the stem elongation stage, and for Ukrainian varieties – at the anthesis.

Unfortunately, too big variability and differences between 2018 and 2019 does not allow evidence link uptake of Co, Cu and varieties breeding.

Таблица 3. Динамика на съдържание на микроелементи в зимна пшеница на европейски (Eu) и украински (Ua) сортове през 2018-2019

Table 3. Dynamic of micronutrients content in winter wheat varieties of European (Eu) and Ukrainian (Ua) breeding in 2018-2019

Elements	Сортове Breeding	Съдържание на микроел. (средно и стандартна грешка) при изсушен материал за 2018-2019Micronutrients content (average and standard error) in air-dry plant material in 2018-2019, mg/kg							
		Удължаване на стъбло Stem elongation		Цъфтеж/Anthesis		Зърно/Grain		Слама/Straw	
		2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Zn	Eu	17.5±0.8	13.4±0.6	7.67±0.83	8.44±0.45	18.4±1.0	18.4±0.85	2.04±0.20	1.89±0.27
	Ua	16.9±2.1	13.1±1.1	9.32±0.67	10.1±1.0	19.6±1.1	19.5±0.55	2.13±0.26	2.11±0.35
Co	Eu	0.84±0.24	0.15±0.03	1.32±0.21	0.18±0.03	0.31±0.09	0.26±0.07	0.43±0.08	0.33±0.05
	Ua	1.14±0.48	0.08±0.01	1.61±0.30	0.20±0.07	0.21±0.11	0.24±0.05	0.62±0.23	0.27±0.06
Fe	Eu	112±16	56.9±2.6	29.7±0.9	33.4±3.0	-	47.9±0.94	59.8±21.2	24.0±2.1
	Ua	105±14	45.6±4.5	33.3±1.4	39.7±6.9	-	39.4±1.7	71.7±21.3	24.1±6.4
Mn	Eu	47.7±2.3	33.6±2.7	31.1±1.8	20.4±2.1	25.4±1.7	23.9±1.4	25.1±2.0	17.1±1.0
	Ua	40.7±1.4	30.3±2.1	29.2±1.8	17.6±1.7	23.1±1.3	21.7±2.5	17.4±1.5	11.9±1.4
Cu	Eu	4.1±0.4	0.99±0.18	0.90±0.11	0.32±0.06	2.14±0.12	1.55±0.11	0.39±0.07	0.48±0.19
	Ua	4.1±0.3	0.70±0.10	0.79±0.36	0.48±0.11	1.57±0.18	1.76±0.20	0.68±0.13	0.40±0.05

При обобщаване на резултатите от двугодишните проучвания, се стигна до заключение, че зърното от сорт Daria е водещо по съдържание на Zn сред зимната пшеница от европейските сортове, а Podolyanka - сред украинските сортове (Таблица 4). Сортове Panonicus, Mandica, Smuglyanka, и Daria имат добър запас на кобалт. Balitus, Mandica и Arctis показват малко по-високо ниво на мед, отколкото другите сортове. Всички европейски сортове осигуряват по-голямо натрупване от украинските сортове (само през 2019 г.). Като цяло, относителната специфичност на сорта е най-очевидна за Co поради по-високия коефициент на изменение на съдържанието му в зърното (51%), а най-малко за Mn (5.3%). Коефициентът на изменение на съдържанието на Zn, Fe и Cu в зърното е около 10-12%. Може би, толкова големи разлики в концентрацията на

Summarizing results of two-year studies, a grain of variety Daria was a leader in terms of Zn content among winter wheat of European breeding, and Podolyanka – among Ukrainian varieties (Table 4). Panonicus, Mandica, Smuglyanka, and Daria accumulate cobalt very well. Balitus, Mandica, and Arctis show slightly higher level of copper then other varieties.

All European varieties provide higher accumulation than Ukrainian varieties (only in 2019). Generally, relative variety's specificity is the most obvious for Co due to higher coefficient of variation its content in grain (51 %), and the least – for Mn (5.3 %).

Coefficient of variation of Zn, Fe, and Cu content in grain were around 10-12 %.

Perhaps, so great differences in Co

Со в зърнените култури заслужава да се имат предвид при изследванията на биоторенето, а не само за Zn и Fe, както се практикуваше често преди (Borill et al., 2014; Velu et al., 2014).

concentration in grain worth into account in research on biofortification, not only Zn and Fe as it often done (Borill et al., 2014; Velu et al., 2014).

Таблица 4. Средно съдържание на микроелементи при различни соротове зимна пшеница

Table 4. Average micronutrients content in the grain of winter wheat on different varieties

Сортове/Varieties	Съдържание на микроелементи в зърно/Micronutrients content in grain, mg/kg				
	Zn	Co	Fe	Mn	Cu
Annica	17,6	0,13	49,0	38,1	1,69
Arctis	17,9	0,16	51,3	36,0	1,98
Balitus	16,7	0,21	44,3	38,0	2,06
Bodichek	17,6	0,17	44,9	35,5	1,87
Daria	23,6	0,32	45,3	39,8	1,92
Mandica	18,0	0,36	49,5	35,0	2,02
Panonicus	19,2	0,57	49,2	34,9	1,34
Matrix	17,0	0,21	50,1	32,2	1,92
Smuglyanka	18,8	0,36	35,4	34,5	1,69
Rozkishna	18,3	0,21	39,7	34,3	1,50
Bunchuk	19,6	0,12	39,3	37,1	1,63
Podolyanka	21,5	0,21	43,5	34,5	1,85

ИЗВОДИ

Изследванията през 2018-2019 г. позволиха да се сравни усвояването на микроелементи през година със суша по време на фази на нарастване на стеблата-цъфтене от развитието на зимната пшеница и през година с високи температури и суша по време на зреене на зърното. Наблюдава се много висока концентрация на Mn, Cu и най-вече Co в растенията, когато суша-та съвпада с фаза нарастване на стеблата-цъфтеж. В резултат на това, съдържанието на Cu, Mn в зърното през 2018 е малко по-високо , отколкото през 2019 , а съдържанието на Mn и Co е по-високо в сламата.

Групите сортове зимна пшеница от европейски и украински произход показват разлики в консумацията на микроелементи. Европейските сортове имат по-високо ниво на усвояване на манган по време на развитието на растенията и в зърното и сламата. Украинските сортове са с по-високо ниво на потребление на Zn. Натруп-ването на желязо в тъканите на зим-ната пшеница е по-високо за европей-

CONCLUSIONS

Thus, research in 2018-2019 allowed to compare micronutrients uptake in year with drought during stem elongation-anthesis stages of winter wheat development and in year with heat and drought during grain ripening.

Particularly, very high concentration of Mn, Cu, and, especially, Co in plants were occur when drought coincided with stem elongation-anthesis stages.

As a result, the content of Cu, Mn in grain in 2018 were slightly higher than in 2019, and Mn, Co in straw – substantially higher.

Group of winter wheat varieties of European and Ukrainian breeding have shown differences in micronutrients consumption. European varieties had higher level of manganese uptake during plant development, and in grain and straw. Ukrainian varieties are inherent more high level of Zn consumption.

Accumulation of iron in tissues of winter wheat was higher for European varieties ските сортове във фаза на удължаване на стъблото, а за украинските сортове във фаза на цъфтеж.

Най-специфично съдържание на микроелементи в зърното е забелязано при Co (51 %), а най-незначително при Mn. Въпреки това, нито един сорт не показва едновременно натрупване на всички микроелементи (Fe, Mn, Zn, Cu и Co) в зърното.

at the stem elongation stage, and for Ukrainian varieties – at the anthesis.

The most variety's specificity of grain micronutrient content was occurring for Co (51 %), and the least specificity – for Mn. However, any variety did not have the most accumulation of all micronutrients (Fe, Mn, Zn, Cu, and Co) in grain simultaneously.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bond, J. and O. Liefert**, 2016. Wheat Outlook. U.S. Production and Domestic Use Lowered, Netting Increase for 2016/17 Carryout. Economic Research Service, USDA, WHS-16j, Oct. 14, 2016. https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/80243/whs-16j.pdf?v=0
2. **Barraclough, P. B., R. Lopez-Bellido and M. J. Hawkesford,** 2014. Genotypic Variation in the Uptake, Portioning and Remobilization of Nitrogen during Grain-Filling in Wheat. *Field Crops Research,* 156: 242-248. doi:10.1016/j.fcr.2013.10.004
3. **Borill, P., J.M.Connorton, J. Balk, A.J. Muller, D. Sanders and C. Uauy**, 2014. Biofortification of Wheat Grain with Iron and Zinc: Integrating Novel Genomic Recources and Knowledge from Model Crops. *Frontiers in Plant Science*. 5: 53. doi:10.3389/fpls.2014.00053
4. **Chatzistathis, T.**, 2018. Physiological Importance of Manganeese, Cobalt and Nickel and the Improvement of Their Uptake and Utilization by Plants. In: Plant Micronutrient Use Efficiency. Molecular and Genomic Perspectives in Crop Plants. Academic Press, 2018. 123-135. Doi: 10.1016/B978-0-12-812104-7.00008-3
5. **Curtis, T. and N.G. Halford**, 2011. Food Security: the Challenge of Increasing Wheat Yield and the Importance of Not Compromising Food Safety. *Annals of Applied Biology*, 164. 354-372. doi:10.1111/aab.12108. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4240735/pdf/aab0164-0354.pdf
6. **Dhaliwal, S.S., R.K. Naresh, A. Mandal, R. Singh and M.K. Dhaliwal**, 2019. Dynamics and Transformations of Micronutrients in Agricultural Soils as Influenced by Organic Matter Build-up: A review. *Environmental and Sustainability Indicators*, 1-2: 1-14. doi:10.1016/j.indic.2019.100007
7. **Garvin, D.F., R.M. Welch and J.W. Finley**, 2006 Historical Shift in the Seed Mineral Micronutrient Concentration of US Hard Red Winter Wheat Germplasm. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 2213-2220 doi:10.1002/isfa.2601
8. **Hamner, K., M. Weih, J. Eriksson and H. Kirchmann**, 2017. Influence of Nitrogen Supply on Macro- and Micronutrient Accumulation during Growth of Winter Wheat. *Field Crops Research,* 213: 118-129. doi: 10.1016/j.fcr.2017.08.002
9. **Jarell, W.M. and R.B. Beverly**, 1981. The Dilution Effect in Plant Nutrition Studies. *Advances in Agronomy*, 34: 197-224
10. **Kandil, H. and A. El-Maghraby**, 2016. Impact of Cobalt Form and Level Addition on Wheat Plants *(Triticum aestivum L.)*: I. Growth Parameters and Nutrients Status. *International Journal of ChemTech Research*, 9(7):111-118.
11. **Khoshgoftarmanesh, A.H., R. Schulin, R.L. Chaney, B. Daneshbakhsh and M. Afyuni**, 2010. Micronutrient-Efficient Genotypes for Crop Yield and Nutritional Quality in Sustainable Agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag*/EDP Sciences/INRA, 30 (1). Doi:10.1051/agro/2009017
12. **Kutman, U. B., B. Yildiz and I. Cakmak**, 2011. Effect of Nitrogen on Uptake,

Remobilization and Partitioning of Zinc and Iron throughout the Development of Durum Wheat. *Plant Soil*, 342: 149-164. doi:10.1007/s11104-010-0679-5

13. **Lozada, D. N., B. P. Ward and A. H. Carter**, 2020. Gains through Selection for Grain Yield in a Winter Wheat Breeding Program. *PLoS ONE,* 15(4): e0221603. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0221603

14. **Maeoka, R. E. and R. P. Lollato**, 2018 Wheat Development and Yield as Affected by Era of Variety Release and In-Furrow Fertilizer. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports,* 4(7). https://doi.org/10.4148/2378-5977.7615

15. **Miroshnychenko, M.M., A.M. Zvonar, Ye.V. Panasenko and O.Yu. Leonov**, 2020. Inputs of Nutrients to Winter Wheat Plants of Different Varieties in Years, Contrasting in Weather. *Agrochemistry and Soil Science, Collected papers*, Kharkiv: NSC ISSAR, 89: 51-62. (Ukr) doi:10.31073/acss89-06.

16. **Mladenov, N., N. Hristov, A. Kondic-Spika, V. Djuric, R. Jevtic and V. Mladenov**, 2011 Breeding Progress in Grain Yield of Winter Wheat Cultivars Grown at Different Nitrogen Levels in Semiarid Condition. *Breeding Science*, 61, 260-268. doi:10.1270/jsbbs.61.260

17. **Mykhalska, L.M. and V.V. Shvartau**, 2012. Influence of Herbicides and Axial on the Accumulation of Nutrient Elements by Winter Wheat. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology.* 20(2), 38-45 (Ukr). http://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fbem/program_5e56996a8efb4.pdf

18. **Priadkina, G.A., O.O. Stasik, L.N. Mikhalskaya and V.V. Shvartau**, 2014. A Relashionship between Chlorophyll Photosynthetic Potential and Yield of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) at Elevated Temperatures. *Agricultural biolog*y, 5: 88-95. doi:10.15389/agrobiology.2014.5.88eng

19. **Rahman, M.N., R. Hang and J. Schoenau**, 2020. Influence of soil temperature and moisture on micronutrient supply, plant uptake, and biomass yield of wheat, pea, and canola. *Journal of Plant Nutrition,* 43(6), 823-833, doi:10.1080/01904167.2020.1711941

20. **Rak, M.V., and E.N. Pukalova**, 2016. Cobalt in soil and crop production in Belarus and the efficiency of cobalt fertilizer application. *Soil Science and Agrochemistry,* 2(57), 90-99 (Ru) Available at: http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro_pdf/57/57-8.pdf

21. **Riesen, O. and U. Feller,** 2005. Redistribution of Nickel, Cobalt, Manganese, Zinc, and Cadmium via the Phloem in Young and Maturing Wheat. *Journal of Plant Nutrition*. 28(3):421-430. doi:10.1081/PLN-200049153

22. **Shiwakoti, S., V.D. Zheljazkov, H.T. Gollany, M. Kleber and B. Xing**, 2019 Micronutrients Decline under Long-term Tillage and Nitrogen Fertilization. *Scientific reports*, 9:12020 doi:10.1030/s41590-019-48408-6

23. **Svečnjak Z., M. Jenel, M. Bujan, D. Vitali and I.V. Dragojevic**, 2013 Trace Element Concentration in the Grain of Wheat Cultivars as Affected by Nitrogen Fertilization. *Agricultural and Food Science*, 22: 445-451

24. **Velu, G., I. Ortiz-Monasterio, I. Carmak, Y. Hao and R.P. Singh**, 2014. Biofortification Strategies to Increase Grain Zinc and Iron Concentration in Wheat. *Journal of Cereal Science*, 59:365-372. doi:10.1016/j.jcs.2013.09.001

25. **Weih, M., F. Pourazari and G. Vico,** 2016. Nutrient Stoichiometry in Winter Wheat: Element Concentration Pattern Reflects Developmental Stage and Weather. *Scientific reports,* 6:35958. doi: 10.1038/srep35958

26. **Zhao, R.R., B.Yu. Qu, Yi. P. Nong and C.Q. Zou**, 2019. Iron and Zinc Accumulation in Winter Wheat Regulated by Nicotinamine Synthase Responded to Increasing Nitrogen Levels. *Journal of Plant Nutrition*, 42(14),1624-2636. doi:10.1080/01904167.2019.1630427

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (3), 80-90 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Проучване влиянието на агрометеорологичните условия върху продуктивността от пролетен фий

Светлана Стоянова*, Диана Маринова, Гергана Иванова-Ковачева

Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик", 7007 Русе, България

A Study on the Effects of Agrometeorological Conditions on the Productivity of Narrow-Leaved Vetch

Svetlana Stoyanova*, Diana Marinova, Gergana Ivanova-Kovacheva

Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik", 7007 Ruse, Bulgaria
**E-mail: sv_stoianova@mail.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Влиянието на метеорологичните условия върху средните добиви на семена от пролетен фий „Образец 666", отглеждан в условията на силно излужен чернозем, са установени чрез полски опит, изведен през периода 2012-2016 год.

Валежните суми през вегетационния период се отличават с по-голяма вариабилност (VC=68.35%) в сравнение с валежите през март (VC=49.73%). Стабилна и ниска вариабилност (VC=8.96%) е температурната сума през вегетационния период.

Количественият израз на изменението на средните добиви в зависимост от валежните суми през зимния и вегетационния период, съобразно изчисления коефициент на детерминация, е 2.5% и хидротермичен коефициент (ХТК) - 8.8%.

Продуктивните възможности на културите на пролетния фий са функция от взаимодействието между валежите и температурите на месеците от април до юли (вегетационния период на културата), изразена чрез стойнос-

SUMMARY

The effects of the meteorological conditions on the average seed yield of narrow-leaved vetch, "Obrazets 666" variety, grown under conditions of strongly leached chernozem were determined via field experiment, conducted during 2012-2016.

The precipitation sums during the vegetation showed higher variability (VC=68.35%) than the precipitation in March (VC=49.73%). Stable and low was the variability of the temperature sums during the vegetation (VC=8.96%).

The quantitative expression of the variation of average yield, depending on the precipitation sums during winter and vegetation periods, in compliance with the calculated determination coefficient was 2.5%, and hydrothermal coefficient (HTC) - 8.8%.

The productive possibilities of the spring vetch crops are a function of the action between the rain and temperatures of the months from April to July (the vegetation period of the crop), shown with the value of the hydrothermic coefficient

тите на хидротермичния коефициент (ХТК). Получените стойности на ХТК се отличават с висока вариабилност, както за вегетационния период (VC=43.23%), така и по месеци (VC_{III}=49.73%; VC_{IV}=35.36%; VC_{V}= 63.35%; VC_{VI}= 49.42%; VC_{VII}=125.08%). В резултат на отчетените колебания на метеорологичните условия през периода на изследването, получените добиви са различни по години.

През изследвания период е установено, че изменението на продуктивните възможности на пролетния фий е повлияно по-силно от валежите през зимния период, като показателен е по-лученият коефициент на детерминация - 68%.

Отбелязаните температурни суми през вегетационния период на културата не са оказали положително влияние върху размера на средните добиви 0.4%.

Съчетаното въздействие на вегетационните валежи и температурната сума, изразени чрез хидротермичния коефициент, са оказали слабо влияние върху средните добиви (r=0.297).

Ключови думи: пролетен фий, продуктивност, сорт „Образец 666", хидротермичен коефициент

(HTC). The result of HTC differs with high variability for the vegetation period (VC=43.23%) and for the different months as well (VC_{III}=49.73%; VC_{IV}= 35.36%; VC_{V}=63.35%; VC_{VI}=49.42%; VC_{VII}=125.08%).

As a result of the reported fluctuations of the weather conditions during the time of testing, the yields differ by years.

During the test period is concluded that the changes of the productive possibilities of the vetch crops is influenced more by the winter rains, the coefficient of determination is 68%.

The shown temperatures during the vegetation period of the crop have not effected positively the size of the average yield 0.4%.

The combined effect of vegetation precipitation and the temperature sum, expressed by the hydrothermic coefficient (HTC), had a small effect on the average yields (r = 0.297).

Key words: narrow-leaved vetch, productivity, "Obrazets 666" variety, hydrothermal coefficient

УВОД

Фият е богат източник на белтъчен зърнен и тревен фураж. Ценен е и с това, че обогатява почвата с азот и е отличен предшественик за зимните житни култури. Съдържанието на белтъчини в семената е около 30%, в сеното 15, а в сламата 7-8%. Зелената маса, сеното и сламата на фия са богати на калций, а семената на фосфор. Той е и ценен компонент на зеления конвейер. Фият потиска развитието на плевелите и освобождава рано площите, което позволява навременната им и качествена обработка за следващите след фия зимни култури. Като културно растение у нас се отглежда най-често обикновения (пролетен) фий (Milkovski et al., 1969).

Пролетният фий не е много взискателен към климатичните условия. Той расте и се развива много

INTRODUCTION

Vetch is a rich source of protein grain and grass forage. It is also valuable because it enriches the soil with nitrogen and is an excellent predecessor for winter cereals. The protein content in the seed is about 30%, in the hay - 15, and in the straw 7-8%. The green mass, hay and straw of the vetch are rich in calcium and the seed – in phosphorus. It is also a valuable component of the green conveyor. Vetch suppresses the development of weeds and releases the areas early, which allows their timely and quality cultivation for the following winter crops. The common (spring) vetch is most often grown as a cultivated plant in Bulgaria (Milkovski et al., 1969).

Spring vetch is not very demanding to climatic conditions. It grows and develops very well in the northern regions, добре в по-северните райони, но за узряване на семената изисква повече топлина. В началото на развитието си не понася излишна почвена влага или засушаване. Той вирее най-добре в черноземните и ливадно-канелените почви, които са богати на хранителни вещества и вар. В кисели почви жизнената дейност на грудковите бактерии силно намалява и оттам добивите са ниски. Фият обикновено се засява след житни или окопни култури.

За своето нормално развитие се нуждае от достатъчно влага в почвата и правилно разпределени валежи през време на вегетацията (Ilieva, 1951; Kirchev, 2012).

Mousa (1997) и Jimenez (1999) са установили влиянието на някои биотични и абиотични фактори върху продуктивността на семената, добивите на зърно и фураж при самостоятелни и смесени посеви. Важен дял в проучванията относно определянето на количествените и качествени параметри на добива, заемат, посевните и торовите норми, азотфиксиращата способност на фия и влиянието му върху хранителния режим на почвата (Yankov et al., 1994; Kertikov, 2000; Orak, 2000; Kertikov, 2003; Kertikov and Kertikova, 2017).

Zhongliang и Zhaode (2001) изследват връзката между растежа и агрометеорологичните условия, чрез паралелен метод на наблюдение. Чрез симулация на корелацията са създали математически модели между растежа на листата, височината на растението и обхвата на стъблата, агрометеорологичните условия и подходящите агрометеорологични индекси за растеж, корелиращи се с реалния растеж на полето.

Настъпилите промени в метеорологичните условия през последното десетилетие, характеризиращи се с високи температури и силно колебание на валежния режим през отделните години, поставя пред сериозни изпитания отглеждането, както на

but requires more heat to ripen the seed.

At the beginning of its development it does not tolerate excess soil moisture or drought. It grows best in chernozem and meadow-cinnamon soils, which are rich in nutrients and lime. In acidic soils, the vital activity of tuberous bacteria is greatly reduced and therefore the yield is low. Vetch is usually sown after cereals or root crops.

For its normal development it needs sufficient moisture in the soil and properly distributed rainfalls during the growing season (Ilieva, 1951; Kirchev, 2012).

Mousa (1997) and Jimenez (1999) found the influence of some biotic and abiotic factors on seed productivity, grain yield and forage in single and mixed crops. The norms of sowing and fertilization, nitrogen-fixing ability of vetch and its influence on soil nutrition occupy an important part of the studies on the determination of quantitative and qualitative parameters of yield (Yankov et al., 1994, Kertikov, 2000, Orak, 2000; Kertikov, 2003, Kertikov and Kertikova, 2017).

Zhongliang and Zhaode (2001) investigated the relationship between growth and agrometeorological conditions using a parallel observation method. By simulating the correlation, they created mathematical models between leaf growth, plant height and stem range, agrometeorological conditions, and appropriate agrometeorological growth indices correlated with the actual field growth.

The changes in the meteorological conditions during the last decade, characterized with high temperatures and strong fluctuations in the regime of precipitation in years, pose serious challenges to the cultivation of all crops, including and spring vetch. This requires всички земеделски култури, така и на пролетния фий. Това налага извършването на задълбочени изследвания върху продуктивността на тази култура.

Настоящото изследване има за цел да установи добивите от семена на пролетен фий при условията на ИЗС "Образцов чифлик" - Русе

in-depth research on the productivity of the crop.

The objective of the study was to determine seed yield of spring vetch under conditions of IASS "Obraztsov Chiflik" - Ruse.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено през периода 2012-2016 год. в опитното поле на Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик", Русе на силно излужен чернозем, с ниско хумусно съдържание (1,98%), слабо запасен с N и P_2O_5 и добре запасен с K_2O. Обект на проучване е пролетен фий сорт „Образец 666". Същият е заложен при неполивни условия по метода на дробните парцели, в четири повторения на вариантите, при реколтна парцела 10m^2. Агротехническите мероприятия по отглеждане на фия се проведени съобразно общоприетата за района технология (Popov et al., 1966).

За установяване продуктивността на пролетен фий сорт „Образец 666", в зависимост от метеорологичните условия, са ползвани усреднени данни получени от полският опит. Проследени са показателите – сума на валежите (mm) и месечната температурна сума (^{0}C) през вегетационния период на пролетния фий. За оценка на обезпечеността на културата с влага е изчислен хидротермичният коефициент (ХТК) по Selyaninov (1958).

Извършен е корелационен анализ, определен е вариационния коефициент (VC) на добива на семена. Данните са обработени с помощта на програмния продукт SPSS 19.0.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the period 2012-2016 in the experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik", Ruse on highly leached chernozem, with low humus content (1.98%), poorly stocked with N and P_2O_5 and well stocked with K_2O. The object of research is the spring vetch variety "Obrazets 666". The same one is done in non-irrigated conditions in the method of fractional plots, repeated 4 times with harvest by plot being 10m^2. The agrotechnical measures for growing vetch were conducted in accordance with the generally-accepted for the region technology (Popov et al., 1966).

To determine the productivity of the spring vetch "Obrazets 666" variety, depending on the meteorological conditions, data about the average yield from the experiment were used. The indicators – amount of precipitation (mm) and monthly temperature (^{0}C) during the vegetation period of the spring vetch are monitored. To assessment moisture supply of the crop the hydrothermal coefficient was also measured by Selyaninov (1958).

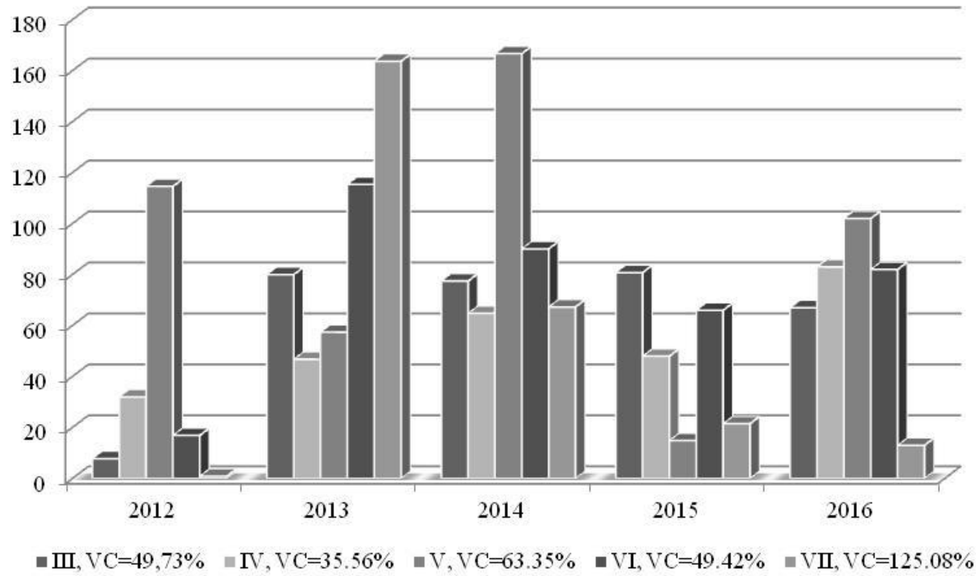
A correlation analysis is made and the variation coefficient (VC) of seed yield is measured. The data is processed with the program SPSS 19.0.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Годините на проучването през периода 2012-2016 год. се различават, както по количество валежи, така и по разпределението им по време на вегетацията (Фигура 1).

RESULTS AND DISCUSSION

The years of the study in the period 2012-2016 differ both in the amount of precipitation and in their distribution during the vegetation (Figure 1).



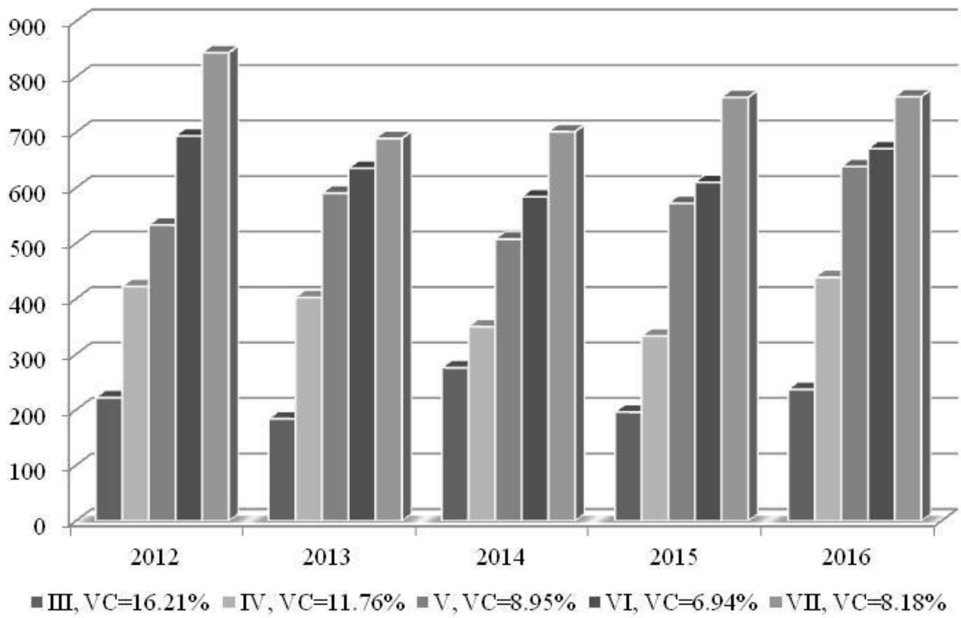
Фиг. 1. Валежни суми по месеци през периода 2012-2016 год., %
Fig. 1. Precipitation sums by month during the period 2012-2016, %

През март валежните суми варират в границите от 8 mm m^{-2} за 2012 год. до 81 mm m^{-2} за 2015 год., а тези през вегетационния период (IV до VII) между 1 до 167 mm m^{-2} за 2014 год. Вариационните коефициенти средно за периодите (VC) са съответно 49.73% и 68,35%. Наблюдава се 1.4 пъти по-висока вариабилност на вегетационните валежи в сравнение с тези през март, което би ги определило като нестабилни и преди всичко несигурни във времето.

За разлика от валежите през месеците на вегетационния период (IV до VII), температурните суми се колебаят по-слабо (Фигура 2).

In March the precipitation varied in the range from 8 mm m^{-2} in 2012 to 81 mm m^{-2} in 2015, and those during the vegetation period (IV to VII) between 1 to 167 mm m^{-2} in 2014. The coefficients of variation on average for the periods (VC) were 49.73% and 68.35%, respectively. There was 1.4 higher variability of vegetation precipitation compared to that in March, which would define them as unstable and above all uncertain over time.

In contrast to the precipitation during the months of the vegetation period (IV to VII), the temperature sums fluctuated less (Figure 2).



Фиг. 2. Температурни суми по месеци през периода 2012-2016 год., %
Fig. 2. Temperature sums by month during the period 2012-2016, %

Показателни са получените по-ниски стойности на вариационните коефициенти, които варират от 11.76% през април до 8.18% през юли и средно за периода 8.96%.

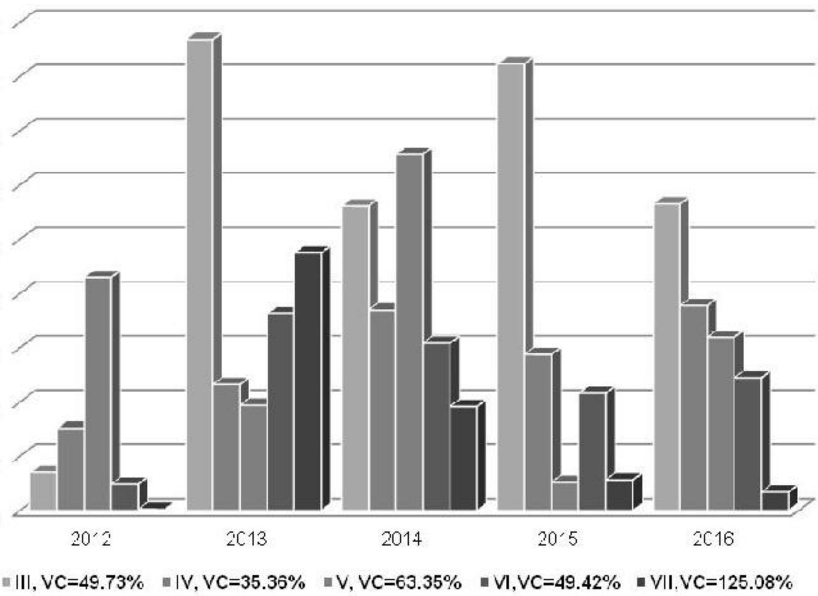
Те се характеризират с по-голяма стабилност и не са с доминиращо значение за получените добиви семена от пролетен фий.

Продуктивните възможности на културите, в т.ч. и на пролетния фий са функция от взаимодействието между валежите и температурите на месеците от април до юли (вегетационния период на културата), изразена чрез стойностите на хидротермичния коефициент (ХТК). Получените стойности на ХТК се отличават с висока вариабилност, както за вегетационния период (VC=43.23%), така и по месеци (VC_{III}=49.73%; VC_{IV}=35.36%; VC_{V}=63.35%; VC_{VI}=49.42%; VC_{VII}=125.08% (Фигура 3)).

The lower values of the coefficients of variation were indicative. They varied from 11.76% in April to 8.18% in July and an average of 8.96% for the period.

They were characterized with greater stability and were not of dominant importance for the obtained seed yield of spring vetch.

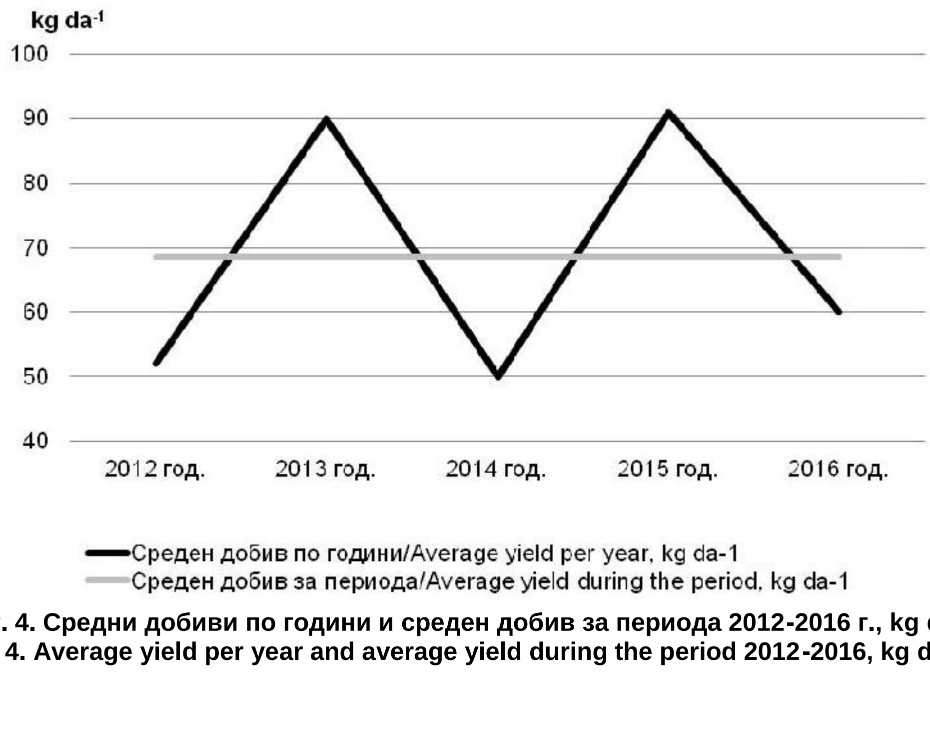
The productive possibilities of the crops, including spring vetch were a function of the interaction between precipitation and temperatures from April to July (the growing season of the crop), expressed by the values of the hydrothermal coefficient (HTC). The obtained values of HTC were characterized with high variability, both for the growing season (VC=43.23%) and by month (VCIII=49.73%; VCIV=35.36%; VCV=63.35%; VCVI=49.42%; VCVII=125.08% (Figure 3)).



Фиг. 3. ХТК по месеци през периода 2012-2016 год., %
Fig. 3. HTC by month during the period 2012-2016, %

В резултат на отчетените колебания на метеорологичните условия през периода на изследването, получените добиви са различни по години (Фигура 4).

As a result of the reported fluctuations of the meteorological conditions during the period of study, the obtained yield was different by year (Figure 4).



Фиг. 4. Средни добиви по години и среден добив за периода 2012-2016 г., kg da $^{-1}$
Fig. 4. Average yield per year and average yield during the period 2012-2016, kg da $^{-1}$

През пет годишния период на изследване, броят на годините с добиви по-високи от средния за периода – 68.6 kg da^{-1} са две (40%), а по-ниски са останалите три години (60%) което означава, че преобладават годините с по-неблагоприятни метеорологични условия и с повече икономически загуби на семена. За отбелязване е, че сравнително ниски добиви под средния за периода (68.6 kg da^{-1}) са получени през 2012 год. – 52 kg da^{-1}, 2014 год. - 50 kg da^{-1} и 2016 год. - 60 kg da^{-1}.

Характерно за метеорологичните условия през тези години е, че падналите валежи са били недостатъчни и неравномерно разпределени.

През 2014 и 2016 год., когато са получени най-ниски добиви е имало преовлажняване през месец май, показателен за който е високият ХТК=3.28>2.0, което допринесе за развитието на буйна вегетативна маса, полягане, загниване на стъблата, продължителен цъфтеж и слабо осеменяване.

Причината за ниските добиви през стопанската 2012 год. са в резултат от настъпилото засушаване през месеците март, април, юни и юли, чиито период съвпада с периода на формиране на репродуктивните органи и наливане на зърното, за което е показателен ниският ХТК, който варира от 0.01 до 0.76. Това доведе до неравномерно поникване и ненормално развитие на растенията. Валежите паднали през месец май с ХТК=2.15, забавиха цъфтежа на фиевите растения.

Прилагането на сравнителния анализ за съпоставяне на метеорологичните условия с получените добиви по години, не позволява да се оцени точно степента и силата на връзката между тях. Затова са проследени аналитичните зависимости на средните добиви във функция от отделните елементи на метеорологичните условия – валежи, среднодневни температури и комбинацията между тях, изразена чрез ХТК. Получените

During the five-year study period, the number of years with yield higher than the average for the period - 68.6 kg da^{-1} were two (40%) and the remaining three years (60%), were lower, which means that years with less favorable weather conditions and more economic losses of seed predominated. It should be noted that relatively low yield below the average for the period (68.6 kg da^{-1}) were obtained in 2012 - 52 kg da^{-1}, in 2014 - 50 kg da^{-1} and in 2016 - 60 kg da^{-1}.

Characteristic of the meteorological conditions during those years was that the precipitation was insufficient and unevenly distributed.

In 2014 and 2016, when the lowest yield was obtained, there was overwetting in May, as the high HTC = 3.28> 2.0 was indicative, which contributed to the development of lush vegetative mass, lodging, rot of stems, prolonged flowering and poor insemination.

The reason for the low yield in 2012 was the drought in March, April, June and July, the period of which coincided with the period of formation of the reproductive organs and grain filling, the low HTC, which varied from 0.01 to 0.76, was indicative.

That led to uneven sprouting and abnormal plant development. Precipitation in May with HTC = 2.15, slowed the flowering of vetch plants.

The application of the comparative analysis for comparison of the meteorological conditions with the obtained yield by year did not allow to estimate exactly the degree and strength of the relation between them. Therefore, the analytical dependences of the average yield as a function of the individual elements of the meteorological conditions - precipitation, average daily temperatures and the combination between them, expressed via HTC, were traced. The стойности са отразени в Таблица 1.

values obtained were shown in Table 1.

Таблица 1. Стойности на множествените корелационни коефициенти и коефициенти на детерминация между добива на семена от фий и някои метеорологични фактори при доверителна достоверност P=95%

Table 1.Values of multiple correlation coefficients and coefficients of determination between seed yield of vetch and some meteorological factors, P = 95%

№	Метеорологични фактори Meteorological factors	Коефициенти на корелация Coefficients of correlation, r	Грешка Error (±SE)	Коефициенти на детерминация Coefficients of determination (r^2*100)
1	Сума от месечните валежи през зимния (II-III) и вегетационния (IV-VII) периоди Sums of monthly precipitation during the winter (II-III) and vegetation (IV-VII) periods	0.157	23.19	2.5
2	Сумата от месечните валежи през зимния период (II-III) Sums of monthly precipitation during the winter period (II-III)	0.824	13.28	68
3	Сумата от месечните валежи през вегетационния период (IV-VII) Sums of monthly precipitation during the vegetation period (IV-VII)	-0.085	23.4	0.7
4	Температурната сума през вегетационния период (IV-VII) Temperature sums during the vegetation period (IV-VII)	-0.067	23.43	0.4
5	Хидротермичен коефициент за целия вегетационен период (IV-VII) HTC during the whole vegetation period (IV-VII)	0,297	22.43	8.8

Резултатите от корелационния и регресионен анализ показват, че валежните суми общо за зимния (II-III) и вегетационния (IV-VII) периоди са оказали слабо влияние върху средните добиви (r=0.157). Количественият израз на изменението на добивите от този фактор е 2.5%, съгласно коефициента на детерминация (r^2 * 100).

При разглеждане влиянието на валежните суми върху добивите поотделно през зимния (II-III) и вегетационния (IV-VII) периоди е установено, че изменението в добивите на фия е повлияно по-силно от валежите през зимния период. Показателни са получените коефициенти на детерминация, които съответно са 68 и 0.7%. Това показва, че доминиращо положително влияние за формирането на добивите имат валежите през зимния период. От изчисления коефициент на корелация

The results of the correlation and regression analysis showed that the precipitation amounts for the winter (II-III) and vegetation (IV-VII) periods had small effects on the average yield (r = 0.157). The quantitative expression of the variation in yield regarding that factor was 2.5%, according to the coefficient of determination (r^2 * 100).

When considering the influence of precipitation amounts on the yield separately during the winter (II-III) and vegetation (IV-VII) periods, it was found that the variation of vetch yield was more strongly influenced by the precipitation during the winter period. The obtained coefficients of determination were indicative - 68 and 0.7%, respectively. That showed that precipitation during the winter had dominant positive influence on the formation of yield. From the calculated correlation coefficient is stated that their се констатира, че тяхното действие е положително и силно изразено (r=0.824). Съгласно коефициента на детермина-ция, изменението на средните добиви от този фактор е 68%.

Отбелязаните температурни суми през вегетационния период на култура-та не са оказали положително влияние върху размера на средните добиви 0.4%.

Съчетаното въздействие на веге-тационните валежи и температурната сума, изразени чрез хидротермичния коефициент, са оказали слабо влияние върху средните добиви (r=0.297).

ИЗВОДИ

През периода на проучването 2012-2016 год. продуктивността на фия се намира в пряка зависимост от метеорологичните условия.

Валежните суми през вегетацион-ния период се отличават с по-голяма вариабилност (VC=68.35%) в сравнение с валежите през м. март (VC=49.73%). Стабилна и ниска вариабилност (VC=8.96%) е температурната сума през вегетационния период.

Количественият израз на измене-нието на средните добиви в зависимост от валежните суми през зимния и веге-тационния период съобразно изчисле-ния коефициент на детерминация е 2.5% и от ХТК през вегетационния период е 8.8%.

Продуктивните възможности на пролетния фий са функция от взаимо-действието между валежите и темпе-ратурите на месеците от април до юли (вегетационния период на културата), изразена чрез стойностите на хидро-термичния коефициент (ХТК).

Получените стойности на ХТК се отличават с висока вариабилност, както за вегетационния период (VC=43.23%), така и по месеци (VC_{III}=49.73%; VC_{IV}=35.36%; VC_{V}=63.35%; VC_{VI}=49.42%; VC_{VII}=125.08%).

Отбелязаните температурни суми през вегетационния период на култура-

behavior is positive and strongly visible (r=0.824). According to the determination coefficient, the change in the average yields from this factor is 68%.

The recorded temperature sums during the vegetation period of the crop did not have positive effects on the average yield, 0.4%.

The combined effect of the vegetation rains and temperature numbers, shown by the hydro thermal coefficient, have made little difference on the average yields (r=0.297).

CONCLUSIONS

During the period of study 2012-2016, the productivity of vetch was directly dependent on the meteorological conditions.

The precipitation during the vegetation period was characterized with greater variability (VC=68.35%) compared to the precipitation in March (VC=49.73%). The temperature sum during the growing season was stable and with low variability (VC = 8.96%).

The quantitative expression of the variation in the average yield depending on the precipitation amounts during the winter and the vegetation period according to the calculated coefficient of determination was 2.5% and by HTC during the vegetation period was 8.8%.

The productive possibilities of the spring vetch are a function from the effects from rains and temperatures from April to July (vegetation period), shown by the hydro thermal coefficient (HTC).

The received results from HTC differ with high variability for the vegetation period (VC=43.23%) and for per month as well месеци (VC_{III}=49.73%; VC_{IV}=35.36%; VC_{V}=63.35%; VC_{VI}=49.42%; VC_{VII}=125.08%).

The shown temperatures during the vegetation period of the crop have not та не са оказали положително влияние върху размера на средните добиви 0.4%.

Съчетаното въздействие на вегетационните валежи и температурната сума, изразени чрез хидротермичния коефициент, са оказали слабо влияние върху средните добиви (r=0.297).

effected positively the size of the average yield 0.4%.

The combined effect of the vegetation rains and temperature numbers, shown by the hydro thermal coefficient, have made little difference on the average yields (r=0.297).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ilieva, A.**, 1951. Vetch. Zemizdat, Sofia (Bg).
2. **Jimenez, M.**, 1999. Herbage and Seed Yield of Common Vetch (*V. sativa*). I*n:* Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, France, pp. 571-572.
3. **Kertikov, T. and D. Kertikova**, 2017. Study on Grain Yield in Spring Vetch Variety "Tempo" Depending on the Technology of Cultivation. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 20 (6), 104-112 (Bg).
4. **Kertikov, T.**, 2000. Establishing Optimal Seed and Fertilizer Norms of Spring Vetch for Grain Production. *Rastenievadni nauki*, 37(8), 625-628 (Bg).
5. **Kertikov, T.**, 2003. Quantitative and Qualitative Parameters of the Yield of Spring Vetch (*Vicia sativa* L.) Depending on Harvesting Phenophase. *Rastenievadni nauki*, 40(6), 525-531 (Bg).
6. **Kirchev, D.**, 2012. Technologies in Crop Production. Science and Economics, Varna, pp. 195-196 (Bg).
7. **Milkovski, J., K. Enikov and E. Hershkovich**, 1969. Soil-Climatic Zoning of the Main Field Crops. BAS, Sofia, pp. 313-324 (Bg).
8. **Mousa, M., M. Ahmed and A. Mohamed**, 1997. Effect of Phosphorus Fertilizer and Seeding Rates of Forage Yield of *V. sativa*. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 70, 861-872.
9. **Orak, A.**, 2000. An Investigation on Yield and Yield Components of Some Common Vetch (V. sativa) Genotypes. *Acta Agronomica Hungarica*, 48, 295-299.
10. **Popov, A., K. Pavlov and P. Popov**, 1966. Plant growing: Cereals and fodder crops*,* Zemizdat, vol. II*,* Sofia*,* pp. 148-164 (Bg).
11. **Selyaninov, G.,** 1958. On the Agricultural Assessment of Climate. *Labor on Agricultural Meteorology*, vol. XX (Bg).
12. **Zhongliang, T., and Zhou Z.,** 2001. Influence of Agrometeorological Conditions on the Growth and Yield of Ilex Latifolia Thunb. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 02. ISSN: 1000-2561.
13. **Yankov, B., I. Dimitrov and T. Kertikov,** 1995. Productivity of Some Vetch Species and Forms and Their Effect on the Soil Nutritive Regime. *Rastenievadni nauki*, 32(6), 123-125 (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (3), 91-107
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на листно приложени регулатори на растежа върху добива на пролетен фий *(Vicia sativa* L.*)*

Николай Минев

Аграрен университет, бул. Менделеев 12, 4000 Пловдив, България

Effect of Foliar Applied Growth Regulators on the Yield of Common Vetch (*Vicia sativa* L.)

Nikolay Minev

Agricultural University, 12 Mendeleev Blvd., 4000 Plovdiv, Bulgaria
**E-mail: nikiminev@abv.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Целта на проучването е да се установи ефекта върху добива на листно приложени растежни регулатори при пролетния фий *(Vicia sativa* L.*)*. За изпълнението на тази цел в периода 2008-2010 година на УОВБ на Аграрен Университет - Пловдив бе проведен тригодишен полски опит с два сорта пролетен фий – Добруджа и Образец 666. Опитът бе заложен по метода на дробните парцели в четири повторения и големина на опитната парцела от 10 m^2. Получените резултати показват, че внесените във фаза бутонизация-начало на цъфтеж растежни регулатори повлияват до голяма степен добива на зърно (Бормакс, РЕНИ Д и РЕНИ), суха вегетативна маса (Бормакс, РЕНИ Д и Mn хелат) и жътвения индекс (Бормакс) при двата сорта пролетен фий.

Ключови думи: пролетен фий, растежни регулатори, зърнено-бобови култури

SUMMARY

The aim of the present study was to determine the effect of foliar applied growth regulators on the yield of common vetch (*Vicia sativa* L.). For achieving it, a three-year field trial was carried out in the period 2008-2010 in the Training-and-Experimental Fields of the Agricultural University - Plovdiv with two common vetch cultivars – Dobrudzha and Obrazets 666. Split-plot design in four replications was used, the size of the experimental plot being 10 m^2. The results obtained show that the growth regulators applied at the stage of budding – beginning of flowering had a significant effect on the grain yield (Bormax, RENI D and RENI), the dry biomass (Bormax, RENI D and Mn chelate) and the harvest index (Bormax) in both common vetch cultivars.

Key words: common vetch, growth regulators, grain and leguminous crops

УВОД

Третирането на граховите и фиевите растения с растежни регулатори е сложно обусловено явление, зависещо

INTRODUCTION

Treatment of pea and vetch plants with growth regulators is a complex phenomenon, depending not only on the не само от характера и дозите на активните вещества, а и от конкретните съчетания на външните фактори с технологията на отглеждане на културите. Редица автори установяват, че ефектът от прилагането на регулаторите на растежа се определя и от фазата на развитие (Chandra et al., 1989; Skrobakova, 1995; Awasthi et al., 1998; Abd-El-Hamied et al., 1999; Prusinski and Borowska, 2001; Elkoca and Kantar, 2006). Някои автори установяват и сортова специфика към приложените растежни регулатори (Chandra et al., 1989; Kholodar et al., 2002; Kertikov, 2005).

При опити изведени в Института по фуражите - Плевен е установено понижение на покълването на семената и при двете дози на изпитване, след обработване на семената със стероидни глюкозиди (препарати Молсим и Екостим) в концентрации 0,01 и 0,001%. При третиране на семената за 4 часа и пръскане на растенията във фаза отрастване с доза 0,01% добивът се повишава с 13,6% (Екостим) и 14,6% (Молстим). Обработването на семената за 4 часа плюс двукратно пръскане (фази отрастване и бутонизация) води до снижение на добива с 8,6%, което доказва влиянието на фазата, в която се прилагат регулаторите на растежа (Кертиков, 1998).

В тригодишен опит Sarikova (1995) отчита средно 6% повишение на добива на зърно при грах сорт Богатир, третиран по време на вегетацията с Растим и Атоник, а Radtseva et al. (1993) установяват, че третирането на граховите растения във фаза бутонизация с концентрат на кетосулфиди води до повишаване добива на зърно и съдържанието на суров протеин. Stakhova et al. (2000) констатират положителен ефект от приложението на фолиевата киселина при граха, като при третиране в доза 25 mg/l във фаза цъфтеж, увеличението на добива на зърно достига до 26-29%.

Листното приложение на регулаторите на растежа TIBA (300 ppm), NAA

nature and rates of the active substances applied, but also on the specific combinations of external factors with the crop growing technology. A number of authors established that the effect of the growth regulators applied was also determined by the development stage of the crop (Chandra et al., 1989; Skrobakova, 1995; Awasthi et al., 1998; Abd-El-Hamied et al., 1999; Prusinski and Borowska, 2001; Elkoca and Kantar, 2006). Some authors also found varietal response to the applied growth regulators (Chandra et al., 1989; Kholodar et al., 2002; Kertikov, 2005).

In experiments carried out at the Institute of Forage Crops - Pleven, a decrease in the seed germination rate was found after treatment of the seeds with steroid glycosides (products Molstim and Ecostim) in concentrations of 0,01 and 0,001%, at both studied rates. When treating the seeds for 4 hours and spraying the plants at the growth stage with a rate of 0,01%, the yield increased by 13,6% (Ecostim) and 14,6% (Molstim), respectively. Seed treatment for 4 hours plus double spraying (stages of growth and budding) caused a decrease in yield by 8,6%, which proved the effect of the phenological stage at the time of applying the growth regulators (Kertikov, 1998).

In a three-year trial with peas of Bogatir cultivar, Sarikova (1995) reported an average grain yield increase of 6% after treatment with Rastim and Atonik during vegetation, while Radtseva et al. (1993) found that the treatment of pea plants with a ketosulfide concentrate at the budding stage led to an increase both in grain yield and in crude protein content. Stakhova et al. (2000) established a positive effect of the application of folic acid in peas and after treatment with 25 mg/l at the flowering stage, the increase in grain yield reached up to 26-29%.

Foliar application of the growth regulators TIBA (300 ppm), NAA (20 ppm), GA3 (30 ppm) and CCC (500 ppm)

(20 ppm), GA3 (30 ppm) и CCC (500 ppm) при три сорта гълъбов грах *(Cajanus cajan* L.*)* води до повишаване на добива на зърно и съдържанието на протеин. Най-отчетливи резултати са регистрирани при NAA и CCC средно със 7,9 и 7,7% по-висок добив на зърно и 1,9 и 2,7% на суров протеин спрямо контролата (Kadam and Pol, 2007).

Kertikov and Radeva (1998) след третиране на пролетен фий Образец 666 с препаратите Молстим и Екостим установяват най-висок ефект при прилагане във фаза бутонизация - начало на цъфтеж при концентрация на работния разтвор 0,5%. Добивът на зърно се повишава средно с 21,8 и 18,1% спрямо контролата (третирана с вода). Третирането на пролетния фий Образец 666 във фаза отрастване с биостимулаторите Молстим и Екостим (0,01%) повишава добива на зърно с 11,6 и 6% спрямо контролата (третирана с вода), като процентното съдържание на суров протеин се повишава с 0,5 до 1 пункта. Най-висок добив на суров протеин – с 136 kg/ha и 122 kg/ha спрямо контролата е получен при третирането на фия с биостимулаторите Молстим и Екостим (0.01%) във фаза бутонизация - начало на цъфтеж.

Целта на проучването е да се установи ефекта върху добива на зърно, суха вегетативна маса и жътвения индекс при двата сорта пролетен фий – Добруджа и Образец 666.

in three pigeon pea cultivars (*Cajanus cajan* L.) led to an increase in the grain yield and the protein content. The most obvious results were recorded after treatment with NAA and CCC, with an average of 7,9 and 7,7% higher grain yield and 1,9 and 2,7% higher crude protein content compared to the control (Kadam and Pol, 2007).

Kertikov and Radeva (1998), after treatment of common vetch Obrazets 666 with the products Molstim and Ecostim, found the highest effect when applying the stimulators at the stage of budding – beginning of flowering, at a concentration of the spray solution of 0,5%. Grain yield increased by 21,8 and 18,1% on average compared to the control (treated with water). Treatment of common vetch Obrazets 666 with the biostimulators Molstim and Ekostim (0.01%) applied at the stage of growth, increased the grain yield by 11.6 and 6% compared to the control (treated with water) and the percentage of crude protein increased by 0,5 to 1. The highest crude protein yield – by 13,6 kg/da and 12,2 kg/da higher compared to the control, was obtained after treatment of vetch at the stage of budding – beginning of flowering with the biostimulators Molstim and Ecostim (0,01%).

The aim of the present study was to determine the effect of foliar applied growth regulators on the grain yield, the dry biomass and the harvest index in both common vetch cultivars - Dobrudzha and Obrazets 666.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За постигане на поставената цел е изведен полски опит, за установяване влиянието на РЕНИ, прилаган самостоятелно и в комбинация с бор, както и на търговските препарати Бормакс, Манганов хелат и Молибденит върху продуктивността на сортове пролетен фий. Опитът е заложен по метода на дробните парцели в четири повторения и големина на опитната парцела 10 m^2.

Третирането на сортовете е из-

MATERIAL AND METHODS

A field trial was carried out to establish the effect of RENI, applied separately and in a combination with boron, as well as the commercial products Bormax, Manganese Chelate and Molybdenite, on the productivity of common vetch cultivars. The experiment was based on the split-plot method in four replications, the size of the experimental plot being 10 m^2.

The cultivars were treated at the

извършено във фаза бутонизация-начало на цъфтеж, при следните концентрации: РЕНИ – 0,5%; РЕНИ Д – 0,5%; Манганов хелат – 0,4%; Молибденит – 0,2%; Бормакс – 0,4%.

Предшественик на полския опит е пшеницата, като след прибирането ú е извършена основна обработка на дълбочина 25-30 cm. След дълбоката обработка, е извършено и дискуване на площите, предназначени за двете култури. Предсеитбено са извършени две култивирания на дълбочината на сеитбата.

Преди сеитбата е отчетена и лабораторната кълняемост на семената, като кълняемостта при пролетните сортове фий е съответно 98% при Добруджа и 99% при Образец 666. Поради високите стойности на лабораторната кълняемост на семената сериозна корекция в предварително предвидените сеитбени норми не бе необходима.

Сеитбата е извършена в оптималния агротехнически срок– средата на март. Залагането на фия е осъществено с помощта на парцелна сеялка с ширина 1,5 m, на междуредово разстояние 12 cm, дълбочина 6-10 cm и сеитбена норма 180 kg/ha. Непосредствено след сеитбата засятата площ е валирана с грайферни валяци за по-добър контакт на семената с почвата и дружно поникване на растенията. След валирането е извършено третиране на почвата с Дуал Голд 960ЕК 1,5 l/ha срещу едногодишните житни плевели в т.ч. балур от семе и някои широколистни плевели.

По време на фаза цъфтежа бе внесен четирикратно за граха и трикратно за фия инсектицида Нуреле Дурсбан в доза 500 ml/ha срещу фиевия зърнояд *(Bruchus rufimanus)* и листните въшки *(p. Aphis)*.

По време на вегетацията във фаза отрастване е внесен системния хербицид Фузилад Форте в доза 1,30 l/ha срещу балур от коренища *(Sorghum halepense)*, троскот *(Cynodon dactylon)*, кощрява *(Setaria viridis, Setaria glauca)* и

stage of budding – beginning of flowering with the following concentrations: RENI – 0,5%; RENI D – 0,5%; Manganese chelate – 0,4%; Molybdenite – 0,2%; Bormax – 0,4%.

The predecessor in that field trial was wheat and deep soil tillage was performed at a depth of 25-30 cm after its harvesting. After the soil cultivation, the areas were disked. Two pre-sowing cultivations were carried out at the depth of sowing.

The laboratory germination rate of the seeds was determined before sowing, reporting the rate of 98% in Dobrudzha and 99% in Obrazets 666 cultuvars, respectively. Due to the high values of the laboratory germination rate of the seeds, a serious correction in the previously planned sowing rates was not necessary.

Sowing was carried out in the optimal agrotechnical term, in the middle of March, with a plot seed drill with a width of 1,5 m, at a row spacing of 12 cm, a depth of 6-10 cm and a sowing rate of 180 kg/ha. Immediately after sowing, the area was rolled with toothed rollers for a better contact of the seeds with soil and uniform plant emergence.

After rolling, the soil was treated with Dual Gold 960EC – 1,5 l/ha against annual grassy weeds, including Johnson grass from seeds and some broadleaf weeds.

During the flowering stage, Nurelle Dursban insecticide was applied at the rate of 500 ml/ha, four times in peas and three times in common vetch, against broad bean weevil (*Bruchus rufimanus*) and aphids (*P. Aphids*).

During vegetation, the systemic herbicide Fusilad Forte was applied at the rate of 1,3 l/ha against rhizome Johnson grass (*Sorghum halepense*), Bermuda grass (*Cynodon dactylon*), Green Foxtail (*Setaria viridis, Setaria glauca*) and wild див овес *(Avena fatua)*.

Прибирането на зърното е извършено във фаза пълна зрялост на семената с плотен комбайн за опитни цели Wintersteiger.

Почвени анализи:

Минерален азот (амониев и нитратен) чрез екстракция с 1% KCl; Количеството на подвижните фосфати са определени по метода на Egner-Reim; Усвоимият калий е определен след извличане с 2N HCl киселина; Почвената реакция (pH) – потенциометрично във воден извлек.

Растителни анализи:

Добив на зърно (kg/ha - отчетен във фаза пълна зрялост на фия след предварително окосяване на всяка парцелка за доизсушаване и последващо овършаване с комбайн и претегляне количеството зърно на всеки вариант поотделно.

Добив на суха вегетативна маса (kg/ha) - отчетен чрез предварително претегляне на общата маса (зърно и суха вегетативна маса). След приспадане на семената остава количеството суха вегетативна маса за всеки от изследваните варианти в kg/ha.

Жътвен индекс (HI) – показател, отразяващ съотношението на семената спрямо общата биомаса, т.е. съотношението на генеративните спрямо вегетативните части на растенията.

Използвани сортове пролетен фий:

Пролетен фий сорт Образец 666. Сортът е създаден е от проф. М. Пехливанов и е изпитан в системата на държавното сортоизпитване за БСК през 1970-1973 г. и за РХС - през 2001-2002 г. Сортът има бърз темп на развитие, рано изцъфтява и узрява, като изпреварва летните засушавания. Абсолютно тегло на семената – 80-100 g и хектолитрова маса – 80-85 kg. Среден добив 232,6 kg/da.

oats (*Avena fatua*).

The grain was harvested at the stage of full maturity with Wintersteiger plot combine harvester for experimental purposes.

Soil Analyses:

Mineral nitrogen (ammonium and nitrate) by extraction with 1% KCl was applied. The amount of mobile phosphates was determined by the Egner-Reim method. Absorbable potassium was determined after extraction with 2N HCl acid. Soil reaction (pH) was measured potentiometrically in aqueous extract.

Plant Analyses:

Grain yield (kg/ha) was reported at full maturity stage of common vetch after pre-mowing of each plot for drying and subsequent threshing with a combine harvester and weighing the amount of grain of each variant separately.

Yield of the dry biomass (kg/ha) was reported by pre-weighing the total mass (grain and dry vegetative mass). After deducting the amount of seeds, the amount of dry mass was obtained in kg/ha for each of the experimental variants.

Harvest index (HI) - an indicator that reflects the ratio of seeds to total biomass, i.e. the ratio of the generative to the vegetative parts of the plants.

Common vetch cultivars used:

Common vetch, cultivar Obrazets 666. The cultivar was developed by Prof. M. Pehlivanov and tested by the State Varietal Testing system for biological and economic qualities in 1970-1973 and for distinctness, uniformity and stability – in 2001-2002. The cultivar has a rapid development rate, early flowering and matures before summer droughts. The absolute seed weight is 80-100 g and the hectolitre weight – 80-85 kg. The average yield is 232,6 kg/da.

Пролетен фий сорт Добруджа. Създаден в Добруджански земеделски институт - гр. Генерал Тошево. Изпитван в системата на държавното сортоизпитване за БСК през 2001-2002 г., а за РХС - през 2002-2003 г. Вегетационният период е средно 81 дни. Височината на залагане на първия боб е 33 cm. Сортът е неустойчив на полягане, както и стандартния сорт. Масата на 1000 семена е 62,99 g. Хектолитровата маса варира от 76,9 до 85 kg. Съдържанието на протеин е средно 31,37% абс. сухо вещество. Има средна устойчивост на аскохитоза и устойчивост на брашнеста мана и ръжда.

Използвани растежни регулатори:

РЕНИ - Препаратите РЕНИ са комбинации от йоните на молибден, манган, магнезий в различни концентрации и съотношения, които допълнително и целенасочено се комбинират с агенти, имащи известно биохимично и физиологично действие, като микроелементи, синтетични регулатори от цитокининов тип, основни метаболити и др. РЕНИ (комбинация от йоните на молибден, манган, магнезий) и РЕНИ-Д – основния състав на препаратите РЕНИ с добавка на B (бор).

Манганов хелат – листен тор за фертигация, хидропоника и листно приложение при недостиг на манган. Прилага се в концентрация 0,2-0,4% разтвор. Използването може да бъде комбинирано с листно подхранване с воден разтвор на карбамид. Тук Mn е в хелатна форма (EDTA), която е по-лесно достъпна за растенията.

Молибденит – листен тор за фертигация, хидропоника и листно приложение при култури с високо изискване на молибден: картофи, зеле, броколи, фасул, грах, домати. Листно приложение в концентрация 0,1 – 0,2%.

Бормакс – листен тор за всички култури с високи изисквания към бор – царевица, цвекло, овощни, картофи,

Common vetch, cultivar Dobrudzha. Established at Dobrudzha Agricultural Institute in General Toshevo. Tested by the State Varietal Testing system for biological and economic qualities in 2001-2002 and for distinctness, uniformity and stability – in 2002-2003. The vegetation period is 81 days on average. The height of the first pod is 33 cm. The cultivar is susceptible to lodging, as is the standard cultivar. The weight of 1000 seeds is 62,99 g. The hectoliter weight varies from 76,9 to 85 kg. The protein content is 31,37% of the absolute dry matter on average. It is moderately resistant to ascochitosis and resistant to powdery mildew and rust.

Growth regulators used:

RENI – RENI products are combinations of molybdenum, manganese and magnesium ions in different concentrations and ratios, which are additionally and purposefully combined with agents with a biochemical and physiological action, such as trace elements, synthetic regulators of cytokinin type, basic metabolites and others. RENI is a combination of molybdenum, manganese and magnesium ions and RENI-D contains the main elements of RENI products with B (boron) added.

Manganese chelate – a foliar fertilizer for fertigation, hydroponics and foliar application in manganese deficiency. It is applied at a concentration of 0,2-0,4% solution. Its application can be combined with foliar nutrition with an aqueous solution of urea. In the present study Mn is in a chelated form (EDTA), which is easily absorbed by plants.

Molybdenite – a foliar fertilizer for fertigation, hydroponics and foliar application in crops with high molybdenum requirements: potatoes, cabbage, broccoli, beans, peas, tomatoes. Leaf application is at a concentration of 0,1-0,2%.

Bormax – a foliar fertilizer for different crops with high requirements for boron – corn, beets, fruits, potatoes, бобови, зеленчукови и цветя. Листно приложение: концентрация 0,3 – 0,4%. Норма на приложение - 1 l/ha.

Почвено-климатична характеристика

Почвата в УОВБ на АУ - Пловдив е алувиално-ливадна. По географско разпространение се отнася към Тракийско-Странджанският район и първи подрайон от същия район. Алувиално-ливадните почви са развити върху песъчливо-глинести и песъчливо-чакълести кватернерни наноси. По международната класификация на ФАО се отнасят към моликовите флувисоли. Образувани са върху алувиални наноси, имат добре оформен хумусно-акумулативен хоризонт, който постепенно преминава в С хоризонт и дълбоко (под 100 cm) в почвообразуващите материали се наблюдава оглевяване - профил A-C-G. Съдържанието на хумус обикновено не е високо – не повече от 1-2%.

- NH_4^+ – 14,00, mg/1000g
- NO_3^- - 16,80, mg/1000g
- Общ азот – 30,80 mg/1000g
- P_2O_5 – 22,0, mg/100g
- K_2O – 36,0, mg/100g
- CaO – 20,63 mgeq/100g
- MgO – 5,18 mgeq/100g
- MnO4 – 210,0 mg/1000g
- pH (H_2O) – 7,83

Тези данни показват, че почвата е със слабо алкална реакция, слабо запасена с N и добре запасена с P_2O_5 и K_2O. Обменният калций (CaO) и магнезий (MgO) са в количества, типични за почвения тип. Определено е и общото количество на MnO_4, което определя почвата като добре запасена по отношение на този елемент. Поради алкалния характер на почвата обаче подвижността и достъпността му за растенията е слаба.

През първата година от полския опит (2008) с пролетния фий, благодарение на акумулираната в почвата влага от дъждовната 2007 година са налице благоприятни условия за

legumes, vegetables and flowers. Foliar application is at a concentration 0,3 – 0,4% and the application rate is 0,1 l/da.

Soil and Climatic Characteristics

The soil in the experimental fields of the Agricultural University - Plovdiv is alluvial-meadow. In terms of geographical location, the area belongs to the Thracian-Strandzha region, the first sub-region. Alluvial-meadow soils are developed on sandy-clayey and sandy-gravel Quaternary sediments. According to FAO international classification, they refer to Mollic Fluvisols. They are formed on alluvial deposits and have a well-formed humus-accumulative horizon, which gradually passes into the C horizon and deep in the soil-forming materials (below 100 cm), a charred layer is found – profile A-C-G. The humus content is usually not high – no more than 1-2%.

- NH_4^+ – 14,00, mg/1000g
- NO_3^- - 16,80, mg/1000g
- Общ азот – 30,80 mg/1000g
- P_2O_5 – 22,0, mg/100g
- K_2O – 36,0, mg/100g
- CaO – 20,63 mgeq/100g
- MgO – 5,18 mgeq/100g
- MnO4 – 210,0 mg/1000g
- pH (H_2O) – 7,83

Those data show that the soil has a weak alkaline reaction, poorly stocked with N and well-stocked with P_2O_5 and K_2O. Exchangeable calcium (CaO) and magnesium (MgO) are in amounts, typical of the soil type. The total amount of MnO_4 was also determined, defining the soil as well-stocked with that element.

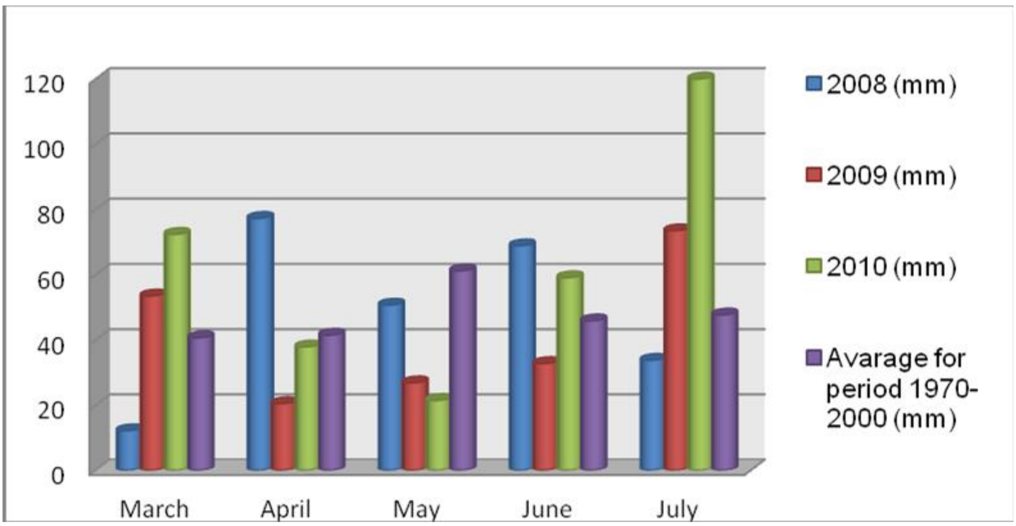
However, due to the alkaline soil type, its mobility and accessibility to plants is poor.

In the first year of the field trial with common vetch (2008), thanks to the moisture accumulated in the soil during the rainy year 2007, there were favorable conditions for the normal germination and нормалното покълнване и навременно поникване на фиевите растения и при двата изпитвани сорта (Фигура 1). През първата вегетация от полския опит с пролетен фий бе отчетена сума на валежите от 242,9 mm при климатична норма от 237,0 mm, или с 2,5% повече. Количеството на валежите през първата вегетация на пролетния фий не надвишава съществено нормите за дългосрочния 30-годишен период, но разпределението им по време на вегетацията е особено благоприятно за оптималния растеж и развитие на културата. С валежи над климатичната норма се характеризират месеците март и юни, съответно със стойности 86,3% (35,8mm) и 50,1% (23,0mm) над средните за 30-годишния период 1971-2000 г. През юли – месеца на прибиране на културата е налице дефицит на влага, благоприятстващ нормалното узряване на зърното на фия (Таблица 2). Сумата на денонощните температури на въздуха е 2632,9 ^{o}C, което надвишава със 6,3% (155,2 ^{o}C) климатичната норма (2477,7 ^{o}C).

timely emergence of the vetch plants of both studied cultivars (Figure 1).

During the first vegetation of common vetch, the precipitation amount was of 242,9 mm, the climatic norm being 237,0 mm, i.e. 2,5% higher. The amount of precipitation during the first vegetation of the common vetch did not significantly exceed the norms for the long-term 30-year period, but the distribution of rainfalls during vegetation was quite favourable for the optimal growth and development of the crop. The months of March and June were characterized by precipitation above the climatic norm, with values of 86.3% (35,8 mm) and 50,1% (23.0 mm) above the average for the 30-year period (1971-2000). In July, the month of harvesting the crop, there was a deficit of moisture, favouring the normal ripening of vetch grain (Table 2).

The sum of the daily air temperatures was 2632.9 ^{o}C, which exceeded the climatic norm (2477,7 ^{o}C) by 6.3% (or 155,2 ^{o}C).



Фиг. 1. Сума на валежите (mm) през периода на изследването
Fig. 1. Amount of monthly precipitation (mm) during the study period

Именно благоприятното стечение на климатичните фактори – обилна първоначална влага, валежи в критич-

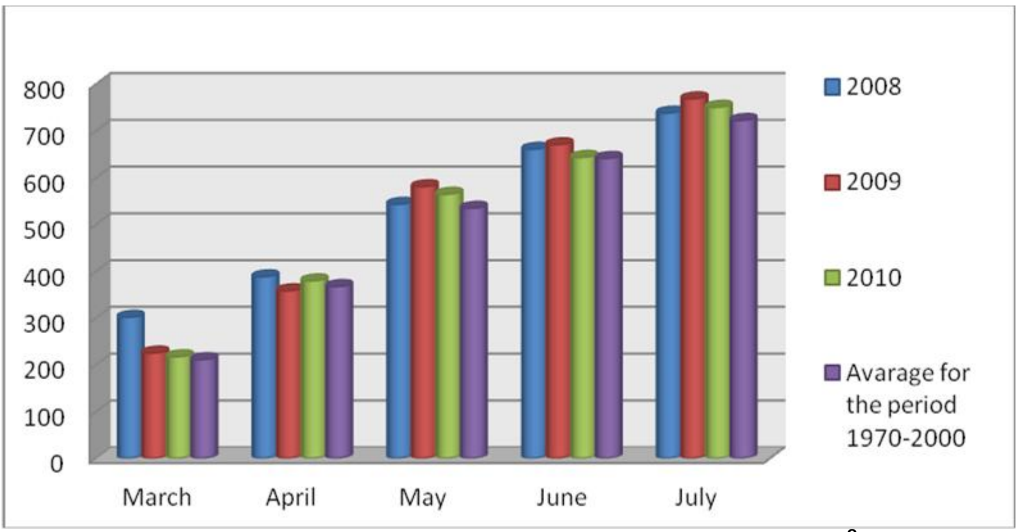
The favourable combination of the climatic factors – abundant initial moisture, precipitation in the critical ните фази от развитието на фия и оптимални условия за узряване и прибиране на зърното бе причина за получаването на почти рекордни добиви на семена през първата 2008 година, доближаващи се максимално до продуктивния потенциал на културата.

Втората година от вегетацията на пролетния фий (2009) се характеризира с валеж под климатичната норма с дефицит на влага от почти 30 mm (Фигура 1). Засушаването през ключовите месеци от вегетацията на пролетния фий води до значително понижаване добивите на семена през настоящата опитна година. Температурната сума за този опитен период е 2604,4 ^{o}C, което надвишава с 5,1% средната от дългосрочния период (2477,7 ^{o}C). С най-високи средни температури е бил месец май, което оказва значително влияние върху бобообразуването и наливането на зърното при двата сорта фий (Фигура 2).

stages of vetch development and optimal conditions for ripening and harvesting of the grain – contributed to obtaining almost record grain yields in the first year (2008), approaching the productive potential of the crop.

In the second experimental year (2009), the common vetch vegetation season was characterized by precipitation below the climatic norm with a moisture deficit of almost 30 mm (Figure 1). Drought during the critical months of common vetch vegetation led to a significant reduction in grain yields.

The temperature sum for the period was 2604,4 ^{o}C, which is 5.1% higher than the long-term average (2477,7 ^{o}C). The highest average temperatures were measured in May, which had a significant impact on pod formation and grain filling in both vetch cultivars (Figure 2).



Фиг. 2. Средноденонощни (активни) температури на въздуха (^{o}C) по време на вегетацията на фия
Fig.2. Average monthly air temperatures (^{o}C) during vetch growing season

Количеството на падналите валежи последната 2010 година от опита е 310,9 mm, което е с 31,2% (73,9 mm) над стойностите на климатичната

The amount of precipitation in the last experimental year (2010) was 310,9 mm, which is 31,2% (73,9 mm) above the values of the climatic norm (Figure 1), норма (Фигура 1) и определя годината като влажна. Количеството на валежите през тази вегетация е надвишило средните за 30-годишния период с 31,2% (73,9 mm). Разпределението им по месеци обаче е сравнително неблагоприятно. Последната вегетация се характеризира с влажен март, юни и юли като при последния месец количеството на валежите е със 151,6% (72,3 mm) над климатичната норма. Именно това създаде затруднения за узряването и прибирането на фиевите семена. Месеците април и май, когато протичат най-активните вегетационни процеси са сравнително сухи – с дефицит на влага 8,7% и 64,9% под средните стойности за 30-годишния период 1971-2000 г. Температурната сума за 2010 г. е около стойностите на климатичната норма като я надвишава слабо – с 3,2% (Фигура 2). По-съществено повишение спрямо средните температури се наблюдава единствено през април, когато са били с 30 ^{o}C над средните за дългосрочния период.

Получените данни са обработени чрез дисперсионен анализ (ANOVA), като е използван програмен пакет SPSS.

characterizing the year as wet. The amount of precipitation during vegetation exceeded the average for the 30-year period by 31,2% (73,9 mm). However, their distribution by months was quite unfavourable. The last vegetation was characterized by humid March, June and July and in the last month the amount of precipitation was 151,6% (72,3 mm) above the climatic norm. That hampered ripening and harvesting of vetch grain.

The months of April and May, when the most active vegetation processes take place, were relatively dry – with a moisture deficit of 8,% and 64,9% below the average values for the 30-year period (1971-2000). The temperature sum for 2010 was close to the values of the climatic norm, slightly exceeding it – by 3,2% (Figure 2). A more significant increase compared to the average temperatures was observed only in April, when they were 30 ^{o}C above the long term average.

The obtained data were subjected to analysis of variance (ANOVA), using the SPSS package.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Добив на зърно

Данните в Таблица 1 отразяват силното въздействие на климатичните фактори върху величината на зърнената продукция и при двата изпитвани сорта.

През първата (2008) опитна година добивите на зърно и при двата сорта фий са най-високи в сравнение с останалите две. Това се обуславя от факта, че през периода от април до юли, месечните суми на валежите са около и над нормалните за 30-годишния период 1971-2000 г., което спомага за оптимално протичане на процесите на бобообразуване и наливане на зърното при пролетния фий.

За този сорт най-добри резултати се получават след третиране с

RESULTS AND DISCUSSION

Grain Yield

Data in Table 1 show the strong influence of the climatic factors on the grain yield of both studied cultivars.

In the first experimental year (2008), grain yields of both vetch cultivars were the highest compared to the other two seasons. That was due to the fact that during the period from April to July 2008, the monthly amounts of precipitation were around and above the normal for the 30-year period (1971-2000), which facilitated the optimal development of pod formation and grain filling in common vetch.

The best results in Dobrudzha cultivar were obtained after treatment with

Бормакс – 2088 kg/ha и РЕНИ – 1938 kg/ha, или 344 kg/ha и 194 kg/ha повече зърно като разликите спрямо нетретирания вариант са математически доказани.

При сорт Образец 666, който се очертава като по-високодобивен в сравнение със Добруджа се наблюдават аналогични резултати при стойностите на зърнената продукция.

Bormax (2088 kg/ha) and RENI (1938 kg/ha), i.e. the grain yields were 344 kg/ha and 194 kg/ha higher, the differences to the untreated variant being statistically significant.

In Obrazets 666 cultivar, which appears to be higher yielding than Dobrudzha, similar results were reported for the grain production performance.

Таблица 1. Добив на зърно по години и средно за периода 2008-2010 г., kg/ha
Table 1. Grain yield by years and average for the period 2008-2010, kg/ha

Variants	2008		2009		2010		Average	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Dobrudzha								
Control	1744[b]	100,0	808[b]	100,0	945[c]	100,0	1167	100,0
RENI	1938[a]	111,1	826[b]	102,2	953[c]	100,8	1239	106,2
RENI D	1777[b]	101,9	990[a]	122,5	1140[a]	120,6	1302	111,6
Bormax	2088[a]	119,7	898[ab]	111,1	1157[a]	122,4	1381	118,3
Mn Chelate	1838[b]	105,4	913[ab]	113,0	1109[ab]	117,4	1287	110,3
Molybdenite	1694[b]	97,1	685[c]	84,8	1051[b]	111,2	1143	97,9
LSD5%	*186,24*		*130,53*		*88,88*			
Obrazets 666								
Control	1905[bc]	100,0	1045[abc]	100,0	1271[a]	100,0	1407	100,0
RENI	2083[ab]	109,3	1120[a]	107,2	1307[a]	102,8	1503	106,8
RENI D	2007[b]	105,4	1157[a]	110,7	1301[a]	102,4	1488	105,8
Bormax	2213[a]	116,2	1099[ab]	105,2	1282[a]	100,9	1531	108,8
Mn Chelate	1913[bc]	100,4	976[bc]	93,4	1279[a]	100,6	1389	98,7
Molybdenite	1738[c]	91,2	928[c]	88,8	1278[a]	100,6	1315	93,5
LSD5%	*226,22*		*151,64*		*73,20*			

Най-висок добив на зърно (2213 kg/ha) се получава след третиране с Бормакс, който е със статистическа доказаност спрямо контролния вариант. Сравнително високи добиви, макар и недоказани са отчетени и при вариантите, третирани с РЕНИ – 2083 kg/ha, което е с 178 kg/ha над реколтираните семена при контролата.

Втората година от опита (2009) се отличава със сухи април, май и юни, когато дефицитът на валежите е съответно 49,6% (- 21,0 mm), 46,1% (- 34,3 mm) и 79,5% (-79.5mm). Това оказва негативно влияние върху стойностите на зърнената продукция и при двата сорта пролетен фий, при което

The highest grain yield (2213 kg/ha) was obtained after treatment with Bormax, the difference to the control variant being statistically significant. Relatively high yields, although insignificant, were reported in the variants treated with RENI – 2083 kg/ha, i.e. 178 kg/ha higher than the grain yield harvested in the control variant.

The second year of the experiment (2009) was characterized by dry April, May and June, when the shortage of precipitation was 49,6% (-21.0 mm), 46,1% (-34.3 mm) and 79,5% (-79.5 mm). That had a negative impact on the grain production values in both common vetch cultivars, the yields being twice lower than добивите са двойно по-ниски стойности в сравнение с предходната година. При сорт Добруджа през тази година най-високи са добивите след третиране с РЕНИ Д - 990 kg/ha. При втория изпитван сорт (Образец 666) резултатите също варират в голяма степен – от 928 kg/ha (третиране с Молибденит) до 1157 kg/ha (третиране с РЕНИ Д), но математическа доказаност на разликите липсва.

Получените резултати през третия опитен период заемат междинно положение спрямо предходните две по величина на добивите на зърно. В климатично отношение годината се характеризира като влажна, но разпределението на валежите по месеци е различно. През тази година месец март е екстремно влажен, април се характеризира с нормални валежи, докато май и юни са сухи. Най-ниски добиви на зърно (945 kg/ha) са получени от нетретирания вариант, а най-високи (1157 kg/ha) при третиране с Бормакс като разликите са математически доказани. Незначително е повишението на добива при използване на Mn хелат.

Тенденцията за по-високата продуктивност на Образец 666 се запазва и през третата година на опита, но добивът на зърно не се повлиява съществено от третирането с изпитваните препарати.

Внасянето на растежните регулатори във фаза бутонизация - начало на цъфтеж при фия оказва отчетлив ефект при двата изпитвани сорта пролетен фий, като сорт Добруджа реагира по-силно на въздействието им, отколкото по-високодобивния сорт Образец 666.

Анализът на резултатите от трите години на опита показват ясно изразеното въздействие на борсъдържащите препарати Бормакс и РЕНИ Д върху добива на зърно и при двата сорта, като най-високи средни стойности по отношение добива на зърно от сорт Добруджа са получени при

in the previous year.

In Dobrudzha cultivar the highest yields were obtained after treatment with RENI D – 990 kg/ha. In the second studied cultivar Obrazets 666, the results also varied greatly – from 928 kg/ha (treatment with Molybdenite) to 1157 kg/ha (treatment with RENI D), but the differences were statistically insignificant.

The results of the grain yields, obtained during the third experimental season, occupied an intermediate position compared to the previous two. Concerning the climatic characteristics, the year was humid, but the rainfalls were unevenly distributed by months. March 2010 was extremely humid, April was characterized by normal rainfall, while May and June were dry. The lowest grain yield (945 kg/ha) was obtained from the untreated variant and the highest (1157 kg/ha) – in the variant treated with Bormax, the differences being statistically significant. There was a slight yield increase in the variant with Mn chelate.

The tendency of a better production performance of Obrazets 666 was also observed in the third experimental year, but the grain yield was not significantly influenced by the treatment with the studied preparations.

The application of growth regulators at the stage of budding – beginning of flowering of common vetch had a distinct effect in the two studied cultivars, Dobrudzha showing a better response to treatment with growth regulators than the higher-yielding cultivar Obrazets 666.

The analysis of the results of the three experimental years showed the pronounced effect of the Bormax-containing preparations Bormax and RENI D on the grain yield of both cultivars, as the highest average grain yield values of Dobrudzha cultivar were obtained after treatment with Bormax (1381 kg/ha) and третиране с Бормакс (1381 kg/ha) и РЕНИ Д (1302 kg/ha), което надвишава контролата с 214 kg/ha и 135 kg/ha.

Най-ясно изразен стимулиращ ефект върху добива на зърно при сорт Образец 666 оказват Бормакс и РЕНИ. Добивите, получени след третиране с тези препарати са съответно 1531 kg/ha и 1503 kg/ha и надвишават контролата с 124 kg/ha и 9,6 kg/ha. Според получените данни за този сорт може да се предположи, че колкото по-високодобивен е един сорт, толкова по-слабо е влиянието на екзогенно внесените стимулиращи препарати.

Добив на суха вегетативна маса

Добивът на суха растителна маса за експерименталния период варира както по години така и по варианти. През първата опитна година (2008) в резултат на благоприятните климатични условия през пролетта добивът на суха вегетативна маса и при двата изпитвани сорта е най-висок в сравнение останалите две години (Таблица 2).

RENI D (1302 kg/ha), exceeding the control by 214 kg/ha and 135 kg/ha, respectively.

Bormax and RENI showed the most pronounced stimulating effect on grain yield of Obrazets 666. The yields obtained after treatment with those products were 1531 kg/ha and 1503 kg/ha, respectively, exceeding the control by 124 kg/ha and 9.6 kg/ha. According to the data obtained for that cultivar, it can be assumed that the higher yielding the cultivar, the weaker the influence of exogenously applied stimulants.

Dry Biomass Yield

The dry biomass yield for the experimental period varied both by years and by variants. In the first experimental year (2008), the yield of dry mass in both studied cultivars was the highest in comparison with the other two years in response to the favourable climatic conditions in the spring (Table 2).

Таблица 2. Добив на суха вегетативна маса по години и средно за периода 2008-2010 г., kg/ha

Table 2. Yield of dry vegetative mass by years and on average for the period 2008-2010, kg/ha

Variants	2008		2009		2010		Average	
	kg/da	%	kg/da	%	kg/da	%	kg/da	%
Dobrudzha								
Control	8820[b]	100,0	4250[b]	100,0	3930[abc]	100,0	5667	100,0
RENI	9003[c]	102,1	3936[c]	92,6	3489[d]	88,8	5476	96,6
RENI D	8921[b]	101,1	4285[b]	100,8	3835[bc]	97,6	5680	100,2
Bormax	9121[a]	103,4	4977[a]	117,1	3678[cd]	93,6	5925	104,6
Mn Chelate	9279[a]	105,2	4420[a]	104,0	4117[ab]	104,8	5939	104,8
Molybdenite	8557[b]	97,0	4337[b]	102,0	4186[a]	106,5	5693	100,5
LSD5%	*375,80*		*384,24*		*339,50*			
Obrazets 666								
Control	7566[cd]	100,0	4157[d]	100,0	3379[a]	100,0	5034	100,0
RENI	7834b[c]	103,5	4632[ab]	111,4	3362[ab]	99,5	5276	104,8
RENI D	8327[a]	110,1	4508[bc]	108,4	3499[a]	103,6	5445	108,2
Bormax	7975[ab]	105,4	4829[a]	116,2	3458[a]	102,3	5421	107,7
Mn Chelate	8059[ab]	106,5	4261[cd]	102,5	3122[b]	92,4	5147	102,2
Molybdenite	742,9[d]	98,2	4593[b]	110,5	3393[a]	100,4	5138	102,1
LSD5%	*273,81*		*458,33*		*299,42*			

През първата година добивите на въздушно сухата вегетативна маса при сорт Добруджа са по-високи от тези при Образец 666. Анализът на резултатите показва, че при всички варианти на опита, макар и незначително се повишават стойностите и при двата сорта.

При сорт Добруджа с най-голям ефект са регулаторите на растежа Mn хелат и Бормакс – при тях добивът на суха растителна маса е 9279 kg/ha и 9121 kg/ha или с 5,2% и 3,4% повече, като разликите са математически доказани.

Другият сорт (Образец 666) реагира най-силно при внасянето на РЕНИ Д по отношение на този показател – добивът на суха маса е 8327 kg/ha или 10,1% над стойностите на нетретирания вариант. Слаб ефект оказват и приложените във фаза бутонизация - начало на цъфтеж Mn хелат и Бормакс – при тях добивът на суха вегетативна маса е 8059 kg/ha и 7975 kg/ha, но разликите не са достоверни.

Експерименталната 2009 година се отличава с влажен март с валежи около и над климатичната норма и сух април, май и юни (Фигура 1). Добивите на въздушно суха маса при двата изпитвани сорта фий са два пъти по-ниски спрямо предходната година, като влиянието на регулаторите на растежа е по-силно. Сорт Добруджа реагира най-добре на третирането с Бормакс и Mn хелат, което води до доказано по-високи добиви на суха вегетативна маса - 4977 kg/ha и 4420 kg/ha.

При сорт Образец 666 с най-голямо статистически доказан ефект през тази година е прилагането на Бормакс, когато се получава 4829 kg/ha суха маса, което превишава контролата с 16,2%. При другите варианти повишението е незначително и статистически недоказано.

През последната година добивът на суха вегетативна маса е най-нисък в сравнение с предходните две като листното третиране с изпитваните препа-

In the first year, the yield of air-dry biomass from Dobrudzha cultivar was higher compared to Obrazets 666. The analysis of the results showed that in all the variants of the experiment, the values increased in both cultivars, although slightly.

In Dobrudzha cultivar the growth regulators Mn chelate and Bormax had the greatest effect – after their application the yield of dry biomass was 9279 kg/ha and 9121 kg/ha, respectively, or by 5,2% and 3,4% more, the differences being statistically significant.

The other cultivar (Obrazets 666) showed the best response to treatment with RENI D, the dry mass yield being 8327 kg/ha or 10,1% above the values of the untreated control. Mn chelate and Bormax applied in the stage of budding – beginning of flowering, had a weak effect – the yield of dry biomass was 8059 kg/ha and 7975 kg/ha, respectively, but the differences were insignificant.

The experimental year 2009 was characterized by wet March with precipitation around and above the climatic norm and dry April, May and June (Figure 1). The yields of air-dry biomass were twice lower than in the previous year in the two studied common vetch cultivars, but the effect of the growth regulators was stronger. Dobrudzha cultivar responded best to the treatment with Bormax and Mn chelate, resulting in significantly higher yields of dry biomass – 4977 kg/ha and 4420 kg/ha, respectively.

In cv. Obrazets 666 the application of Bormax had the greatest statistically significant effect in that experimental year, the yield of dry mass being 4829 kg/ha, which exceeded the control by 16,2%. In the other variants, the increase was small and statistically insignificant.

In the last year the yield of dry biomass was the lowest in comparison with the previous two and the foliar treatment with the studied products did рати не оказва значителен ефект върху стойностите на изследвания показател.

Резултатите от средните стойности на добива на суха вегетативна маса от трите години на опита (Таблица 2) показват, че препаратите, водещи до известно повишение добивите на слама при сорт Добруджа са Mn хелат и Бормакс, а при Образец 666 - РЕНИ Д и Бормакс.

Жътвен индекс.

Внасянето на регулаторите на растежа при пролетния фий оказва положително влияние и върху стойностите на жътвения индекс (HI), който показва ефективността на разпределение на асимилатите от фотосинтезата между семената и вегетативната маса. Резултатите показват, че внасянето на препаратите е ефективно агротехническо мероприятие за подобряване на морфологичната структура на фиевите растения в полза на семената спрямо общата биомаса.

not have a significant effect on the values of that characteristic.

The results of the dry biomass yield on average for the three experimental years show that treatment with Mn chelate and Bormax led to a certain increase in straw yield in Dobrudzha cultivar and with RENI D and Bormax – in Obrazets 666 (Table 2).

Harvest Index

The introduction of growth regulators in common vetch had a positive effect on the values of the harvest index (HI), which shows the efficiency of distribution of photosynthetic assimilates between grain and biomass.

The results show that the application of the regulators is an effective agro-technical measure for improving the morphological structure of the vetch plants concerning the share of grain in the total biomass.

Таблица 3. Жътвен индекс при пролетен фий сортове Добруджа и Образец 666 по години и средно за периода 2008-2010

Table 3. Harvest index for common vetch varieties Dobrudzha and Obrazec 666 by years and average for the period 2008-2010

Variants	**Harvest Index, Dobrudzha cultivar**				
	2008	**2009**	**2010**	**Average**	%
Control	0,158	0,172	0,194	0,175	100,0
RENI	0,170	0,175	0,214	0,186	106,3
RENI D	0,168	0,187	0,230	0,195	111,4
Bormax	0,186	0,175	0,231	0,197	112,6
Mn Chelate	0,153	0,156	0,213	0,174	99,4
Molybdenite	0,164	0,159	0,199	0,174	99,4
-	**Harvest Index, Obrazets 666 cultivar**				
Control	0,192	0,190	0,236	0,206	100,0
RENI	0,210	0,186	0,248	0,215	104,4
RENI D	0,195	0,186	0,272	0,218	105,8
Bormax	0,220	0,197	0,261	0,226	109,7
Mn Chelate	0,191	0,187	0,280	0,219	106,3
Molybdenite	0,189	0,176	0,274	0,213	103,4

От данните за тригодишния период (Таблица 3) се вижда, че жътвеният индекс на сорт Добруджа е с най-ниски стойности (0,174) при използване

The data for the three-year period (Table 3) show that the harvest index of Dobrudzha cultivar had the lowest values (0,174) when applying Mn chelate and на Mn хелат и Молибденит, а с най-високи (0,197) при третиране с Бормакс. При Образец 666 жътвеният индекс е най-нисък при контролата, а най-висок при третиране с Бормакс. Параметрите на изследвания показател варират по години, като най-високи стойности са отчетени през последната опитна година и при двата изпитвани сорта.

Образец 666 е с по-високи стойности на жътвения индекс по години спрямо Добруджа. Данните от Таблица 3 показват, че растежните регулатори повишават величината на HI при всички варианти на опита. Най-голямо положително влияние се установява при вариантите, третирани с Бормакс – 0,226, което надвишава контролата с 9,7%. Влияние оказва и третирането с Mn хелат и РЕНИ Д, което води до повишаване на жътвения индекс с 6,3 и 5,8%.

Molybdenite, and the highest (0,197) when treated with Bormax. In Obrazets 666, the harvest index was the lowest in the control and the highest in the variant with Bormax treatment. The parameters of the studied characteristic varied by years, with the highest values reported in the last experimental year in both studied cultivars.

Obrazets 666 had higher values of the harvest index by years compared to Dobrudzha. The data in Table 3 show that the growth regulators increased the HI in all the variants. The greatest positive effect was found in the variants treated with Bormax – 0,226, exceeding the control by 9,7%. The treatment with Mn chelate and RENI D also had a positive effect, resulting in an increase of the harvest index by 6,3 and 5,8%, respectively.

ИЗВОДИ

Изпитваните сортове имат различна реакция към листно приложените регулатори на растежа - сорт Добруджа реагира по-силно в сравнение със сорт Образец 666.

Внасянето на борсъдържащите препарати Бормакс и РЕНИ Д влияят в най-голяма степен върху добива на зърно и при двата изпивани сорта пролетен фий.

Растежните регулатори, водещи до известно повишение добивите на слама при сорт Добруджа са Mn хелат и Бормакс, а при Образец 666 - РЕНИ Д и Бормакс.

Внесените във фаза бутонизация – начало на цъфтеж растежни регулатори оказват влияние на стойностите на жътвения индекс (HI) при пролетния фий. Бормакс и РЕНИ Д оказват значително влияние върху морфологичната сруктура на фия и върху дяловото участие на вегетативните и генеративните органи.

CONCLUSIONS

The studied cultivars showed a different response to the foliar applied growth regulators – Dobrudzha cultivar responded better than the cultivar Obrazets 666.

The application of the two Bormax-containing products – Bormax and RENI D, had the greatest effect on the grain yield of both common vetch cultivars.

The growth regulators Mn chelate and Bormax contributed to a certain increase in straw yield in Dobrudzha cultivar, and RENI D and Bormax – in Obrazets 666 cultivar.

The growth regulators applied at the stage of budding – beginning of flowering influenced favourably the values of the harvest index (HI) in common vetch. Bormax and RENI D had a significant effect on the morphological structure of common vetch and on the share of vegetative and reproductive organs.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abd-El-Hamied, K. I., E. A. Eawis, I. I. Farghal and R. M. Shuker**, 1999. Effect of the Fungicide Vitavax and Gibberellic Acid on Growth, Yield and Endogenous Hormones of Vicia faba Plants. *Egyptian Journal of Physiological Sciences*, 22 (2), 223-237.
2. **Awasthi, C. P.; A. B. Singh, Anita Dhiman**, 1998. Effect of Phenolic Compounds on Yield and Biochemical Constituents of Broad Bean. *Himachal Journal of Agricultural Research*, 23 (1/2), 70-76.
3. **Chandra, R., R. Pollsetty and J. D. S. Panwar**, 1989. Effect of Chlormequat and Phosphorus on Growth and Yield of Pea (*Pisum sativum* L.). *Annals of Plant Physiology*, 3 (1), 65-73.
4. **Elkoca, E. and F. Kantar**, 2006. Response of Pea (*Pisum sativum* L.) to Mepiquat Chloride under Varying Application Doses and Stages. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192, 2, 102-110.
5. **Kadam, S. M., K. M. Pol**, 2007. Influence of Foliar Sprays of Plant Growth Regulators on Yield and Yield Attributes of Pigeon Pea (*Cajanus cajan* L.). *Advances in Plant Sciences,* Muzaffarangar: Academy of Plant Sciences, 20 (2), 403-405.
6. **Kertikov, T.**, 1998. Effect of Biostimulants of Plant Origin on Seed Germination and Grain Productivity of Common Vetch. *Plant Science*, 35, 2, 110-112.
7. **Kertikov, T.**, 2005. Effect of RENI Biostimulator on Grain Yield and Quality in Common Vetch Cultivars Depending on the Phenological Stage at Treatment. *Plant Science*, 42 (5), 407-412.
8. **Kertikov, T. and V. Radeva**, 1998. Influence of the Treatment with the Biostimulants Molstim and Ecostim on Spring Vetch Productivity. *Plant Science*, 35, 188-191.
9. **Kholodar, A. V., K. K. Sidorova and V. K. Shumny**, 2002. Effects of Synthetic auxin (2,4-D) on the Level of Indolyl-3-acetic Acid in Cultivars and Supernodulating Mutants of Pea (*Pisum sativum* L.). *Proceedings, Biological Sciences*, 386 (1), 460-461.
10. **Prusinski, J. and M. Borowska**, 2001. Impact of Selected Growth Regulators and Ecolist on Yellow Lupin Seeds Yield (*Lupinus luteus* L.) *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agronomy*, 4, 2.
11. **Skrobakova, E.**, 1995, Vplyv regulatorov rastu na tvorbu urody hrachu siateho. *Agrochemia* (Slovakia), 35 (3-4), 61-62.
12. **Stakhova, L. N., L. F. Stakhov and V. G. Laygin**, 2000. Effect of Exogenic Folic Acid on the Yield and Amino Acid Composition of the Seeds of *Pisum sativum* L. and *Hordeum vulgare* L. *Applied Biochemistry and Microbiology (Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya)*, 36 (1), 98-103.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (3), 108-114 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на генотипа, предшественика и торенето върху продуктивните качества на сорго

Станимир Енчев*, Цветан Кикиндонов

Impact of the Genotype, the Forerunner Culture and the Fertilization on the Productive Qualities of Sorghum

Stanimir Enchev*, Tzvetan Kikindonov

Agricultural Institute, 9700 Shumen, Bulgaria
**E-mail: stanimir_en@abv.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Изведен е полски опит през периода 2016-2017 г с изпитването на сортовете Максибел, Максиред, Ализе, Армида и Хартман и линиите SgR-OA, SgI-47, Sg-OBF с варианти на предшественик цвекло и сорго (монокултура) и торене с NPK - 20 kg/da.

Силното засушаване през двете години на изпитване се отразява върху продуктивността на зелена маса във фаза млечно-восъчна зрелост и добива на зърно.

Усреднените резултати показват увеличение на зелената маса и на добива зърно от 8% до 15% при торене с NPK.

Прилагането на комбиниран тор компенсира значително негативния ефект на предшественика сорго (монокултура).

Намалението на продуктивността след предшественик сорго е в рамките на 14%-20% средно за зелена маса и зърно. Различията в продуктивността между изпитаните генотипове се увеличават при отглеждане в монокултура. Това увеличава необходимостта от оценка на сортовата реакция като ефективен инструмент за подобряване

SUMMARY

Field experiment is conducted in 2016-2017 with test of the varieties Maxired, Maxibel, Alize, Armida and Hartmann and the lines SqR-OA, SqI-47, SQ-OBF with variants of forerunner beet and sorghum (monoculture) and 20 kg/da NPK fertilization.

The severe drought in the two years of testing reflects on the green mass productivity in milky-wax stage and on the grain yield.

The average results show increase of the green mass - 8% - 15% with fertilization for both forerunner variants.

The application of combined fertilizer compensates significantly the negative effect of the forerunner sorghum (monoculture).

The decrease in the productivity after the sorghum forerunner is between 14-20% on the average for green mass and grain. The differences in the productivity of the tested genotypes increase when grown in monoculture. This increases the necessity of assessment of the variety reaction as an effective tool for improvement of the agricultural practices

на земеделските практики в условията на климатични промени.

Ключови думи: сорго, предшественик, торене, продуктивност

in the conditions of climate changes.

Key words: sorghum, forerunner, fertilization, productivity

УВОД

Подходящите площи за отглеждане на определен растителен вид са от изключително важно значение за задоволяване изискванията на културата и са предпоставка за успешното й отглеждане (Mihova et al., 2017). Оптимизирането на ефективно сеитбообращение е основен фактор за интензивното и устойчиво земеделие в условията на новите икономически реалности и на тенденция за усилване на екстремните отклонения от досегашните агрометеореологични норми (Vasilev, 1986; Mihova et al., 2017).

Уникалната пластичност и сухоустойчивост на соргото актуализира мястото му в структурата на културите в земеделието. Основен фактор за сухоустойчивоста му е мощната коренова система, която извлича интензивно вода и хранителни елементи от подълбоките почвени хоризонти (Kalaidjiev et al., 1969; Tanchev, 1996). Климатичните показатели на средата и прилаганите агротехнически мероприятия са определящи за развитието, продуктивността и адаптивността на културите (Bozhanska et al., 2017).

Селекцията на нови сортове, балансираното торене и оптимизирането на съвременната агротехника опровергават старото становище за соргото като лош предшественик и се увеличава потенциала за осигуряване на фуражния баланс при земеделие в условия на воден дефицит (Hanssmans, 1998; Berenji and Dahlberg, 2004, Kikindonov and Slanev, 2008; Kikindonov et al., 2009; Andreeva, 2014; Slanev, 2014).

Интензивния пазарен характер на земеделската практика в България се концентрира в тесните параметри на зърнопроизводството, което поставя

INTRODUCTION

The suitable areas for growing a particular plant species are extremely important for meeting the requirements of the culture and are prerequisite of successful cultivation (Mihova et al., 2017). The optimization of effective crop rotation is a basic factor for the intensive and sustainable agriculture in the conditions of the new economic realities and of tendency for increase of the extremal deviations from the agrometeorological norms (Vasilev, 1986; Mihova et al., 2017).

The unique plasticity and drought resistance of sorghum makes actual its place in the crops structure in agriculture. A basic factor for the drought resistance is its powerful root system, which absorbs intensively water and nutrition elements even from the deepest soil horizons (Kalaidjiev et al., 1969; Tanchev, 1996). The climate indicators of the environment and applying agrotechnical activities are crucial_for development, productivity and adaptability of crops (Bozhanska et al., 2017).

The breeding of new varieties, the balanced fertilization and the optimization of the modern agro-technics disprove the old standpoint that sorghum is a bad forerunner crop. Thus the potential for ensuring the forage balance is increased in the agriculture in conditions of water deficiency (Hanssmans, 1998; Berenji and Dahlberg, 2004, Kikindonov and Slanev, 2008; Kikindonov et al., 2009; Andreeva, 2014; Slanev, 2014).

The intensive market character of the agricultural practice in Bulgaria is concentrated in the narrow parameters of the grain production, which brings the необходимостта от проучване на възможностите за монокултурно отглеждане. Изследванията за соргото са предимно от 80 те години на миналия век и са концентрирани върху агрохимичните последствия от соргото като предшественик (Zarkov, 1995; Ranli, 2009). През последните години се налага акцент върху селекционни решения чрез отбор на форми с повишена самоустойчивост.

Целта на проучването е да се оцени продуктивността на сортове и линии при предшественици сорго и цвекло с варианти с и без торене

necessity of studying the possibilities of monoculture growing of crops. The researches with sorghum are mostly from the 80-s of the last century and are concentrated on the agrochemical sequels from the sorghum as a forerunner crop (Zarkov, 1995; Ranli, 2009). In the last years the accent is on breeding decisions by selection of forms with increased self-sustainability.

The aim of the study is to assess the productiveness of varieties and lines with forerunners sorghum and beet crops, in variants with or without fertilization.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено през 2016-2017 година в опитното поле на Земеделски Институт - Шумен край с Царев брод. Почвата е карбонатен чернозем със слабо алкална реакция.

В изследването са включени средноранните сортове Alise и Armida на Euralis semences, среднокъсните Максиред и Максибел, опрашител SgR-OA на Максиред и линия SgI-47. SgI-OBF и Хартман са фуражен тип, за използване при силажиране, като са използвани варианти предшественик цвекло и сорго и варианти с и без торене.

Опитното поле е включено в сеитбооборот пшеница/царевица/овес/цвекло/сорго. Опита се залага по метода на дългите парцелки, с 4 повторения, с триредова парцелка от 12 m^2, с междуредово разстояние от 50 cm и гъстота на посева от 30 000 растения на декар.

Сеитбата е в началото на май, а торенето с 20 kg/da NPK се извършва след поникване заедно с ръчно окопаване. Коситбата на надземната маса в млечновосъчна зрялост и жътвата при техническа зрялост на зърното се извършват ръчно.

След овършаване на зърното се измерва влагата и добива се изчислява при 13% влага на зърното. Данните се

MATERIAL AND METHODS

The research is conducted in 2016-2017 on the experimental field of Agricultural Institute - Shumen. The soil is carbonate black soil with weekly alkaline reaction.

In the tests are included the medium-early varieties Alise and Armida of Euralis Semences, the medium-late Maxired and Maxibel, the pollinator SgR-OA of Maxired and the line Sgl-47. SgI-OBF and Hartmann lines are forage type, used for silages, with variants of forerunner beet and sorghum crops with or without fertilization.

The experimental field is part of a crop rotation wheat/corn/oats/beet/sorghum. The experiment is conducted according to the long plots method, in 4 repetitions, with a 3-rows plot of 12 m^2, with 50 cm inter-row space and a sowing rate of 30000 plants per da.

The sowing is at the beginning of May, and the fertilization with 20 kg/da NPK is made after germination together with a manual hilling. The cutting of the over-ground mass in milky-wax stage, and the harvesting in technical maturity stage are made by hand.

After the threshing of the grain the moisture is measured and the yield is calculated for 13% moisture of grain. Data подлагат на дисперсионен анализ за изчисляване на граничните стойности за различимост GD 1% и точност на опита P%.

are treated by dispersion analysis for calculating the limit values for discernment GD 1% and experimental exactness P%.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Агрометереологичните условия и през двете години на изследването се характеризират с екстремно и продължително засушаване в активната част от вегетацията на соргото през юли-август.

В практиката често посевите със сорго се косят при фаза млечновосъчна зрялост на зърното за производството на пълноценен силаж. За 2016 г. (Таблица 1) при неторените варианти след предшественик цвекло добива на зелена маса варира от 1800 kg за опрашителя до 4800 kg на декар за фуражните типове. За варианти с добавяне на 20 kg/da NPK се запазва нивото на вариране с незначително увеличение от средно 9.5% спрямо контролата. Монокултурното отглеждане засилва вариацията за контролните и торените варианти, като намалението на продуктивността е средно 20% в сравнение с предшественик цвекло. Варирането през 2017 г се засилва при варианти с торене от 5% до 65% в сравнение с контролните варианти, като се засилват и различията със средни стойности от 120% и 126.8% в зависимост от цвеклото и соргото като предшественик.

RESULTS AND DISCUSSION

The agro-meteorological conditions in both years of research are characterized with extreme and continuous drought in the active period of sorghum vegetation during July-August.

The sorghum sowings in practice are often cut in milky-wax grain maturity stage for production of full-bodied silage. In 2016 (Table 1), for the unfertilized variants with beet forerunner the green mass yield varies from 1800 kg for the pollinator to 4800 kg per da for the forage types. For the variants with 20 kg/da NPK addition the level of variation is kept with an insignificant increase of mean of 9.5% towards the control. The monoculture growing increases the variation for the control and fertilized variants, and the decrease of the productivity is on the average of 20% compared to the variants with a beet forerunner. The variation in 2017 is increased for variants with fertilization – from 5 to 65% in comparison with the control variants, and the differences are increased - with average values of 120% and 126.8% depending on beet or sorghum used as forerunner crop.

Таблица 1. Влияние на генотипа, торенето с минерален тор и предшественика върху продуктивността на зелена маса при сорго, 2016-2017г.
Table 1. Influence of the genotype, mineral fertilization and the forerunner crop on the green mass productivity of sorghum, 2016-2017

Variant		2016			2017		
		control	+ NPK		control	+ NPK	
Variety	Forerunner	kg/da	kg/da	In % of the control	kg/da	kg/da	In % of the control
Alize	beet	2400	2600	108.3	3857	4571	118.5
	sorghum	1800	2000	111.1	3161	3982	125.9
Maxired	beet	2000	2350	117.5	3393	4607	135.7
	sorghum	1900	2050	107.9	2179	3607	165.5
Maxibel	beet	2400	2600	108.3	2929	4212	143.8
	sorghum	2000	2120	106.0	2732	3607	132.0
Armida	beet	2150	2200	102.3	2821	3929	139.2
	sorghum	2000	2050	102.5	2571	3161	122.9
SgR-OA	beet	1800	1860	103.3	3143	3690	117.4
	sorghum	1500	1550	103.3	1893	2161	114.1
Sgl-47	beet	2300	2500	108.7	3268	4036	123.5
	sorghum	1500	1500	100.0	3000	3643	121.4
SI-OBF	beet	4500	5400	120.0	4571	4821	105.4
	sorghum	3200	4000	125.0	4375	4714	107.7
Hartmann	beet	4800	4950	103.1	5214	5679	108.9
	sorghum	4250	4400	103.5	4071	5071	124.5
Average	beet	2793	3057	109.5	3649	4318	120.1
	sorghum	2269	2459	108.4	2997	3743	126.8
Rel.%	sorghum/beet	81.2	80.4		82.1	86.7	
GD 1%		640		19.7	428		15.1
P%		5.30			3.96		

Продуктивността на зърно за двете години на изследване, преизчислена към 13% влага е посочена в Таблици 1 и 2. Средните стойности за контролните варианти без торене от 518 kg/da за 2016 г и 552 kg/da за 2017 г с предшественик цвекло надвишават с индентични стойности от 20% тези при монокултура. Прави впечатление липсата на разлика в относителните стойности при предшественик сорго за 2016 г и за 2017 г. Тази разлика от 20% се запазва и за средните стойности в зависимост от предшественика за двете години и при торене. Високата е степента на вариране на ефекта от торене за изпитаните генотипове, от 100.9% до 130% за 2016 г и от 106.3% до 134.1% за 2017 г. Усреднените стойности на ефекта от торенето за двете години са индентични в рамките на

The grain productivity for both years of study, recalculated to 13% grain moisture is shown on Tables 1 and 2. The mean values of the control variants without fertilization (518 kg/da for 2016 and 552 kg/da for 2017) with beet forerunner exceed with identical values of 20% those of the monoculture. It is impressive the lack of difference in the relative values for sorghum forerunner in 2016, and in 2017. This difference of 20% is remaining also for the average values depending on the forerunner for the two years and with fertilization. Impressive is the high degree of variation of the effect of fertilization. High is the degree of variation of the fertilization effect for the tested genotypes – from 100.9 to 130% - for 2016 and 106.3% to 134.1% for 2017. The averaged values of the effect of fertilization for the two years are identical –

109% – 114% с предшественик цвекло и на 114% -121% за монокултура.

109-114% with beet forerunner and 114-121% for monoculture.

Таблица 2. Влияние на генотипа, торенето с минерален тор и предшественика върху продуктивността на зърно при сорго, 2016-2017 г.
Table 2. Influence of the genotype, mineral fertilization and the forerunner crop on the grain productivity of sorghum, 2016-2017

Variant		2016			2017		
		control	+ NPK		control	+ NPK	
Variety	Forerunner	Kg/da	Kg/da	In % of control	Kg/da	Kg/da	In % of control
Alize	beet	562	731	130.0	577	678	117.5
	sorghum	495	607	122.6	496	546	110.0
Maxired	beet	551	597	108.3	553	717	129.6
	sorghum	507	551	108.7	478	641	134.1
Maxibel	beet	562	596	106.0	554	664	119.8
	sorghum	472	528	111.9	488	603	123.5
Armida	beet	522	560	107.2	676	702	103.8
	sorghum	487	502	103.0	505	629	124.5
SgR-OA	beet	350	357	102.0	407	443	108.8
	sorghum	300	334	111.3	336	420	125.0
Sgl-47	beet	540	569	105.4	634	766	120.8
	sorghum	427	512	120.0	538	663	123.2
SI-OBF	beet	529	598	113.0	593	664	111.9
	sorghum	347	447	128.8	457	546	119.4
Hartmann	beet	530	535	100.9	425	452	106.3
	sorghum	405	453	111.8	379	423	111.6
Average	beet	518	568	109.6	552.4	635	114.8
	sorghum	430	492	114.4	459.6	559	121.4
Rel.%	sorghum/beet	83.0	86.6		83.3	87.7	
GD 1%		175		19.2	58		14.4
P%		5.82			3.59		

Разнообразието по биотип, раннозрялост и форма на използване се отразява във високата степен на вариране на продуктивността на зелена маса и зърно при изследваните сортове и линии. В условията на воден дефицит намалява ефекта на торенето и се усилва отрицателното влияние на монокултурното отглеждане.

The diversity by biotype, early maturity and form of use reflects in the high degree of variation of the green mass and grain productivity of the tested varieties and lines. In water deficiency conditions the effect of fertilization decreases and is increased the negative influence of the monoculture growing.

ИЗВОДИ

Засушаването през двете години на изпитване се отразява върху продуктивността на зелена маса във фаза млечно-восъчна зрелост и добива на зърно. Резултатите показват увеличение на зелената маса между 8% и 15% при торене за двата варианта на предшественик. Увеличението на добива

CONCLUSIONS

The drought in the two years of tests affects the milky-wax green mass productivity and the grain yield. The results show increase of the green mass by 8%-15% with fertilization for the two forerunner variants. The increase of the grain yield is bigger during 2017.

зърно е по-голямо през 2017 г.

Намалението на продуктивността при монокултурното отглеждане е в рамките на 14%-20% средно за зелена маса и зърно. Различията в продуктивността между изпитаните генотипове се увеличават при отглеждане в монокултура. Прилагането на комбиниран тор компенсира значително негативния ефект на монокултурата.

The decrease of the productivity in conditions of monoculture growing is on the average of 14%-20% for green mass and grain yield. The differences in the productivity of the tested genotypes are increased when grown in monoculture. The application of combined fertilizer compensates significantly the negative effect of monoculture.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Andreeva, N., D. Georgiev, G. Popski, T. Mihova and M. Georgieva**, 2014. Physical-chemical Indicators of Soils in Organic Growing of Small-fruit Trees Species in Mountain Conditions. *Plant Science*, LII (1), 48-53.
2. **Berenji, J. and J. Dahlberg**, 2004. Perspectives of Sorghums in Europe. *Journal of Agron and Crop Science,* 190(5), 332.
3. **Bozhanska, T., B. Churkova and T. Mihova**, 2017. Influence of Growth Regulators and Bio-fertilizers on Productivity of Perennial Legume Forage Grasses in Conditions of the Central Balkan Mountains. *Journal of Balkan Ecology*, 20(2), 135-143.
4. **Hanssman, B.G.**, 1998. Hybrid Performance of Sorghum and Its Relationship to Morphological and Physiological Traits under Drought Stress. *Plant Breeding*, 117(3), 223-229.
5. **Kalaidjiev, I., R. Shentov and S. Ivanov**, 1969. Sorghum. Zemizdat, Sofia.
6. **Kikindonov, Tz. and K. Slanev**, 2008. Productivity and Chemical Structure of Grain of Sorghum Varieties. *Plant Sciences*, 42(3), 218-221.
7. **Kikindonov, Tz., K. Slanev and S. Enchev**, 2009. Influence of the Variety and the Sowing Rate on the Productivity of Sorghum. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 12(5), 971-979.
8. **Mihova, T., D. Georgiev, G. Popski and T. Bozhanska**, 2017. Effective Temperature Amounts Required for Entering into Individual Phenophases for Various Genetic Types of *Chaenomeles sp*., *Voćarstvo (Journal of Pomology)*, 51, 199-200.
9. **Ran Liq Shen, Jia Yan and Li Weiq**, 2009. Fertilization Processes in Sorghum and its Performance Time for Each Stage. *Acta Agronomica Sinica,* 36(12), 2234-2242.
10. **Slanev, K.**, 2014. Effect of Foliar Fertilization on the Productivity of Grain Sorghum. *Agricultural Science*, 47(2-3), 43-47
11. **Tanchev, D.**, 1996. Results of Green Mass Sorghum Hybrids Study. *Plant Sciences*, 33(3), 36-38.
12. **Vasilev, A.**, 1986. Intenzification of the Crop Rotation. Thesis, AI - Karnobat.
13. **Zarkov, B.**, 1995. Productive Capabilities of Sorghum, Grown in Non-irrigation Conditions. *Plant Sciences*, 32(3), 138-139.