Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (3), 46-53
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Биогенност на почви с естествени тревостои в Западна и Югозападна Сърбия

Снежана Анджелкович*, Снежана Бабич, Таня Васич, Ясмина Миленкович, Йордан Маркович, Младен Прижович, Ясмина Радович

Институт по фуражни култури, 37251 Крушевац, Сърбия

Biogenicity of the Soil Natural Grasslands in Western and South-Western Serbia

Snežana Andjelković*,'Snežana Babić, Tanja Vasić, Jasmina Milenković, Jordan Marković, Mladen Prijović, Jasmina Radović

Institute for Forage Crops, 37251 Kruševac, Serbia
**E-mail: snezana.andjelkovic@ikbks.com*

Original scientific paper

Received: 29.03.2019 *Accepted:* 25.06.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

Естествените тревостои са важен ресурс за селското стопанство и обхващат почти 29% от общата земеделска земя в Сърбия и са ситуирани от равнинните области до най-високата алпийска зона. Цел на настоящата статия е да представи биологичната активност на почвата (биогенност) в тревостои на базата на присъствието на общия брой микроорганизми. През есента на 2018 г. са взети почвени проби от 14 местоположения на височина между 572 m и 1328 m за микробиологични анализи от дълбочина 0-25 cm. Тревостоите са разположени на територията на Западна и Югозападна Сърбия. Физико-химичните характеристики на почвата са най-важните свойства, които влияят върху броя на микроорганизмите, особено на съдържанието на pH и органични вещества. В нашето изследване е установен най-малкия брой микроорганизми на грам абсолютно суха

SUMMARY

Natural grasslands are an important resource for agriculture and cover almost 29 % of total agriculture land in Serbia, distributed within a wide altitudinal range - from lowland areas to the highest alpine zone. This paper is intended to present biological activity of the soil (biogenicity) of grasslands on the basis of presence the total number of microorganisms. During autumn of 2018 soil samples from 14 localities at altitudes between 572 m and 1328 m were taken for microbiological analyses from a depth of 0-25 cm. These grasslands located in the territory Western and Southwestern Serbia. Physical and chemical characteristics of soil are the most important properties that affect the number of microorganisms, especially pH and organic matter content. In our study the smallest number of microorganisms per one gram of absolutely dry soil (log of number) – 5,778 on location Preseka was почва – 5.778 от района на Preseka. Най-голям брой на обща микрофлора – 6.505 е установен в ризосферата на почва в тревостой от район на Šume. Според теста на Фишер, някои проби от изследваната почва имат статистически значима разлика, но има няколко хомогенни групи, т.е. почвени проби, които не показват статистически значими разлики в общия брой микроорганизми. Нашето проучване показа, че наличието на микроорганизми в изследваните почвени проби се влияе от множество фактори и всяка почва осигурява различни условия за живота на микробите.

Ключови думи: тревостой, почва, биогенност

found. The largest number of total microflora – 6,505 in rizospheric soil of grassland on location Šume was recorded. According to Fishers test some samples of the tested soil are statistically significantly different, but there are there are several homogeneous groups i.e samples of soil among themselves does not show statistically significant differences the total number of microorganisms. Our study shown that the presence of microorganisms in the tested soil samples is influenced by numerous factors and that each soil provides different conditions for the life of the microbe.

Key words: grassland, soil, biogenity

УВОД

Тревостоите в Сърбия, които заемат около 1,5 млн. ha или 27% от общата селскостопанска площ на страната, са най-разпространения вид агроекосистема (Simić et al., 2015).

Те са не само важни като икономически обект, но и от гледна точка на екология и биоразнообразие, за опазването на околната среда и предотвратяване на ерозия на почвата (Lugić et al., 2010). Тревостоите в Сърбия представляват богат фонд от автохтонни растителни генетични ресурси на фуражни треви (Sokolović et al., 2009). Разпределението на тревостои в района е неравномерно, но има определени закономерности, като например с повишаване на надморската височина се увеличават площите с тревостои, особено техния дял в структурата на селскостопанската земя (Stošić et al., 2005). Производствените им възможности са различни и подвластни на множество фактори. Влияние оказва почвата, количество на валежите и начините на управлението им (Lazarević et al., 2003).

В естествена среда, растенията живеят в взаимодействия с различни микроорганизми и подобни взаимодей-

INTRODUCTION

Grassland vegetation of Serbia occupying about 1.5 million ha or 27% of the total agricultural area of the country as the most represented type of the agroecosystem (Simić et al., 2015).

They are not only important as an economic objective, but also from the ecological and biodiversity point for environment preservation and protection of the soil from erosion (Lugić et al., 2010). Serbian grasslands represents rich fund of autochthonous plant genetic resources of forage grasses (Sokolović et al., 2009). Distribution of grasslands in the region is unequal but there are certain regularities with increase of altitude, also grassland area increase, especially their share in the structure of agriculture soil (Stošić et al., 2005).

Their production potentials are different and under the influence of numerous factors. Dominant influences are the soil, precipitation level and management (Lazarević et al., 2003).

In the natural environments, plants live in interactions with different microorganisms and such interactions are ствия са важни за функционирането на екосистемите (Igiehon and Babalola, 2018). Микроорганизмите са важни за оценка на качеството на почвата поради техния принос към потока от енергия и хранителни вещества в екосистемите и тяхната бърза реакция към промените в почвената среда (Cardoso et al., 2013; Stenberg, 1999). Биологичната активност на организмите играе важна роля в почвата, главно за разлагане на органичната материя в почвата и особено на растителните остатъци (Zubarev et al., 2016)

Ризосферата, като функционална единица на тревостоите, е място на органично отлагане, както и разнородност на местообитания и ресурси за почвените организми (Stanton, 1988). Броят на микроорганизмите се определя от хранителните вещества в почвата. Местните микробни съобщества са уникални за конкретната почва, тъй като са се образували и еволюирали във времето в съответствие с динамиката на местното местообитание (Nazir et al., 2013). Реакцията на почвата е важен агрохимичен показател, тъй като има силно влияние върху растежната среда на растенията, на режима и достъпност до хранителните вещества и на начина, по който хранителните йони достигат до корените на растенията. Поради това, реакцията на почвата се счита за една от най-важните характеристики на околната среда (Pîslea and Sala, 2012). Според проучванията на Higashida и Takao (1986), където се разглеждат връзките между микробната активност на почвата и свойствата на почвата в тревостоя, се приема, че ниското pH на почвата намалява бактериалната активност и следователно забавя разлагането на органичната материя. Също така, Lauber et al. (2009) считат, че pH на почвата е един от най-важните фактори, които повишават изобилието на микроорганизми, като този параметър може да функционира като интегрира-

important in ecosystem functioning (Igiehon and Babalola, 2018). Microbial parameters are important for soil quality assessment because of their contribution to energy and nutrients flows in ecosystems and their fast responsiveness to changes in the soil environment (Cardoso et al., 2013; Stenberg, 1999). Biological activity of organisms play an important role in soil, mainly for decomposition of organic matter in soil and especially of plant rests (Zubarev et al., 2016)

The rhizosphere, as the functional unit of grasslands, is the site of organic deposition, also and habitat and resource heterogeneity for soil organisms (Stanton, 1988). The number of microorganisms is determined by the nutrient in the soil and the indigenous microbial communities of each soil are unique for the particular soil, as they have been shaped and evolved over time in accordance with the dynamics of the local habitat (Nazir et al., 2013).

Soil reaction is an important agrochemical indicator because it has a strong influence on the growth medium of plants, on the regime and bio-availability of nutrients and on the way nutritive ions get to plant roots. It is due to this fact that soil reaction is considered to be one of the most important characteristics of the environment (Pîslea and Sala, 2012).

According to research Higashida and Takao (1986) where they are examined the relations between soil microbial activity and soil properties in grassland the low soil pH condition was assumed to depress bacterial activities, and consequently to delay the decomposition of organic matter.

Also, Lauber et al. (2009) is considered pH of soil to be one of the most important factors which inflate abundance of microorganisms, whereby this parameter may function as an integrating variable ща променлива, която осигурява интегриран индекс на почвените условия. Всеки тип почва има своя характерна микробиоценоза, а начинът на използване на почвата може да има положително или отрицателно въздействие върху микробиологичните дейности и почвеното плодородие (Tintor et al., 2009).

Цел на настоящето проучване е да изследва общия брой на микроорганизми в почвата на естествени тревостои в Западна и Югозападна Сърбия.

that provides an integrated index of soil conditions. Any type of soil has its own characteristic microbiocenosis and the way of soil use may have positive or negative effects on microbiological activities and what is directly reflected on soil fertility (Tintor et al*.,* 2009).

The aim of this investigation was to examine the total number of microbes in the soil of natural grasslands in Western and South-Western Serbia.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През есента на 2018 г. са взети почвени микробиологични проби от дълбочина 0-25 cm в 14 местообитания в Западна и Югозападна Сърбия с надморска височина между 572 m и 1328 m. Вземането на проби от почвата се извършва на три места от различни зони на едно местообитание, след което се смесват и се представят като една осреднена проба. Химичните свойства на почвата са определени по стандартни методи в химическата лаборатория на Институт по фуражни култури в Крушевац. Биологичната активност на почвата в тревостоите се определя според общия брой микроорганизми. Всяка от пробите е анализирана в лабораторията в три повторения. Общият брой на микроорганизмите е установен със стандартни микробиологични методи за въвеждане на определено количество почвена суспензия, разредена на 10^{-6}, по метод на агарни панели (Pochon and Tardieux, 1962). Инкубацията продължава 5 дни при 28°C. Броят на отглежданите колонии се изчислява на 1 g абсолютно суха почва (Jarak and Djurić, 2006).

Резултатите са обработени с помощта на компютърна програма STATISTICS 8.0, използвайки LSD тест на Фишер.

MATERIAL AND METHODS

During autumn of 2018 soil samples from 14 localities at altitudes between 572 m and 1328 m were taken for microbiological analyses from a depth of 0-25 cm. These grasslands located in the territory Western and Southwestern Serbia. Sampling soil was carried out in three sites from different parts of one location, they are mixed and present as one sample. The chemical properties of the soil were determined by standard methods in the chemical laboratory of the Institute for Forage Crops Kruševac. Biological activity of the soil of grasslands was monitored on the basis of presence the total number of microorganisms. In the lab, each of the samples was analyzed in three repetitions. Total number of microorganisms was established with standard microbiological methods of introducing a certain specific quantity of soil suspension diluted 10^{-6}, method of agar panels (Pochon and Tardieux, 1962). The incubation lasted for five days on 28°C. The number of grown colonies was calculated per 1g of absolutely dry soil (Jarak and Djurić, 2006).

The results were processed by means of STATISTICS 8.0 computer program, using Fisher's LSD test.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от химичните анализи на почвата показват, че

RESULTS AND DISCUSSION

The results of chemical analyses of soil show that the pH value ranged from стойността на pH варира в границите от 3.62 до 6.17. Според съдържанието на хумус, азот, калий и фосфор в почвените проби на различни тревостои се установява, че се различават помежду си (Таблица 1).

strongly acidic 3.62 to 6.17, from very strongly acidic to slightly acidic. According to the content of humus, nitrogen, potassium and phosphorus soil samples from different grasslands were under different among themselves (Table1).

Таблица 1. Химически състав и обща микрофлора (логаритъм на брой) на изследвани почви

Table 1. The chemical composition and the total microflora (log of number) of studied soils

Место положение Location	Надморска височина Altitude of location (m)	pH H_20	KCl	N %	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g	Хумус Humus %	Общ брой микроорганизми The total number of m.o.
Brusnik	1239	5.79	4.59	0,164	5.10	28.70	1.60	$6.041^{h.i}$
Vrmbaje	719	6.37	4.97	0,265	4.10	25,82	3.96	$6.079^{g.h}$
Sveštica	774	4.38	3.62	0.193	31.20	20.45	3.29	5.903^{j}
Dubrava	741	4.85	4.13	0.324	4.60	4.30	3.16	6.000^{i}
Preseka	1033	4.51	3.79	0.205	7.70	16.78	2.70	5.778^{k}
Šumer	703	6.83	6.09	0.193	72.10	44.06	3.90	6.505^{a}
Rosići	572	5.56	4,06	0.212	4.20	4.27	3.16	6.301^{c}
Mrčići	685	6.35	5.43	0.352	4.30	42.38	3.70	6.462^{a}
Drenovci	812	6.83	6.17	0.235	4.20	23.78	2.75	6.380^{b}
Skakavci	600	6.51	5.54	0.460	6.80	36.45	4.15	6.471^{a}
Božetići	1033	4.95	4.08	0.316	18.40	22.89	4.11	$6.176^{e.f}$
Debelja	1064	6.04	4.69	0.307	14.90	53.21	313	$6.113^{f.g}$
Suvi Do	1328	5.29	4.18	0.415	10.10	16.30	4.21	6.279^{c}
Šipče	1240	5.39	4.45	0.447	9.60	33.72	4.56	6.204^{d}

Забележка: Средните стойности с едни и същи букви с горен индекс няма статистически значима разлика според LSD теста на Фишер ($p < 0.05$)

Note: Mean values with the same superscript(s) are not significantly different according to Fisher's LSD test ($p < 0.05$)

Най-голям брой почвени проби съдържат средно и високо съдържание на хумус, фосфор и азот. Съдържанието на фосфор в изследваната почва като цяло е ниско, с изключение на няколко почвени проби, които имат високо и много високо съдържание. Счита се, че високото съдържание на органично вещество, акумулирано в повърхностния слой на почвата се дължи на голямото количество растителни остатъци, достигащи това ниво, съчетано с по-бавна скорост на разлагане (Whitehead, 1970).

В нашето изследване най-малък брой (5.778) микроорганизми на грам абсолютно суха почва (логаритъм на брой) е отчетен в района на Preseka.

The largest number of samples soil has medium and high humus, phosphorus and nitrogen content. The content of phosphorus in the studied soil generally is low, the exception is several soil samples that have high and very high content of this nutrient. The high content of organic matter accumulated in the surface of grassland soil is considered to result from the large quantity of plant residues reaching this level, combined with a slower rate of decomposition (Whitehead, 1970).

In our study the smallest number of microorganisms per one gram of absolutely dry soil (log of number) – 5.778 on location Preseka was found.

Най-голям брой на обща микрофлора (6.505) е установен в ризосферата на почва от района на Šume. По-малък брой микроорганизми, в сравнение с тази проба, е установен в района на Skakavci (6.471) и Mrčići (6.462), но статистически те не се различават помежду си. Освен това, според теста на Фишер, има няколко хомогенни групи: едните, които не показват статистически значими разлики помежду си за общия брой микроорганизми, и други, които имат статистически значима разлика (Таблица 1). Нашето проучване показа, че наличието на микроорганизми в изследваните почвени проби се влияе от множество фактори и всяка почва осигурява различни условия за живота на микробите. Структурата и функционирането на микробните общности отразяват взаимодействията между множество биотични и абиотични фактори, сред най-важните от които е качеството на органичните субстрати, които са му достъпни (Wardle and Giller, 1996). Микробният метаболизъм в почвата е ограничен от наличието и вида на органичните вещества, а количествените и качествените разлики в доставянето на вещества между тревостоите са отговорни за различията в микробната общност (Moussa et al., 2007). Почвените микроорганизми изпълняват широк спектър от основни дейности за устойчивото функциониране на всички екосистеми. Те разлагат органичната материя; освобождават хранителни вещества в достъпни форми за растенията и разграждат токсичните остатъци; образуват симбиотични асоциации с корените на растенията, модифицирайки физическите свойства на почвата и водните режими; повишават количеството и ефективността на усвояването на хранителни вещества от растенията и подобряват тяхното здраве.

The largest number of total microflora – 6,505 in rizospheric soil of grassland on location Šume was recorded. A somewhat smaller number of micro-organisms compared to this sample have samples from the location Skakavci – 6.471 and location Mrčići – 6.462, but statistically they do not differ among themselves. Further, according to Fishers test there are few homogeneous groups i.e. samples of soil among themselves does not show statistically significant differences the total number of microorganisms as well as some samples of the tested soil are statistically significantly different (Table 1). Our study shown that the presence of microorganisms in the tested soil samples is influenced by numerous factors and that each soil provides different conditions for the life of the microbe. The structure and functioning of microbial communities reflect interactions between a host of biotic and abiotic factors, among the most important of which is the quality of organic substrates available to it (Wardle and Giller, 1996). Microbial metabolism in soil is limited by the availability and types organic substrates, and the quantitative and qualitative differences in substrates supply between grasslands are responsible for the variation in microbial community (Moussa et al., 2007). Soil microorganisms perform a wide range essential services to the sustainable function of all ecosystems, they decompose organic matter, release nutrients into plant-available forms and degrade toxic residues; they also form symbiotic associations with plant roots, modifying soil physical properties and water regimes, enhancing the amount and efficiency of nutrient acquisition by the vegetation and enhancing plant health.

ИЗВОДИ

Нашето проучване показа, че наличието на микроорганизми в изследваните почвени проби се влияе от множество фактори и всяка почва осигурява различни условия за живот на микроорганизмите. Това проучване е в началото си, така че е необходимо да продължим да събираме пълна информация за наличието на определени физиологични и систематични групи микроорганизми в почвата на тревостоите в тази част на Република Сърбия.

CONCLUSIONS

Results of this study shown that the presence of microorganisms in the tested soil samples is influenced by numerous factors and that each soil provides different conditions for the life of the microbe. This is the beginning of research so it is necessary to continue to obtain study complete information about presence of certain physiological and systematic groups of microorganisms in soil of grasslands of this part Republic of Serbia.

БЛАГОДАРНОСТИ

Изследването е финансирано от Министерството на образованието, науката и технологичното развитие, Република Сърбия, проект TR 31057.

ACKNOWLEDGEMENTS

Research was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia, project TR 31057.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Cardoso, E.J. B.N, R.L.F. Vasconcellos, D. Bini, M.Y, Horta Miyauchi, C.A. dos Santos, P.R. Lopes Alves, A.M, de Paula, A.S. Nakatani, J.d.M. Pereira and M.A. Nogueira**, 2013. Soil Health: Looking for Suitable Indicators. What Should Be Considered to Assess the Effects of Use and Management on Soil Health? *Scientia Agricola*, 70 (4), 274-289.

2. **Higashida, S and K. Takao**, 1986. Relations between Soil Microbial Activity and Soil Properties in Grassland. *Soil Science and Plant Nutrition,* 32 (4), 587-597.

3. **Igiehon, N.O. and O.O. Babalola**, 2018. Rhizosphere Microbiome Modulators: Contributions of Nitrogen Fixing Bacteria towards Sustainable Agriculture. *Int J Environ Res Public Health*, 15 (4), 574. doi:10.3390/ijerph15040574

4. **Jarak, M. and S. Djurić**, 2006. Practicum of Microbiology. Faculty of Agriculture, Novi Sad (Sr).

5. **Lauber, L.C., M. Hamady, R. Knight and N. Fierer**, 2009. Pyrosequencing-based Assessment of Soil pH as a Predictor of Soil Bacterial Community Structure at the Continental Scale. *Appl Environ Microbiol.*, 75 (15), 5111-5120.

6. **Lazarević D., S. Mrfat-Vukelić, M. Stošić and B. Dinić**, 2003. Potential of Natural Grasslands in Mountainous and Hilly Areas of Serbia. In: Proceedings of the 12th Symposium of the EGF “Optimal Forage Systems for Animal Production and the Environment”. 26-28 May, Pleven, Bulgaria, pp. 60-64.

7. **Moussa, A.S., L. Van Rensburg, K. Kellner and A. Bationo**, 2007. Soil Microbial Biomass in Semi-arid Communal Sandy Rangelands in the Western Bophirima District, South Africa. *Applied Ecology and environmental Research*, 5 (1), 43-56.

8. **Nazir R., A.V Semenov., N. Sarigul and J.D. van Elsas**, 2013. Bacterial Community Establishment in Native and Non-native Soils and the Effect of Fungal Colonization. *Microbiology Discovery*, 1, 8. doi: 10.7243/2052-6180-1-8

9. **Pîslea D. and F. Sala**, 2012. Changes in Soil Reaction under the Influence of Mineral Fertilization. *Research Journal of Agricultural Science*, 44 (3), 102-107.

10. **Pochon, J. and P. Tardieux**, 1962. Techniques d'analyse en microbiologie du soil. Edit. de la Tourelle. Paris.
11. **Simić, A., S. Vučković, Z. Tomić, Z. Bijelić, V. Mandić and I. Krga**, 2015. Management of Permanent Grasslands in Serbia: Evaluation of Current Fertilizer practice. In: Proceedings of the 4th International Congress "New perspectives and challenges of sustainable livestock production", 7-9 October, 2015, Belgrade, Republic of Serbia, pp. 381-393.
12. **Sokolović, D, S. Babić, Z. Tomić, J. Radović, Z. Lugić and M. Cvetković**, 2009. Broadening of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) and Cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) Autochthonous Genotypes Collection. Book of abstracts IV Congress of the Serbian Genetic Society, 1-5 June, Tara, Republic of Serbia, pp. 177.
13. **Stanton, N.L.**, 1988. The Underground in Grasslands. *Ann. Rev. Ecol. Syst*., 19, 573-.589.
14. **Stenberg, B.**, 1999. Monitoring Soil Quality of Arable Land: Microbiological Indicators. *Acta Agriculturae Scandinavica*, *Section B – Soil & Plant Science,* 49 (1), 1-24.
15. **Stošić, M., D. Lazarević, B. Dinić, D. Terzić and A. Simić**, 2005. Natural Grasslands as Basis of Livestock Development in Hilly-mountainous Regions of Central Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21 (5-6), 265-271.
16. **Tintor, B., N. Milošević and J. Vasin**, 2009. Microbiological Properties of Chernozem of Southern Bačka According to Different Methods of Land Use. *Field and Vegetable Crops Research,* 46 (1), 189-198.
17. **Wardle, D.A. and K.E. Giller**, 1996. The Quest for a Contemporary Logical Dimension to Soil Biology. *Soil Biol. Biochem.*, 28, 1549-1554.
18. **Whitehead, D.C.**, 1970. Accumulation of Nitrogen in Soil Organic Matter. In: The Role of Nitrogen in Grassland Productivity, Commonwealth Agricultural Bureaux, Hurley, pp. 30-37.
19. **Zubarev, I., L. Falaleeva, M. Nechunaev and O. Fotina***,* 2016. Influence of Tillage Techniques for Old-age Galega orientalis Grass Stand on Agro-physical and Microbiological Indicators of Soil in Middle Preduralie (Russia). *AGROFOR International Journal*, 1 (1), 167-171.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (3), 54-63 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изменчивост на някои агрономични характеристики на генотипове на бакла (*Vicia faba* L.) в Сърбия

Ясмина Миленкович[1]*, Раде Станисавлевич[2], Снежана Анджелкович[1], Йордан Маркович[1], Таня Васич[1], Миряна Петрович[1], Драгослав Джокич[1]

[1]*Институт по фуражни култури, 37251 Крушевац, Сърбия*
[2]*Институт по растителна защита и околна среда, 11000 Белград, Сърбия*

Variability of Some Agronomic Characteristics of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes in Serbia

Jasmina Milenković[1]*, Rade Stanisavljević[2], Snežana Andjelković[1], Jordan Marković[1], Tanja Vasić[1], Mirjana Petrović[1], Dragoslav Djokić[1]

[1]*Institute for Forage Crops, 37251 Kruševac, Serbia*
[2]*Institute for plant protection and the environment, 11000 Belgrade, Serbia*
**E-mail: jasmina.milenkovic@ikbks.com*

Original scientific paper

Received: 17.05.2019 *Accepted:* 23.07.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

В настоящето изследване са анализирани някои агрономични характеристики на популации на бакла (*Vicia faba* L.), събрани от различни части на Сърбия. В Сърбия съществува голям брой запазени популации на бакла, които все още се използват само за земеделски цели. По тази причина са избрани генотипове с фини семена, тъй като се използват повече за хранене на животни. През 2016, 2017 и 2018 г. в експерименталното поле на Институт за фуражни култури в Крушевац са изследвани 10 популации по отношение височина на растенията, брой разклонения, брой шушулки на растение, брой семена на шушулка и тегло на 1000 броя семена. Изучаването на изменчивостта сред изследваните генотипове ни позволява да съставим

SUMMARY

In this research we analized some agronomic characteristics of the faba bean populations (*Vicia faba* L.) from the collected material of different parts of Serbia. There are a large number of preserved faba bean populations in Serbia that are still only used for farm use. Genotypes with fine-grained seed are selected for this investigation, because they are used more for animal feed. A small-plot trial was carried out in 2016, 2017 and 2018 at the experimental field of the Institute for Forage crops Krusevac. In this trial 10 populations were tested for plant height, number of branches, number of pods per plant, seed number per pod, and 1000 seed weight. Determination of variability among investigated genotypes allows us to make a basis material for future developing cultivars with desired нови селекционни програми за сортове с желани характеристики.

За повечето генотипове е установена статистически значима разлика в изследваните характеристики. Данните са статистически анализирани с помощта на дисперсионен метод за анализ ANOVA Изчислени са прости корелационни коефициенти между изследваните свойства.

Ключови думи: *Vicia faba*, семена, шушулка, тегло на 1000 семена, изменчивост

features.

For most genotypes, statistically significant variability for the investigated properties was determined. The data were statistically analyzed using the ANOVA variance analysis method. Simple correlation coefficients between the investigated properties were calculated.

Key words: *Vicia faba*, seed, pod, 1000 seed weight, variability

УВОД

Баклата (*Vicia faba* L.) е древно растение, отглеждано предимно за семена, консумирани от хората. По настоящем, тя е широко разпространена в Европа, Северна Африка, Централна Азия, Китай, Южна Америка, САЩ, Канада и Австралия. Изключително ценена и хранителна бобова култура в Близкия Изток, Средиземноморския регион, Китай и Етиопия (Muehlbauer et al., 1997). Prolea (2014) я описва като многофункционална, тъй като се използва както за храна от хора, така и за фураж като сено, силаж и слама. Семената на някои сортове са важна храна за добитъка, а някои сортове се отглеждат и за фураж. През 2012 г. производството ѝ за храна и фураж е 4.5 милиона тона в световен мащаб. Пет страни произвеждат повече от 75% от световното производство – Китай, Етиопия, Австралия, Франция и Обединеното кралство. Само Китай е произвел 34% от цялата продукция през 2013 г. (FAO, 2014). Употребата и производството на зърна от бакла обаче намалява през последните десетилетия поради увеличаването на индустриализираните системи за отглеждане на зърнени култури и намаляването на традиционните системи за отглеждане (Jensen et al., 2010; McVay et al., 1989). Баклата се ползва и за зелено торене или като бобово растение в ротацията

INTRODUCTION

Faba bean (*Vicia faba* L.) is an old plant primarily grown for its seeds consumed by humans. Faba bean is now widespread in Europe, North Africa, Central Asia, China, South America, USA, Canada and Australia.

Faba bean is a much appreciated food legume in the Middle-East, the Mediterranean region, China and Ethiopia (Muehlbauer et al., 1997). It is a multipurpose crop used for both food and fodder like hay, silage and straw (Prolea, 2014). The seeds of some varieties are an important livestock feed and some varieties are also grown for fodder. Production for food and feed was 4.5 million t worldwide in 2012.

The 5 top producing countries are China, Ethiopia, Australia, France and United Kingdom (more than 75% of world production). China alone produced 34% of all faba beans in 2013 (FAO, 2014).

However, faba bean utilisation and production has been declining in the last decades due to the increase of industrialized cereal-based systems, and the decrease of traditional cropping systems (Jensen et al., 2010; McVay et al., 1989). Faba bean is grown for green manure production or as a legume ley in cereal/legume rotations (McVicar et al., на зърнено-бобови култури (McVicar et al., 2013; Muehlbauer et al., 1997).

Баклата може да бъде важен източник на растителни протеини за хранене на хора и животни Тя е по-малко използвана за консумация от човека, но в страни като Египет все още е основният източник на протеини за бедното население (Erić et al., 2007). Значението на баклата е многостранно поради състава на органичното вещество в подземните и надземни ѝ части. Това позволява фиксиране на азота, подобряване на биологичните свойства на почвата и възможност за приемане на хранителни вещества от по-дълбоките слоеве на почвата. Не е придирчива към качеството на почвата, тъй като сама си осигурява необходимото количество азот чрез фиксиране от въздуха. Културата е несправедливо пренебрегвана, както в диетата на хората, така и на животните. Зърната ѝ са с висока хранителна стойност, а съдържанието на лизини е четири пъти по-високо от повечето хлебни зърнено-житни култури (Trubnikova, 1988). Използва се за производство на фураж, семена и зърна. За зелен фураж тя се отглежда в смески с царевица, сорго или суданска трева. Когато зърната на баклата са предназначени за хранене на добитък, се предпочитат сортове с дребни семена, с ниско съдържание на танин, вицин, конвицин и трипсинов инхибитор (McVicar et al., 2013). Те са предложени като алтернативен източник на протеини вместо соята за животните в Европа (Smith et al., 2013; Jezierny et al., 2010; Blair, 2007). Растенията могат да се използват за производство на качествен силаж (McVicar et al., 2013). В Швеция тя се използва като лигноцелулозна биомаса за производство на биоетанол и биогаз (Petersson et al., 2007) В Сърбия баклата не е широко разпространена в производството и много малко е ивършеното за създаване на местни сортове. Местните автохтонни популации на градинска

2013; Muehlbauer et al., 1997).

Faba bean can be a significant source of plant protein for human and animal nutrition. It is less used for human consumption, but in some countries (Egypt) is still the main source of protein for the poor population (Erić et al., 2007).

The importance of cultivation faba beans is multiple due to the composition of organic matter in harvest residues (underground and above ground). This allows nitrogen fixation, improvement of soil biological properties, and possibility of adopting nutrients from deeper layers of soil. Faba bean is not required for the quality of the soil, because it is ensured by the fixation of air the necessary amount of nitrogen for its growth. This culture is unfairly neglected, both in the diet of humans and animals. The grain of the faba bean is of high nutritional value, and the content of lysines is four times higher than the content in the most of bread cereals (Trubnikova, 1988).

Faba bean is used for the production of fodder, seeds and grains. Green fodder is used in mixtures with corn, sorghum or Sudan grass. When faba beans are intended for livestock feeding, small-seed varieties with low-tannin, low vicine-convicine and low-trypsin inhibitor contents are preferred (McVicar et al., 2013). Faba beans have been suggested as an alternative protein source to soybean for livestock in Europe (Smith et al., 2013; Jezierny et al., 2010; Blair, 2007). Faba bean plants can be used to make good quality silage (McVicar et al., 2013). In Sweden, it was used as a lignocellulosic biomass to produce bioethanol and biogas (Petersson et al., 2007). In Serbia, little has been done to create domestic varieties of faba bean.

Also, it is not widespread in production. Local autochthonous populations of garden faba bean (for human бакла (за консумация от хора) се произвеждат предимно в стопанствата. Чуждите сортове се произвеждат на малки площи и нямат икономическо значение (Erić et al., 2007). Понастоящем, когато нараства нуждата от качествени храни, е полезно да се върнем към някои стари култури, които могат да допринесат за производството на здравословна и качествена храна за хора и животни. В Института по фуражни култури има колекция от разнородни видове бакла, събрани в различни части на Сърбия. Част от колекцията е включена в настоящето изследване. За целите на по-нататъшната селекция с вида са подбрани генотипове с фини семена и сходен вегетационен период.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През 2016, 2017 и 2018 г. в експерименталното поле на Института по фуражни култури в Крушевац е извършено проучване, при което са изследвани 10 популации от различни части на Сърбия. Проследени са показателите височина на растенията, брой разклонения, брой шушулки на растение, брой семена в шушулка и тегло на 1000 броя семена. Най-много популации произхождат от Централна Сърбия (5), три популации от Източна Сърбия, а две от Южна Сърбия.

Средните месечни температури (^{o} C) и сумата на валежите (mm), отчетени по време на периода на изследване, са представени в Таблица 1.

consumption) are mostly produced in farms. Foreign varieties are produced on small surfaces and have no economic significance (Erić et al., 2007).

Nowadays, when the need for quality foods grows, it is useful to return to some old cultures that can contribute to the production of healthy and quality food for people and animals. At the Institute of Forage Crops there is a collection of heterogeneous faba beans, collected in different parts of Serbia. Part of this collection was included in this research. For the purposes of further selection, genotypes with fine-grained seed and a similar vegetation period were selected.

MATERIAL AND METHODS

A small-plot trial was carried out in 2016, 2017 and 2018 at the experimental field of the Institute for Forage crops Krusevac. In this trial 10 autochthonous populations were tested for plant height, number of branches, number of pods per plant, seed number per pod, and 1000 seed weight. Indigenous populations originate from different parts of Serbia. The largest number of populations originate from central Serbia (5), three populations are from Eastern Serbia, and two are from Southern Serbia.

Average monthly temperatures (^{o}C) and sum of precipitations (mm) data recorded during study period are presented in Table 1.

Таблица 1. Средни месечни температури T (^{o}C) и месечна сума на валежите P (mm) през вегетационния период

Table 1. Average monthly temperatures T (^{o}C) and monthly sum of precipitations P (mm) during vegetation period

Година/месец Year/month		февруари February	март March	април April	май May	юни June	юли July	август August	септември September
2016	T	8.6	8.0	14.4	15.6	21.6	22.3	20.4	17.0
	P	48.6	86.1	63.2	144.6	77.4	102.4	70.1	49.7
2017	T	4.1	10.2	11.6	16.8	22.4	23.9	23.6	18.0
	P	24.0	44.7	61.9	77.7	51.4	15.7	41.0	16.5
2018	T	5.5	4.3	13.9	18.7	23.0	22.1	23.1	18.4
	P	13.0	32.0	33.0	12.0	0.0	145.0	69.7	9.0

Изведен е полски опит в три повторения по рандомизиран блоков метод. От всеки генотип са засадени 30 растения в два реда с разстояние 20 cm в редовете и 60 cm между тях. За отчитане на заложените показатели са извършени измервания на по 10 растения. Когато шушулките достигнат до фаза на зрялост, семената от всички растения в парцела се смесват и се създава средна проба, от която се определя теглото на 1000 бр. семена. Определянето на изменчивостта сред изследваните генотипове ни позволява да съберем генетичен материал с желани характеристики при създаването на нови сортове. За повечето генотипове е установена статистически значима разлика за изследваните показатели. Резултатите са обработени по дисперсионния анализ (ANOVA) чрез тест на Fisher при 0.01 ниво на вероятност. Изчислени са прости корелационни коефициенти между изследваните показатели. Оценката на коефициентите на линейна корелация е извършен по следната скала: ≥0.70 силна корелация; 0.30-0.69 средна корелация; <0.30 слаба корелация; около 0.0 няма линейна корелация (не изключва съществуването на нелинейна форма на корелация). Данните са анализирани статистически с помощта на софтуер STATISTICA.

The field trial was set up by random block system in three replications. For each genotype, 30 plants are planted in two rows with distance of 20cm in the rows and 60cm between rows. For features plant height, number of branches, number of pods per plant, and seed number per plant, all measurements were done on 10 plants. In the maturity phase of the pods, the seeds from all the plants on the parcel were mixed and a unique sample was created from which the weight of the 1000 seeds was determined. Determination of variability among investigated genotypes alows us to make a basis material for future developing cultivars with desired features. For most genotypes, statistically significant variability for the investigated properties was determined. The results were processed by the analysis of variance (ANOVA) by Fisher test at the 0.01 probability level. Simple correlation coefficients between the investigated properties were calculated. The evaluation of the linear correlation coefficients was carried out according to the following scale: ≥0.70 strong correlation; 0.30-0.69 medium correlation; <0.30 weak correlation; about 0.0 no linear correlation (does not exclude the existence of a nonlinear form of correlation). The data were statistically analyzed using the STATISTICA software.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Въз основа на резултатите от изследването (Таблица 2) е налице значителна разлика между изследваните генотипове за всички проучени характеристики при ниво p <0.01. През годините са съществували по-малко значими разлики за всички изследвани характеристики. През първата година на изследването е установена най-малката височина (36.44cm) при генотип KS44, а най-голямата (85.89 cm) при генотип SB09. Съществува значителна разлика във височината между генотипите, докато между годините тя е

RESULTS AND DISCUSSION

Based on the results of the study (Table 2), there was a significant variation between the tested genotypes for all investigated traits at the level of $p < 0.01$. Within the years, there were less significant differences for all investigated features. The smallest height (36.44cm) had the KS44 genotype, and the highest height (85.89cm) achieved genotype SB09; both in the first year of research.

There was very significant variation in height between genotypes, while variance was not significant between the years незначителна (p<0.01). Отчетена е и значителна разлика между изследваните генотипове по отношение броя на разклоненията на растение. Най-голям среден брой разклонения е установен при генотип KN07 (2.71), а най-малък при генотип KS44 (1.60). През годините, най-голям брой разклонения е установен при генотип NI16 (2.89 cm) през третата година, а най-малък при KS44 (1.56 cm) през втората и третата година на изследването. Броят на шушулки на растение се променя от 11.22 (AL08 през първата година) до 20.78 (KS44 през първата година). Тези два генотипа имат най-малка и най-висока средна стойност по този показател. При него се забелязва значителна разлика между генотиповете, макар тя да не е толкова голяма през годините на провеждане на експеримента. Най-голям брой на семената в шушулка е установен при генотип KS44 (3.24), а най-малък в KS05 (2.24). Същото важи и за средните стойности на този показател, по който има малки изменения между генотиповете и няма разлики през годините. Теглото на 1000 бр. семена се променя значително при изследваните генотипове (Таблица 2). То е най-голямо при генотип SB09 за двата вида: среден брой семена 654.33 и най-голям брой семена 655.33 през първата година от изследването. Най-малко тегло семена са получени от генотип KS44 (447.67 през първата година и 449.34 средно тегло от 1000 бр. семена за изследваните години). По тази показател също няма различие между изследваните години, докато променливостта между генотипите е много значима.

(p<0.01). Number of branches per plant varied significantly between investigated genotypes. The largest average number of branches was obtained in the genotype KN07 (2.71), and the lowest in the genotype KS44 (1.60). By year, the largest number of branches had a genotype NI16 (2.89cm) in the third year, and the smallest KS44 (1.56cm) in the second and third year of testing.

The number of pods per plant varied from 11.22 (AL08 in the first year) to 20.78 (KS44 in the first year). These two genotypes had the smallest and highest average value for this feature. For this feature, there was significant variation between the genotypes, while the variation was not significant between the examined years. The highest number of seeds per pod was obtained at KS44 (3.24), and the smallest in KS05 (2.24).

This also applies to the average values for this property. This feature was to a lesser extent varied between genotypes, and there no variation between years. 1000 seed weight varied very significantly between investigated genotypes (Table 2). The largest seed was obtained from genotype SB09 for both: the average number of seeds 654.33, and the highest number of seeds 655.33 in the first year of the investigation. The smallest seed was obtained from KS44 genotype (447.67 in the first year and 449.34 average weight of 1000 seeds for the examined years). For this trait, there was also no variation between the studied years, while the variability between genotypes is very significant.

Таблица 2. Височина на растението (cm), брой разклонения на растение, брой шушулки на растение, брой зърна на шушулка, и тегло на 1000 семена за период от три години

Table 2. Plant height (cm), branch number per plant, pod number per plant, seed number per pod and 1000 seed weight for three years

Генотип Genotype	Година Year	Височина на растенията Plant height	Бр. разклонения на растение$^{-1}$ Branch number plant^{-1}	Бр. шушулка на растение$^{-1}$ Pod number plant^{-1}	Бр. семена на шушулка$^{-1}$ Seed number pod^{-1}	Тегло на 1000 семена 1000 seed weight
SB01	1	46.11 ^{k}	2.22 ^{bcd}	12.56 ^{ghij}	2.73 ^{b}	528,67 ^{i}
	2	46.56 ^{k}	2.67 ^{ab}	12.11 ^{ghijk}	2.63 ^{bc}	536,00 ^{i}
	3	48.11 ^{k}	2.22 ^{bcd}	12.11 ^{ghijk}	2.57 ^{cde}	539,60 ^{hi}
Средно / Average		46,93	2.37	12.26	2.64	534.76
JA32	1	44.67 ^{k}	2.78 ^{ab}	19.78 ^{ab}	2.38 ^{fghi}	454,00 ^{j}
	2	45.22 ^{k}	2.67 ^{ab}	19.67 ^{ab}	2.36 ^{fghij}	454,67 ^{j}
	3	45.89 ^{k}	2.56 ^{abc}	19.67 ^{ab}	2.48 ^{cdef}	455,67 ^{j}
Средно / Average		45,26	2.67	19.71	2.41	454.78
AL03	1	51.44 ^{ij}	2.33 ^{abc}	14.00 ^{ef}	2.28 ^{hij}	557,33 ^{g}
	2	56.67 ^{h}	2.44 ^{abc}	14.22 ^{e}	2.30 ^{ghij}	559,67 ^{fg}
	3	54.00 ^{hi}	2.44 ^{abc}	13.34 ^{efg}	2.34 ^{fghij}	558,00 ^{g}
Средно / Average		54,04	2.40	13.85	2.31	558.33
KS44	1	36.44 ^{l}	1.67 ^{de}	20.78 ^{a}	2.97 ^{ab}	447,67 ^{j}
	2	37.56 ^{l}	1.56 ^{e}	20.56 ^{a}	3.80 ^{a}	448,67 ^{j}
	3	38.00 ^{l}	1.56 ^{e}	20.33 ^{a}	3.01 ^{a}	451,67 ^{j}
Средно / Average		37,33	1.60	20.56	3.24	449.34
KS05	1	64.56 ^{g}	2.74 ^{ab}	19.56 ^{abc}	2.28 ^{hij}	584,33 ^{g}
	2	66.22 ^{g}	2.67 ^{ab}	19.67 ^{ab}	2.23 ^{ijk}	588,00 ^{d}
	3	66.24 ^{g}	2.78 ^{ab}	18.89 ^{bcd}	2.22 ^{ijk}	586,00 ^{d}
Средно / Average		65,67	2.73	19.37	2.24	586.11
NI16	1	63.78 ^{g}	2.67 ^{ab}	17.67 ^{d}	2.28 ^{hij}	567,33 ^{ef}
	2	64.56 ^{g}	2.44 ^{abc}	18.11 ^{d}	2.34 ^{fghij}	570,00 ^{e}
	3	63.44 ^{g}	2.89 ^{a}	18.33 ^{cd}	2.22 ^{ijk}	563,33 ^{efg}
Средно / Average		63,93	2.67	18.04	2.28	566.89
KN07	1	75.78 ^{de}	2.73 ^{ab}	12.44 ^{ghijk}	2.23 ^{ijk}	628,33 ^{c}
	2	77.11 ^{cd}	2.70 ^{ab}	13.00 ^{efgh}	2.31 ^{ghij}	629,67 ^{c}
	3	77.56 ^{cd}	2.69 ^{ab}	12.56 ^{ghij}	2.30 ^{ghij}	633,33 ^{c}
Средно / Average		76,82	2.71	12.67	2.28	630.44
AL08	1	78.67 ^{cd}	2.67 ^{ab}	11.22 ^{k}	2.60 ^{bc}	645,00 ^{b}
	2	80.33 ^{c}	2.44 ^{abc}	11.44 ^{jk}	2.50 ^{cdef}	650,67 ^{ab}
	3	79.78 ^{c}	2.56 ^{abc}	11.78 ^{hijk}	2.40 ^{fgh}	649,33 ^{ab}
Средно / Average		79,59	2.56	11.48	2.50	648.33
SB09	1	85.89 ^{a}	2.00 ^{cde}	13.11 ^{efg}	2.42 ^{efgh}	655,33 ^{a}
	2	83.44 ^{ab}	2.02 ^{cde}	12.89 ^{fghi}	2.41 ^{fgh}	653,67 ^{a}
	3	85.56 ^{a}	2.10 ^{cde}	11.67 ^{ijk}	2.34 ^{fghij}	654,00 ^{a}
Средно / Average		84,96	2.04	12.56	2.39	654.33
KN10	1	72.44 ^{ef}	2.78 ^{ab}	13.33 ^{efg}	2.38 ^{fghi}	591,33 ^{d}
	2	70.11 ^{f}	2.67 ^{ab}	13.22 ^{efg}	2.44 ^{defg}	589,67 ^{d}
	3	70.56 ^{f}	2.44 ^{abc}	13.22 ^{efg}	2.43 ^{defg}	591,00 ^{d}
Средно / Average		71,04	2.63	13.26	2.42	590.67

Note: The same letters in the superscript indicate homology, or the absence of statistically significant differences according to Fischer LSD test ($p<0.01$)

Забележка: Същите букви написани с горен индекс показват сходство или липсата на статистически значими разлики според LSD тест на Фишер ($p <0.01$).

Съотношението между височината на растението и броя на разклонения за растение (Таблица 3) е положително и слабо (0,27). Височината на растенията влияе върху броя на шу-

The correlation (Table 3) between the height of the plant and the number of branches per plant was positive and weak (0.27). Plant height influenced on pod number per plant on negative and шулките на растение на отрицателно и средно ниво (-0.67), както и върху броя на семената от растение (-0.60). В настоящето изследване, височината на растенията влияе много силно върху теглото на 1000 бр. семена (0.90).

medium level (-0.67), also on seed number per plant (-0.60).

In this study, plant height influenced very significantly on 1000 seed weight (0.90).

Таблица 3. Коефициент на линейни корелации между изследваните характеристики
Table 3. Coefficient of linear correlations between investigated features

	Височина на растение Plant height	Бр. разклонения за растение$^{-1}$ Branch number plant^{-1}	Бр. шушулки на растение$^{-1}$ Pod number plant^{-1}	Бр. семена за шушулка$^{-1}$ Seed number pod^{-1}	Тегло на 1000 семена 1000 seed weight
Височина на растение Plant height	*	0.27	-0.67*	-0.60*	0.90**
Бр. разклонения за растение$^{-1}$ Branch number plant^{-1}		*	-0.16	-0.82**	0.22
Бр. шушулки на растение$^{-1}$ Pod number plant^{-1}			*	0.26	-0.82**
Бр. семена за шушулка$^{-1}$ Seed number pod^{-1}				*	-0.52*
Тегло на 1000 семена 1000 seed weight					*

Броят на разклонения за едно растение има отрицателна и много значима корелация с броя семена в шушулка (-0.82). Забелязахме, че в сухите години определен брой разклонения нямат шушулки, а също така, ако имат много от тях са без семена. Налице е слаба отрицателна корелация с броя на зърната на растение (-0.16) и слаба положителна корелация с теглото на 1000 бр. семена (0.22). Броят на шушулки за едно растение има слаба положителна корелация с броя семена в шушулка (0.26) и силна отрицателна корелация с теглото на 1000 бр. семена (-0.82). Броят семена на шушулка има отрицателна средна корелация с теглото на 1000 бр. семена (-0.52).

Number of branches per plant had negative and very signifficantly correlation with seed number per pod (-0.82). We noticed that in dry years certain number of branches are without pods and, also, if they have pods many of them are without seeds. There was weak negative correlation with pod number per plant (-0.16), and weak positive correlation with 1000 seed weight (0.22).

Pod number per plant had weak positive correlation with seed number per pod (0.26) and strong negative correlation with 1000 seed weight (-0.82). Seed number per pod had negative medium correlation with 1000 seed weight (-0.52).

ИЗВОДИ

Изследваните показатели не се различават по години, но значително се различават според генотипа. Най-голяма променливост се получава във

CONCLUSIONS

Investigated features did not varied by year, but significantly varied by genotype. The most variability obtained for the plant height and 1000 seeds височината на растението и теглото на 1000 бр. семена. Установена е по-незначителна разлика в броя на разклоненията на растение, броя на семена в шушулка и броя на шушулките на едно растение. Най-голямата положителна корелация е между височината на растението и теглото на 1000 бр. семена (0.90). Най-голямата отрицателна корелация е между броя разклонения на растение и броя на семената (-0.82), както и между броя на шушулките на едно растение и теглото на 1000 бр. семена (-0.82). В Сърбия има повече популации с големи семена, използвани за консумация от човека. Следователно генотипове JA32 и KS44 заслужават специално внимание при по-нататъшната селекция, поради малките си семена.

weight. A little less variation was obtained for the number of branches per plant, the number of seeds per pod and the pod number per plant.

The largest positive correlation was between plant height and 1000 seed weight (0.90). The largest negative correlation was obtained between brunch number per plant and seed number per pod (-0.82), and also, between pod number per plant and 1000 seed weight (-0.82).

In Serbia there are more populations of large seeds used for human consumption. Therefore genotypes JA32 and KS44 deserve special attention in further selection, because of their small seed.

БЛАГОДАРНОСТИ

Проучването е подкрепено от Министерството на образованието и науката на Република Сърбия (TR-31057, 2011).

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is supported by Ministry of education and science of the Republic of Serbia (TR-31057, 2011).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Blair, R.**, 2007. Nutrition and Feeding of Organic Pigs. Cabi Series, CABI, Wallingford, UK.
2. **Erić, P., V. Mihailović, B. Ćupina and A. Mikić**, 2007. Annual Feed Legumes. Institute for field and vegetable crops Novi Sad, Serbia.
3. FAOSTAT, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
4. **Jensen, E.S., M.B. Peoples and H**. **Hauggaard-Nielsen**, 2010. Faba Bean in Cropping Systems. *Field Crops Res.*, 115 (3), 203-216.
5. **Jezierny, D., R. Mosenthin and E**. **Bauer**, 2010. The Use of Grain Legumes as a Protein Source in Pig Nutrition: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 157 (3-4), 111-128.
6. **Link, W., M. Hanafy, N. Malenica, H.F. Jacobsen, S. Jelenić**, 2008. Compendum of trAnsgenic Crop Plants: Transgenic Legume Grains and Foraged. Ed. Kole C. And Hall T.C. Blackwell Publishing Ltd.
7. **McVay, K.A., D.E. Rdcliffe and W.L**. **Hargrove**, 1989. Winter Legume Effects on Soil Properties and Nitrogen Fertilizer Requirements. *Soil Science Society of America Journal*, 53: 1856-1862.
8. **McVicar, R., D. Panchuk, C. Brenzil, S. Hartley, P. Pearse and A**. **Vandenberg**, 2013. Faba Bean. Gov. Saskatchewan, Agriculture, Crops.
9. **Muehlbauer, F., A**. **Tullu**, 1997. *Vicia faba* L. Purdue Univ., Cent. New Crops Plants Prod., NewCrop Factsheet.

10. **Petersson, A., M. H. Thomsen, H. Hauggaard-Nielsen and A. Thomsen**, 2007. Potential Bioethanol and Biogas Production Using Lignocellulosic Biomass from Winter Rye, Oilseed Rape and Faba Bean. *Biomass Bioenergy*, 31 (11-12), 812-819.
11. **Prolea**, 2014. Les graines: pois, féveroles, lupin. Prolea. L'alimentation animale. www.terresoleopro.com/nos-produits/alimentation-animale
12. **Smith, L. A., J. G. M. Houdijk, D. Homer and I. Kyriazakis**, 2013. Effects of Dietary Inclusion of Pea and Faba Bean as a Replacement for Soybean Meal on Grower and Finisher Pig Performance and Carcass Quality. *J. Anim. Sci.*, 91 (8), 3733-3741.
13. **Trubnikova, I.V.**, ed. 1988. Fodder Bean. Intensive technology. Moscow.
14. **Turco, I., G. Ferretti and T. Bacchetti**, 2016. Review of the Health Benefits of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Polyphenols. *Journal of Food and Nutrition Research*, 55 (4), 283-293.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (3), 64-80 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Проучване ефекта от третирането с биостимуланти върху добива на зелена и суха маса при люцерна (*Medicago sativa* L.) сорт Приста 4

Диана Маринова[1]*, Светлана Стоянова[1], Илияна Петрова[2]

[1]*Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик”, 7007 Русе, България*
[2]*Институт по криобиология и растителни технологии, 1407 София, България*

Study of the Effect of Biostimulants Application on Green Mass and Dry Matter Yield in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Prista 4 Variety

Diana Marinova[1]*, Svetlana Soiyanova[1], Iliyana Petrova[2]

[1]*Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik", 7007 Rousse, Bulgaria*
[2]*Institute of Cryobiology and Food Technology, 1407 Sofia, Bulgaria*
**E-mail: diana27hm@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 08.05.2019 *Accepted:* 27.06.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

Поучването е проведено при неполивни условия, през периода 2016-2018 г., в опитното поле на Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик” - Русе. Целта на изследването е да се проучи ефекта от прилагането на биостимулантите L_1 и L_5, разработка на Института по крио-биология и хранителни технологии - София, върху основните структурни елементи на продуктивността на фураж и добива на зелена и суха маса от люцерна сорт Приста 4. Полският опит включва варианти с внасяне на биостимулантите L_1 и L_5 и контрола (нетретиран вариант). Третирането на тревостоите е извършвано във всеки подраст, двукратно - при височина на растенията 10-15 cm и във фаза бутонизация, в доза 300 ml da^{-1}. Листното

SUMMARY

The study was carried out without irrigation, at the experimental field of the Institute of Agiculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" - Rousse, from 2016 to 2018. The aim of the present study was to investigate the effect of L_1 and L_5 biostimulants application, elaborations of the Institute of Cryobiology and Food Technology - Sofia, on the main structural elements of green mass and dry matter yield and forage productivity of Prista 4 alfalfa variety. The field trial included variants with L_1 and L_5 biostimulants application and a control (untreated variant). The grass stands were sprayed twice in each regrowth - at plant height of 10-15 cm and in bud stage, at 300 ml da^{-1} application rate per treatment.

The foliar application of L_1 and L_5

прилагане на биостимулантите L_1 и L_5 оказва различно по сила действие върху проучваните морфологични признаци и продуктивността на фураж от люцерна сорт Приста 4, в отговор на промените на условията на средата по време на формиране на подрастите. Третирането с биостимулантите L_1 и L_5 подпомага формирането на по-високи растения. Продуктът L_5 доказано допринася за повишаване на потенциала за стъблообразуване и развитието на по-плътни тревостои. Той оказва ясно изразен положителен ефект върху продуктивността на фураж. От третираните с L_5 тревостои е реколтиран с 4,43% по-висок добив зелена маса и със 7,37% по-висок добив суха маса от контролата.

Листното прилагане на L_5 дава обещаващи резултати и основание да бъде използван като коригиращ компонент в технологията за отглеждане на люцерната за фураж.

Ключови думи: люцерна, биостимуланти, добив, сухо вещество

biostimulants had a different effect on the morphological traits studied and on the forage productivity of Prista 4 alfalfa variety, in response to the changes in environmental conditions during the regrowths formation.

The treatment with L_1 and L_5 biostimulants stimulated the development of considerably higher plants. L_5 product contributed to significantly increase the potential for stem formation and the development of grass stands with better density. It had a clearly expressed positive effect on the forage productivity. The green mass and dry matter yields from the treated with L_5 grass stands were higher by 4,43% and 7,37%, respectively than these for the control.

The foliar application of L_5 gives promising results and reason to be used as a corrective component in technology of alfalfa growing for forage.

Key words: alfalfa, biostimulants, yield, dry matter

УВОД

Нарастващата химизация на селскостопанския сектор през последните години повиши значително химическата тежест и доведе до редица отрицателни ефекти върху природните екосистеми. Като се вземе предвид негативното въздействието на химическите продукти върху околната среда е ясно, че необходимостта от нова концепция в селското стопанство, основаваща се на намаляване на употребата на химически продукти е спешна (Fernández et al., 2013).

Един от възможните начини за постигане на устойчива земеделска система е прилагането на хранителни вещества под формата на листни спрейове, което да допринесе за повишаване на биологичната продуктивност на растенията и същевременно да ограничи замърсяването на околната среда (Kannan et al., 2010, Dong et al., 2005).

Листното торене е било предмет на редица полски изследвания и е

INTRODUCTION

The growing chemicals application in agricultural sector in recent years considerably increased the chemical burden and has led to a number of negative effects on the natural ecosystems. Taking into consideration the environmental negative effect of chemical products, It is clear that the need for a new concept in agriculture based on reducing the use of chemical products is urgent (Fernández et al., 2013).

One of the possible ways for a sustainable agriculture system is the apply of nutrients as foliar sprays to contribute for increasing plants biological productivity while at the same time reduce environmental pollution (Kannan et al., 2010, Dong et al., 2005).

The foliar fertilization has been the subject of many field researches and has широко възприето като стандартна практика в много страни при много култури. Теоретично то е по-екологично, тъй като хранителните вещества могат да бъдат доставени директно в растителните тъкани по време на критични етапи от растежа и развитието на растенията (Younus Wani et al., 2017).

През последните години целта на редица проучвания е да се установи влиянието на различни продукти с органичен произход върху устойчивостта на културите на екологичен стрес и повишаване на добива и качеството на растителната продукция (Georgieva and Nikolova, 2010; Kertikov et al., 2016; Bozhanska et al., 2017a; El-Refaey et al., 2017; Vasileva et al., 2017; Ivanova-Kovacheva et al., 2018).

Употребата на листни торове, растежни регулатори и биостимуланти е една от перспективните насоки за стимулиране на биологичния потенциал на растенията, тъй като те се определят като допълващ и коригиращ компонент от цялостната система на минерално хранене и алтернатива на химичните торове за по-екологосъобразно увеличение на продуктивността в устойчивото земеделие (Mihova et al., 2017; Yakimov and Ivanov, 2017; Enchev et al., 2018).

Биостимулантите са продукти, получени от органични материали, съдържащи биоактивни вещества и/или микроорганизми, които стимулират някои физиологични и биохимични процеси, водещи до подобрена ефективност на усвояване и използване на хранителни вещества и повишена толерантност към неблагоприятни условия на средата (Du Jardin, 2015; Yakhin, 2017).

Способността им да увеличават жизнеността на растенията води до намаляване на количеството на използваните пестициди и торове, а оттам и до косвено положително въздействие върху околната среда (Toscano et al., 2018).

Въздействието на листното

become widely adopted as a standard practice for many crops in a lot of countries. It is theoretically more environmentally friendly, since nutrients can be directly delivered to plant tissues during critical stages of plant growth and development (Younus Wani et al., 2017).

In the recent years, the aim of a number of studies has been to investigate the impact of organic products on the crops resilience to environmental stress and increased yield and quality of plant production (Georgieva and Nikolova, 2010; Kertikov et al., 2016; Bozhanska et al., 2017a; El-Refaey et al., 2017; Vasileva et al., 2017; Ivanova-Kovacheva et al., 2018).

The use of foliar fertilizers, growth regulators and biostimulants is one of the perspective guidelines for stimulating the biological potential of plants because they were determined as an supplementary and corrective component of the overall mineral nutrition system and an alternative to chemical fertilizers for more environmentally friendly yields increase in the sustainable agriculture (Mihova et al., 2017; Yakimov and Ivanov, 2017; Enchev et al., 2018).

The biostimulants are products derived from organic material containing bioactive substances and/or microorganisms able to stimulate several physiological and biochemical processes that lead to improved uptake and nutrients use efficiency and enhanced tolerance to unfavourable environmental conditions (Du Jardin, 2015; Yakhin, 2017).

They ability to increasing plant vigor lead to a reduction in the amount of pesticides and fertilizers used and consequently to an indirect positive impact on the environment (Toscano et al., 2018).

The impact of foliar application

приложение на торове, растежни регулатори и биостимуланти варира не само между видовете и сортовете, но също така зависи от фенологията и физиологичния статус на растенията и от условията на средата, при които те се отглеждат (Kannan, 2010; Fernández et al., 2013; Bozhanska et al., 2017b).

Люцерната (*Medicago sativa* L.) е един от най-важните бобови фуражи в света като основен източник на протеин, висока продуктивност, отлично качество на фуража и адаптивността към различните климатични условия. Тя може да се използва директно за паша, сено или консервиране като силаж и е надежден фуражен вид с голямо значение за животновъдния сектор. Екологичният характер на отглеждането на люцерна е от изключителна важност за устойчиво селскостопанско производство поради симбиозата с бактерията *Rhizobium meliloti*, превръщаща атмосферния азот във форма достъпна за растенията (Kertikova, 2008).

За да се постигне оптимален добив на фураж, люцерната изисква сравнително големи количества хранителни вещества. В тази насока са изведени редица научни изследвания, в които е проучван ефектът от прилагането на различни агротехнически средства – оптимална гъстота, интензивност на използване, балансирано торене, третиране с листни торове, растежни регулатори и биостимуланти (Hall et al., 2002; Sevov, 2011; Terzić et al., 2012; Madani et al., 2014).

Растежният регулатор РЕНИ, приложен самостоятелно или в различни комбинации в посеви от люцерна сорт Многолистна 1, оказва положително действие върху степента на експресия на признака многолистие, повишава добива на фураж и съдържанието на амино киселини в биомасата (Sevov et al., 2007). Листното прилагане на органичните листни торове Аминобест и Total Care стимулира формирането на по-висо-

fertilizers, growth regulators and biostimulants varies not only between species and varieties but also depends upon phenology and physiological plants status and environment in which they growing (Kannan, 2010; Fernández et al., 2013; Bozhanska et al., 2017b).

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is one of the most important legume forage worldwide as a major source of protein, high productivity, excellent forage quality and adaptability to different climatic conditions. It can be used directly for grazing, hay or conserved as silage. The alfalfa is a reliable forage species with a significant importance to the livestock sector. Environmentally friendly nature of alfalfa cultivationis worth emphasising for sustainable agricultural production due to the symbiosis with bacteria *Rhizobium meliloti*, converting atmospheric nitrogen to make it available to the plants (Kertikova, 2008).

In order to achieve optimal forage yield the alfalfa requires relatively large amounts of nutrients. In this sense, a number of scientific studies have been carried out, investigating the effect of the application of different agrotechnical practices – optimal density; intensity of utilization; balanced fertilization; application of foliar fertilizer, growth regulators and biostimulants (Hall et al., 2002; Sevov, 2011; Terzić et al., 2012; Madani et al., 2014).

RENI growth regulator applied independently or in various combinations in alfalfa stands of Mnogolistna 1 variety favorably affects the extent of multifoliolate expression, increase forage yield and amino acid content in biomass (Sevov et al., 2007).

The foliar application of organic fertilizers Aminobest and Total Care contribute to development of higher grasses and higher ки тревостои и по-високи добиви при люцерната отглеждана за фураж (Marinova and Ivanova, 2018; Marinova et al., 2019).

Целта на настоящето изследване е да се проучи ефекта от прилагането на биостимулантите L_1 и L_5, разработка на ИКХТ- София, върху основните структурни елементи на добив зелена и суха маса и продуктивността на фураж при люцерна сорт Приста 4.

yields in alfalfa grown for forage (Marinova and Ivanova, 2018; Marinova et al., 2019).

The aim of the present study was to investigate the effect of L_1 and L_5 biostimulants, an elaboration of the ICFT - Sofia on the main structural elements of green and dry mass yield and the forage productivity of alfalfa Prista 4.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експерименталната работа е извършена през периода 2016-2018 г, в опитното поле на Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - Русе. Опитното поле на института е разположено в северния климатичен район на Дунавската равнина (43°48' N, 26°03' W и надморска височина 152 m).

Изследването е проведено със сорт Приста 4, без напояване, върху почвен тип силно излужен чернозем, с ниско съдържание на хумус (от 2,03% до 2,17% средно за слоя 0–40 cm) и pH 5,84-5,94. Полският опит включва контрола (нетретиран вариант) и два варианта с прилагане на биостимулантите L_1 и L_5.

Продуктите L_1 и L_5 са разработени в лаборатория Биологично активни вещества при Института по криобиология и хранителни технологии на основата на твърдо-течна екстракция на вермикомпост с 2 алкални екстрагента. Тревостоите са пръскани двукратно във всеки подраст при височина на растенията 10-15 cm и във фаза бутонизация, в доза 300 ml da^{-1} и с двата биостимуланта.

Люцерната е засята на 21 март 2016 г. по блоковия метод в четири повторения, с големина на реколтната парцелка 5 m^2 , при сеитбена норма 2,5 kg da^{-1} и междуредово растояние 12,5 cm. Прибирането на зелената маса е осъществявано във фаза начало на цъфтеж. За периода на проучване са реколтирани общо 10 откоса (2016 г.-

MATERIAL AND METHODS

The experimental work was carried out from 2016 to 2018, in the Experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik" - Rousse located in the Northern climatic region of the Danube Plain (43°48'N, 26°03'W and altitude 152 m).

The investigation was conducted with Prista 4 variety, without irrigation, on a soil type strongly leached chernozem with low humus content (from 2,03% to 2,17% average for the 0-40 cm layer) and pH 5,84-5,94. The field trial included a control (untreated variant) and two variants with L_1 and L_5 biostimulants application.

L_1 and L_5 products have been elaborated based on solid-liquid extraction of a vermycompost with 2 alkaline extragents at the Laboratory of Biologically Active Substances to the Institute of Cryobiology and Food Technologies - Sofia. The grass stands were sprayed twice in each regrowth - at a plant height of 10-15 cm and in a but stage at 300 ml da^{-1} application rate per treatment for the both biostimulants.

The alfalfa was sown on 21 March 2016 in a randomized block design in four replications, at a plot size of 5 m^2. The sowing rate was 2,5 kg da^{-1} and inter-row spacing 12,5 cm. The green mass cutting was carried out at early flowering stage. A total 10 cuttings were made (2016 - two cuts, 2017 and 2018 - four cuts) during два откоса, а 2017 г. и 2018 г. - по четири откоса.

Направен е анализ на стопанските паказатели добив свежа маса, съдържание на сухо вещество и добив суха маса, както и на основните компоненти на добива: височина и плътност на тревостоя.

Показателите височина на тревостоя и плътност на тревостоя са определяни преди всяка коситба. Височината на тревостоя е отчитана в cm, като са мерени мнозинството нормално развити стъбла от повърхността на почвата до върха им, на 3 места във всяко повторение за всеки вариант. Плътността на тревостоя, изразена чрез брой стъбла на m^2, е отчитана чрез метровка (50 x 50 cm) във всяка реколтна парцелка за вариантите.

Добивите (в kg da^{-1}) по подрасти, са отчитани чрез претегляне на окосената зелена маса от всяко повторение за вариантите. За определяне съдържанието на сухо вещество (в %), преди всяка коситба за всеки вариант са вземани проби свежа маса (200 g). Пробите са изсушавани до постоянно тегло в сушилна камера при 105°C и претегляни. Данните за добив зелена маса и съдържание на сухо вещество са използвани за определяне добива на суха маса (в kg da^{-1}).

Експерименталните данни са математическа обработка по метода на еднофакторния дисперсионен анализ (ANOVA). Използван е програмният продукт STATGRAPHICS PLUS.

the study period.

An analysis was made of the green mass yield, dry matter yield, dry matter content in green mass and the main yield components plants height and grass stand density.

The grass stand height and grass stand density were determined before each cut. The grass stand height in cm was recorded as the majority of normally developed stems were measured from the surface of the soil to the top. It was done in 3 places in each replication for each variant. The grass stand density trait, expressed by stem number (SN) per m^2 in each harvesting plot for the variants by sampling plot (50 cm x 50 cm) was ascertained.

The yields (in kg da^{-1}) were determined at each cut by weighing the green mass of each harvesting plot for the variants. For dry matter content determination (%) 200 g fresh vegetative mass was sampled before each cutting for each variant. The samples were dried to a constant weight in a drying chamber at 105°C and weighed. Green mass yield and dry matter content data were used for dry matter yield (in kg da-1) to be counted.

The experimental data were analysed by the One-way analysis of variance (ANOVA) method. The STATGRAPHICS PLUS product was used.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Един от основните структурни компоненти на продуктивността на фураж, определящ в голяма степен стойностите на добив зелена и суха маса е височината на тревостоя. Естествената височината на растенията е количествен сортов признак и степента на фенотипна експресия на гените, които го контролират се променя под влияние на различните условия на средата.

RESULTS AND DISCUSSION

The grass stand height is one of the main structural components of forage productivity, which determines to a large extent the green mass and dry matter yields. The natural plants height is a quantitative variety trait and degree of phenotypic expression of the controlling it genes is changes under the influence of different environmental conditions.

През периода на проучване се наблюдават различия в ефекта от прилагането на биостимулантите L_1 и L_5 върху височината на тревостоя на люцерна сорт Приста 4, по откоси и по години.

Данните показват, че в година на засяване на люцерната, в първи подраст и двата биостимуланти оказват положително влияние върху височината на растенията (Таблица 1).

During the study period, there were found differences in the effect of L_1 and L_5 biostimulants application on the grass stand height of Prista 4 alfalfa variety, by regrowths and years.

Data showed the both biostimulants had a positive influence on the plants height in first regrowth in the year of alfalfa stand establishment (Table 1).

Таблица 1. Височина на тревостоите на люцерна сорт Приста 4 третирани с биостимуланти

Table 1. Grass stands height in Prista 4 alfalfa variety treated by biostimulants

Варианти Variants	Естествена височина на растенията, cm / Real plant height, cm					
	2016					
	I откос I cut		II откос II cut		Средно Mean	Разлика (+/-), cm Difference (+/-), cm
Контрола / Control	30,00		60,12		45,06 c	
L_1	39,75		65,04		52,40 b	+ 7,34
L_5	46,25		65,00		55,63 a	+ 10,52
				$LSD_{5\%}$	2,88	
				$LSD_{1\%}$	4,13	
				$LSD_{0.1\%}$	6,07	
	2017					
	I откос I cut	II откос II cut	III откос III cut	IV откос IV cut	Средно Mean	Разлика (+/-), cm Difference (+/-), cm
Контрола / Control	48	60	59	31	49 b	
L_1	66	70	71	30	59 a	+ 10
L_5	71	69	62	25	57 a	+ 8
				$LSD_{5\%}$	3,11	
				$LSD_{1\%}$	4,47	
				$LSD_{0.1\%}$	6,57	
	2018					
	I откос I cut	II откос II cut	III откос III cut	IV откос IV cut	Средно Mean	Разлика (+/-), cm Difference (+/-), cm
Контрола / Control	92,75	75,75	83,75	26,50	69,69 a	
L_1	90,00	72,25	80,75	23,75	66,69 a	- 3
L_5	88,00	73,75	85,50	23,50	67,69 a	- 2
				$LSD_{5\%}$	4,36	
				$LSD_{1\%}$	6,70	
				$LSD_{0.1\%}$	9,33	

Стойностите с една и съща буква нямат доказаност на разликите при $P \leq 0.05$

Values followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

Отчетените стойности за вариантите третирани с L_5 (46,25 cm) и L_1 и (39,75 cm), сочат ясно изразен по-силен стимулиращ ефект на L_5, при височина на тревостоя за контролата - 30 cm. Във втори подраст положителното действие на проучваните продукти се запазва, като растенията третирани с L_1 и L_5 са с изравнена височина. Средно за първата година тревостоят

The reported values for the sprayed variants with L_5 (46,25 cm) and L_1 (39,75 cm) showed pronounced stronger stimulating effect of L_5. The plants height for the untreated control was 30 cm. In a second regrowth, the positive impact of the products studied was kept. It were also found the plants treated with L_1 and L_5 were equally high. Mean for the first year the grass stands of на варианта включващ прилагане на L_5 е с 10,52 cm по-висок от този на контролата. Значително превишение е отчетено и за L_1 (7,34 cm). Видно е, че през първата вегетация на люцерната за биостимуланта L_5 се установява доказано по-силен положителен ефект върху фенотипната проява на признака в сравнение с L_1. Очертаната тенденция за стимулиращо действие на биостимулантите върху показателя се запазва и през втората година. Отчетените стойности показват, че проучваните продукти допринасят за формирането на по-високи тревостои във всички подрасти, с изключение на четвърти. Най-силен положителен ефект на биостимулантите е установен в първи откос, с отчетени превишения за L_5 и L_1 спрямо контролата, съответно 23 cm и 17 cm. Прави впечатление, че в следващите подрасти стимулиращото действие на L_5 отслабва, докато при L_1 се запазва. Средните стойности за признака през втората реколтна година сочат, че тревостоите реагират положително на листното третиране с L_1 и L_5, доказано формирайки по-високи растения от контролата. Резултатите показват, че във всички подрасти през третата вегетация на люцерната, проучваните биостимуланти не допринасят за развитието на по-високи тревостои. Слабо стимулиращо действие се наблюдава за L_5 в трети откос. Отчетените разлики между вариантите средно за годината не са статистически доказани.

Данните за признака плътност на тревостоя, изразен чрез брой стъбла на m^2, посочени в Таблица 2, сочат различно по-сила и характер действие на проучваните биостимуланти, по откоси и години.

the variant including L_5 application was with 10,52 cm higher than those of the control. A considerable exceeding was reported for L_1 (7,34 cm), too. Data also showed season significantly stronger stimulating effect of L_5 biostimulant on the phenotypic expression of the trait compared to L_1 during first growing.

The tendency outlined for positive impact of the biostimulants on the indicator was kept in the second year. The reported values indicated the studied products contributed to the higher grass stands in all regrowths, except the fourth one.

The strongest positive effect of biostimulants was found in the first cut. The excesses for L_5 and L_1 versus the control were 23 cm and 17 cm, respectively. There was established decrease of the stimulating impact of L_5 in the following regrowths while effect of L_1 was kept. Mean values for trait in the second productive year indicated the grass stands responded positively to the foliar treatment with L_1 and L_5, developing significantly higher plants than they of the control. The results showed the biostimulants studied not contributed to higher grass stands in all regrowths during the third alfalfa growing season. Slight stimulating effect was observed for L_5 in a third cuts. The reported differences between mean values for the variants were not statistically significant for the year.

Data of grass stand density, expressed by stems number per m^2, present in Table 2, showed a different by power and character effect of the biostimulants studied in regrowths and years.

Таблица 2. Плътност на тревостоите на люцерна сорт Приста 4 третирани с биостимуланти

Table 2. Grass stands density in Prista 4 alfalfa variety treated by biostimulants

Варианти Variants	Брой стъбла на m² / Stems number per m²					
	2016					
	I откос / I cut		II откос / II cut		Средно Mean	Разлика (+/-), бр. Diference (+/-), N
Контрола/Control	164		195,62		179,81 ab	
L_1	154		180,65		167,25 b	-25,81
L_5	140		244,52		192,26 a	+12,45
				LSD 5%	13,65	
				LSD 1%	19.61	
				LSD 0.1%	28,00	
	2017					
	I откос / I cut	II откос / II cut	III откос/III cut	IV откос/IV cut	Средно Mean	Разлика (+/-), бр. Diference (+/-), N
Контрола/Control	534	489	510	419	488 a	
L_1	448	441	454	397	435 b	-53
L_5	506	491	476	431	476 a	-12
				LSD 5%	27,06	
				LSD 1%	38,88	
				LSD 0.1%	57,19	
	2018					
	I откос / I cut	II откос / II cut	III откос/III cut	IV откос /IV cut	Средно Mean	Разлика (+/-), бр. Diference (+/-), N
Контрола/Control	434	412	391	290	381,75 c	
L_1	507	489	420	397	453,25 a	+71,5
L_5	492	441	400	358	422,75 b	+41
				LSD 5%	25,12	
				LSD 1%	35,94	
				LSD 0.1%	52,88	

Стойностите с една и съща буква нямат доказаност на разликите при $P \leq 0.05$
Values followed by the same letter are not significantly different at при $P \leq 0.05$

В първи подраст на първата вегетация люцерната не е реагирала на листното третиране с биостимулантите. Във втори откос се наблюдава значителен стимулиращ ефект на L_5 върху потенциала за стъблообразуване. Средните стойности за признака показват, че през първата реколтна година тревостоят на сорт Приста 4 третиран с L_5 е с най-висока продуктивност на стъбла на единица площ, като превишението (12,45 бр./m²) спрямо нетретирания посев е доказано. През втората година биостимулантът L_1 приложен листно във всички подрасти не е повлиял върху степента на фенотипна проява на признака. Слабо положително действие за L_5 се наблюдава в последния откос. Отчетените стойности за брой стъбла на единица площ в първи откос през последната година на проучване са в

In the first cut in the first growing season, the alfalfa stands were not reacted to the foliar treatment with biostimulants. It was determined a significant stimulating impact of L_5 on the potential for stems formation in the second cut. The mean trait values indicated that the grass stands of Prista 4 variety sprayed with L_5 exhibited the highest productivity of stems per unit area during the first productive year. The excess of 12,45 SN per m² compared to the untreated stand was statistically proven. In the second year, in all regrowths the foliar applicaation of L_1 biostimulant not influenced on the extent of the trait phenotypic exspression. The treatment with L_5 had a slight positive impact on trait in the last cut. During the last year in first regrowth of study the reported values ranged from 507 stems number per unit area (L_1) to 434 SN диапазона от 507 бр. (L_1) до 434 бр. (контрола). Във втори подраст третирането с биостимулантите отново води до значително увеличение на продуктивността на стъбла. Тревостоите третирани с L_1 и L_5 формират 489 бр./m^2 и 441 бр./m^2, което е 77 и 29 стъбла над нетретирания вариант. Очертаната тенденция за стимулиращ ефект на проучваните продукти се запазва и в следващите подрасти. Положителното действие на L_1 и L_5 е най-силно в четвърти подраст, когато фенотипната експресия на гените, контролиращи стъблообразуването е най-слаба. Резултатите от статистическия анализ през третата вегетация сочат достоверни различия между контролата и третираните варианти, които са в полза на биостимулантите L_1 и L_5. Видно е, че L_1 доказано е повлиял в по-голяма степен върху показателя, в сравнение с L_5.

Продуктивността на фураж при люцерната е резултат на сложното взаимодействие между генетичния състав на сорта и въздействието на съвкупността от всички външни фактори.

Данните за добива на свежа маса показват, че прилагането на биостимуланта L_5, в първи подраст през първата година на проучване, води до реколтирането на добив 600 kg da^{-1}, при отчетени стойности за нетретирания вариант и L_1, съответно 575 kg da^{-1} и 535 kg da^{-1} (Таблица 3).

(control). In the second one the biostimulants application again contributed to increase the productivity of stems.

The sprayed grass stands with L_1 and L_5 formed 489 SN/m2 и 441 SN/m2, respectively and which was 77 and 29 stems above the untreated variant. The tendency for stimulating effect of the products studied was kept in the next regrowths. The highest positive influence of L_1 and L_5 was observed in the fourth regrowth, when the phenotypic expression of the genes controlling stem formation was the lowest. The statistical analysis results for the third vegetation indicated significant differences between the control and the treated variants which were in favour of L_1 and L_5 biostimulants. It was found L_1 had greater positive impact on the indicator than L_5.

The alfalfa forage productivity is the result of the complex interaction between the variety genetic composition and the influence of all environmental factors.

Data showed the L_5 biostimulant application in the first regrowth during the first year of study resulted in 600 kg da^{-1}green mass yield, at reported values for untreated variant and L_1 575 kg da^{-1} and 535 kg da^{-1}, respectively (Table 3).

Таблица 3. Добив зелена маса от люцерна сорт Приста 4 при третиране с биостимуланти

Table 3. Green mass yield in Prista 4 alfalfa variety at biostimulants treatment

Варианти Variants	Добив зелена маса, kg da^{-1} / Green mass yied, kg da^{-1}					
	2016					
	I откос / I cut		II откос / II cut		Общо / Total	%
Контрола / Control	575,00		632,50		1207,50 b	
L_1	535,00		666,40		1201,40 b	99,49
L_5	600,00		687,75		1287,75 a	106,65
				LSD $_{5\%}$	67,90	
				LSD $_{1\%}$	97,55	
				LSD $_{0.1\%}$	143,51	
	2017					
	I откос / I cut	II откос / II cut	III откос/ III cut	IV откос / IV cut	Общо / Total	%
Контрола / Control	2995	2505	2940	810	9250 b	
L_1	3195	2140	3330	890	9555 b	103,30
L_5	3365	3090	3400	845	10700 a	115,67
				LSD $_{5\%}$	384,97	
				LSD $_{1\%}$	553,01	
				LSD $_{0.1\%}$	813,62	
	2018					
	I откос / I cut	II откос / II cut	III откос/ III cut	IV откос / IV cut	Общо / Total	%
Контрола / Control	3580	3395	2980	250	10205 a	
L_1	3475	2810	2370	210	8865 c	86,87
L_5	3350	3275	2730	235	9590 b	93,97
				LSD $_{5\%}$	331,87	
				LSD $_{1\%}$	476,77	
				LSD $_{0.1\%}$	701,38	

Стойностите с една и съща буква нямат доказаност на разликите при $P \leq 0.05$
Values followed by the same letter are not significantly different at при $P \leq 0.05$

Във втори откос тревостоите и при двата продукта са с по-висока продуктивност. Стойностите за общия годишен добив на свеж фураж сочат доказан стимулиращ ефект на L_5. През 2017 г. се наблюдават различия в силата и посоката на въздействие на биостимулантите L_5 и L_1 по подрасти. В първи откос и двата продукта допринасят за повишаване продуктивността на свежа биомаса, като положителното действие на L_5 е по-силно изразено. Прилагането на L_1 във втори подраст не води до по-висок добив, докото L_5 отново показва силен стимулиращ ефект. В трети откос тревостоите третирани с L_5 и L_1 са с изравнена фенотипна проява на признака, формирайки съответно 3400 kg da^{-1} и 3330 kg da^{-1} добив на свежа маса, при 2940 kg da^{-1} за нетретирания вариант. Отчетените разлики между вариантите сочат, че L_1 допринася за относително по-висок добив суха маса от L_5 в

In a second cutting the grass stands sprayed with the both products were more productive. The values for the total annual fresh forage yield showed significant stimulating effect for L_5. There were observed differences in the power and character of impact of L_5 and L_1 biostimulants by regrowths in 2017. In the first cut, both products contributed to increase the productivity of fresh biomass but the positive effect of L_5 was more pronounced. The application of L_1 in the second regrowth not resulted in higher yield while L_5 again exhibited strong stimulating effect. In third cut the grass stands sprayed with the both biostimulants had an equal phenotypic expression of the trait. At L_5 and L_1 application were obtained green mass yield 3400 kg da^{-1} and 3330 kg da^{-1}, respectively at 2940 kg da^{-1} for untreated variant. The reported differences between the variants showed that L_1 contributed to relatively higher dry mass yield than L_5 in последния подраст. Резултатите от статистическия анализ през третата година потвърждават тенденцията за доказано по-силно положително въздействие на L_5 върху продуктивния потенциал на люцерна сорт Приста 4. Данните за общия годишен добив показват, че за разлика от първата и втората вегетации на люцерната, през последната реколтна година третирането с двата биостимуланти не води до формирането на по-висок добив зелена маса.

От резултатите за съдържанието на сухо вещество в зелената маса, определящо добива на суха маса (сено) се установява, че през първата вегетация на люцерната показателят не е повлиян от листното третиране (Таблица 4). През 2017 г. се наблюдава по-значително вариране на съдържанието на сухо вещество между вариантите. Отчетените стойности по подрасти и средно за втората вегетация показват, че прилагането на биостимулантите не е допринесло за повишаване съдържанието на сухо вещество в свежата маса. През последната година на проучването, в първи откос, тревостоите са реагирали положително на третирането с проучваните продукти, с отчетени стойности за L_1 и L_5, съответно 28% и 27%, при 24% за контролата. Положителното въздействие на биостимулантите се запазва и в следващия подраст. Стимулиращ ефект в трети откос се установява за L_5 (29%), а в четвърти за L_1 (34%). Осреднените стойности показват, че през третата реколтна година биостимулантите, приложени листно, допринасят за повишаване на съдържанието на сухо вещество в свежата маса.

the last regrowth. The statistical analysis results confirmed the tendency for a powerful positive impact of L_5 on the productive potential of Prista 4 alfalfa variety.

Data for the total annual yield showed that, unlike the first and second alfalfa growing season, treatment with the both biostimulants not contributed to higher green mass yield during the last year.

From the results for the dry matter content in the green mass, that determine dry matter yield (hay) it was established the indicator was not influenced of the foliar treatment during the first alfalfa growing season (Table 4). In 2017 more significant variability of the dry matter content between variants was observed.

Recorded values by regrowths and the mean values for the second growing season showed that the biostimulants application not contributed to increase the dry matter content in the fresh mass.

In the last year of the study, the grass stands responded positively to treatment with the products studied in the first cut, with reported values for L_1 and L_5 28% and 27%, respectively, at 24% for the control. The positive impact of the biostimulants was kept in the next regrowths. A stimulating effect was established for L_5 (29%) in the third cut and for L_1 (34%) in fourth one. The mean values showed that in the third productive year the foliar application of the biostimulants was contributed to increase of the dry matter content in the fresh mass.

Таблица 4. Съдържание на сухо вещество и добив суха маса на люцерна сорт Приста 4 при третиране с биостимуланти

Table 4. Dry matter content and dry matter yield in Prista 4 alfalfa variety at biostimulants treatment

Варианти Variants	Съдържание на сухо вещество, % / Dry matter content,%					
	2016					
	I откос / I cut		II откос / II cut		Средно Mean	Разлика (+/-) Diference (+/-)
Контрола/Control	30		28		29,0	
L_1	30		28		29,0	0
L_5	30		29		29,5	+0,50
	2017					
	I откос/I cut	II откос/II cut	III откос/III cut	IV откос/IV cut	Средно Mean	Разлика (+/-) Diference (+/-)
Контрола/Control	25	23	30	27	26,25	
L_1	18	23	29	28	24,50	-1,75
L_5	22	24	28	28	25,50	-0,75
	2018					
Контрола/Control	24	26	26	31	26,75	
L_1	28	29	24	34	28,75	+2,00
L_5	27	29	29	32	29,25	+2,50
Варианти Variants	Добив суха маса, kg da^{1} / Dry matter yield, kg da^{-1}					
	2016					
	I откос / I cut		II откос / II cut		Общо /Total	%
Контрола/Control	172,50		177,10		349,60 b	
L_1	160,50		181,20		341,70 b	97,74
L_5	174,00		199,45		373,45 a	106,82
				$LSD_{5\%}$	19,82	
				$LSD_{1\%}$	28,46	
				$LSD_{0.1\%}$	41,86	
	2017					
	I откос I cut	II откос II cut	III откос III cut	IV откос IV cut	Общо /Total	%
Контрола/Control	748,75	576,15	882,00	218,70	2425,60 b	
L_1	575,10	492,20	965,70	249,20	2282,20 b	94,08
L_5	740,30	741,60	952,00	236,50	2670,40 a	110,09
				$LSD_{5\%}$	445,24	
				$LSD_{1\%}$	639,64	
				$LSD_{0.1\%}$	940,97	
	2018					
	I откос I cut	II откос II cut	III откос III cut	IV откос IV cut	I откос I cut	II откос II cut
Контрола/Control	859,20	882,70	774,80	77,50	2594,20 b	
L_1	973,00	814,90	568,80	71,40	2428,10 c	93,60
L_5	904,50	949,75	791,70	75,20	2721,15 a	104,89
				$LSD_{5\%}$	85,29	
				$LSD_{1\%}$	122,53	
				$LSD_{0.1\%}$	180,25	

Стойностите с една и съща буква нямат доказаност на разликите при $P \leq 0.05$
Values followed by the same letter are not significantly different at при $P \leq 0.05$

Може да се каже, че различното по сила и характер действие на биостимулантите върху показателя съдържание на сухо вещество, по откоси и години, определя количеството на формирания добиви суха маса. В годината на засяване на люцерната

It can be noted that the difference in effect power and character of the biostimulants on the dry matter content indicator, by regrowths and years, determined the amount of dry matter yield produced. Data for the variants including L_1 and L_5 biostimulants treatment in the данните за вариантите включващи третиране с биостимулантите L_1 и L_5 са еднопосчни с тези за добив зелена маса и показват, силно положително въздействие на L_5 върху годишния добив на суха маса от тревостоите на сорт Приста 4. (Таблица 4). Тенденцията за стимулиращ ефект на L_5, се запазва и през втората вегетация на люцерната. Констатира се, че през третата година на проучването, въпреки сравнително по-ниските стойности на добив свежа маса при прилагането на биостимулантите, добивът суха маса от варианта включващ третиране с L_5, е по-висок от контролния вариант. Ефектът от прилагането на L_5 се изразява в 791,70 kg da^{-1} добив суха маса, при 774,90 kg da^{-1} за контролата. Отчетените стойности за показателя сочат, че третирането на тревостоите с продукта L_1 не оказва положително въздействие върху фенотипната проява на признака във всички подрасти, респективно за вегетацията.

Цялостната оценка на получените резутати показва, че при почвено-климатичните условия на ИЗС „Образцов чифлик", биостимулантът L_5 оказва по-силен положителен ефект върху проучваните количествени показатели, в сравнение с L_1 (Таблица 5).

year of alfalfa establishment were one-way with those for green mass yield and showed a strong positive impact of L_5 on annual dry matter yield of Prista 4 grass stands (Table 4).

The tendency of stimulating effect of L_5 was kept during the second growing season of alfalfa. It was found that during the third year of study despite the relatively lower green mass yields at biostimulants foliar application, the yield of dry matter of the variant which including treatment with L_5 was higher than the control.

The effect of L_5 on dry mass yield was expressed in a yield of 791,70 kg da^{-1} at 774,90 kg da^{-1} for the untreated variant. The reported values for the indicator indicated that the treatment of grass stands with L_1 product not had a positive effect on the trait phenotypic expression in all regrowths, respectively total for the growing season.

The comprehensive evaluation of the results obtained showed that biostimulant L_5 had a stronger positive effect on the studied quantitative indicators compared to L_1 under the specific soil and climatic conditions of IASS "Obraztsov chiflik" (Table 5).

Таблица 5. Влияние на третирането с биостимуланти върху основни количествени показатели при люцерна сорт Приста 4, средно за периода 2016-2018 г.

Table 5. Effect of biostimulants treatment on main quantitative indicators in Prista 4 alfalfa variety, average for 2016-2018

Варианти Variants	Височина на тревостоя, cm Grass stand height, cm	Брой стъбла на m^2 / Stems number per m^2	Добив зелена маса Green matter yield		Съдържание на сухо вещество, % Dry matter content, %	Добив суха маса Dry matter yield	
			kg da^{-1}	%		kg da^{-1}	%
Контрола Control	54,60 b	336,52 b	6887,5 b	100,00	27,33	1789,80 b	100,00
L_1	59,40 a	351,83 ab	6540,5 c	94,96	27,42	1684,00 c	94,09
L_5	60,10 a	363,67 a	7192,6 a	104,43	28,08	1921,67 a	107,37
LSD 5%	2,29	15,08	282,67			93,21	
LSD 1%	3,30	21,67	406,36			145,18	
LSD 0.1%	4,85	31,88	597,71			184,73	

Стойностите с една и съща буква нямат доказаност на разликите при P ≤0.05
Values followed by the same letter are not significantly different at при P≤0.05

Третираните с L_5 тревостои формират доказано по-високи и по-плътни тревостои от контролата. Продуктът L_5 има ясно изразено стимулиращо действие върху продуктивността на фураж. Средният годишен добив на суха маса при посева на сорт Приста 4, третиран с биостимуланта L_5 е с 7,37% по-висок, в сравнение с контролата, като разликата е статистически доказана.

The treatment with L_5 contributed to development of significantly higher and with better density grass stands than the control. The L_5 product had a clear expressed stimulating impact on the forage productivity. The mean annual dry matter yield at the stand of Prista 4 variety treated with L_5 biostimulant was 7,37% higher compared to the control and the difference was statistically significant.

ИЗВОДИ

Листното прилагане на биостимулантите L_1 и L_5 оказват различно по сила действие на върху проучваните морфологични признаци и продуктивността на фураж при люцерна сорт Приста 4, в отговор на промените на условията на средата по време на формиране на подрастите.

Третирането с биостимулантите L_1 и L_5 стимулира формирането на по-високи растения. Продуктът L_5 доказано допринася за повишаване на потенциала за стъблообразуване и развитието на по-плътни тревостои. Той оказва ясно изразен положителен ефект върху продуктивността на фураж при люцерна сорт Приста 4. От третираните с L_5 тревостои е реколтиран с 4,43% по-висок зелена маса и със 7,37% по-висок добив суха маса от контролата.

Листното прилагане на L_5 дава обещаващи резултати и основание да бъде използван като коригиращ компонент в технологията за отглеждане на люцерната за фураж.

CONCLUSIONS

The foliar application of L_1 and L_5 biostimulants had a different effect on the morphological traits studied and on the forage productivity of Prista 4 alfalfa variety, in response to the changes in environmental conditions during the regrowth formation.

The treatment with L_1 and L_5 biostimulants stimulated the development of considerably higher plants. L_5 product contributed to significantly increase the potential for stem formation and the development of grass stands with better density. It had a clearly expressed positive effect on the forage productivity in Prista 4 alfalfa variety. The green mass and dry matter yields from the treated grass stands with L_5 were higher by 4,43% and 7,37%, respectively than these for the control.

The foliar application of L_5 gives promising results and reason to be used as a corrective component in technology of alfalfa growing for forage.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bozhanska, T., B. Churkova and Ts. Mihovski**, 2017a. Biological, Morphological and Qualitative Characteristics of Perennial Legume Forage Grasses Treated with Growth Regulators And Biofertilizes. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 20 (2), 100-113.

2. **Bozhanska, T., B. Churkova and T. Mihova**, 2017b. 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.

3. **Dong, S.F., L.L. Cheng, C.F. Scagel and L.H. Fuchigami**, 2005. Timing of Urea Application Affects Leaf and Root N Uptake in Young Fuji/M9 Apple Trees. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80,116-120.
4. **Du Jardin, P.**, 2015. Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and Regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. http://www.biostimulants.eu
5. El-Refaey, R.A., U.A.E.H. Abdel-Razek, A.M.El-Garhy and M.K.S. Ahmed, 2017. Effect of Some Microelements and Growth Substances on Yield, Yield Components and Chemical Composition Traits in Some Faba Bean Cultivars. In: Proceedings of 8th International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2017", 5-8 October, 2017, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 232-239.
6. **Enchev, S., A. Mehmed and G. Kikindonov**, 2018. Application Results of Mineral and Organic Fertilization on Economic Qualities of Stevia (*Stevia Rebaudiana* B.). *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 21 (2), 236-246.
7. **Fernandes, V., T. Sotiropoulos and T. Brown**, 2013. Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris. France. IABN 979-10-92366-00-6.
8. **Georgieva, N. and I. Nikolova**, 2010. Study on New BAS in Spring Vetch. (*Vicia sativa* L.). *Plant Sciences*, 47(3), 255-261 (Bg).
9. **Hall, M.H., R.C. Stout and W.S. Smiles**, 2002. Effects of Foliar Fertilizers and Growth Regulators on Alfalfa Yield and Quality. Online. Crop Management. doi:10.1094/CM-2002-0429-01-RS.
10. **Ivanova-Kovacheva G., G. Dyakova, R. Mincheva. 2018.** Studying of Changes in the Catalase Enzyme Activity in Prista Table Vine Cultivar Treated with the Micronutrient Lebosol-Kalium 450. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21 (6), 134-141.
11. **Kannan, S.**, 2010. Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. *Sustainable Agriculture Reviews*, 4, 371-402.
12. **Kertikova, D.**, 2008. The Newest Achievements in Lucerne Breeding in Bulgaria. In: Proceedings: Breeding 08. 24-27 November, Novi Sad, Serbia, pp. 509-512.
13. **Kertikov, T.S., A.V. Ilieva, D.V. Kertikova**, 2016. Biochemical Evaluation of Alfalfa Forage Mass Grown under Conventional and Biological Conditions. In: Proceedings of 55th Science Conference of Ruse University, Bulgaria, pp. 133-139. (Bg).
14. **Madani H., A. Stoklosa, J. Zarei and Z. Usefi**, 2014. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Forage Yield Responses to Triple Super Phosphate, Phosphate Solublizing Bacteria and Gibberllic Acid Foliar Application. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LVII, 246-249.
15. **Marinova, D. and I. Ivanova**, 2018. Effect of Foliar Fertilization with Total Care on Some Morphological Traits and Forage Productivity in Prista 5 Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Variety. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 21 (4), 118-131.
16. **Marinova, D., I. Ivanova and G. Ivanova-Kovacheva**, 2019. Study on the Impact of Aminobest Organic Product on Morphological and Economic Traits in Prista 5 Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Variety. *Field Crop Studies*, XII(1), 161-174 (Bg).
17. Mihova, T., D. Georgiev, B. Brashlyanova and P. Ivanova, 2017. Influence of Organic Fertilization on the Biochemical Composition of Fresh and Dried Fruits of Japanese Quince (*Chaenomeles sp.*). In: Proceedings of the VIII International Scientific Agriculture Symposium „AGROSYM 2017", October 2017, Jahorina, Bosna and Herzegovina, pp. 1654-1659.

18. **Sevov, A.**, 2011. Study on the Influence of Some Agrotechinical Factors on Productivity and Quality of Multifoliolate Alfalfa. PhD thesis, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
19. **Sevov, A., Hr. Yancheva, N. Popov and Hr. Kirchev**, 2007. Study on the Influence of Preparation RENI on the Productivity of Alfalfa 'Mnogolistna 1' Variety. *Field Crops Studies*, IV(2), 337-341 (Bg).
20. **Terzić, D., R. Stanisavljević, B. Dinić, S. Vučković D. Đokić and J. Marković**, 2012. The Effect of Foliar Application of Boron on Alfalfa Seed Yield. In: Proceedings of International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity, 18-20 June, Novi Sad, Serbia, pp. 68-71.
21. **Toscano, S., D. Romano, D. Massa, R. Bulgari, G. Franzoni and A. Ferrante**, 2018. Biostimulant Applications in Low Input Horticultural Cultivation Systems. *Italus Hortus*, 25 (2), 27-36. doi:10.26353/j.itahort/2018.1.2736 http://www.soihs.it/public/50/Toscano%20et%20al.pdf
22. **Vasileva, V., T. Kertikov and A. Ilieva**, 2017. Dry Mass Yield and Amount of Fixed Nitrogen in Some Forage Legume Crops after Treatment with Organic Fertilizer Humustim. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 23(5), 816-819.
23. **Yakimov, D. and L. Ivanov,** 2017. Influence of New Foliar Organic Fertilizers on the Yield and the Value - Added of maize (*Zea mays* L.). In: Proceedings of International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series (IBNESSCS). 08-09 April, Russe, Bulgaria, pp. 251-255.
24. **Yakhin, O.I., A.A. Lubyanov, I.A. Yakhin and P.H. Brown**, 2017. Biostimulants in Plant Science: a Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2049. doi: 10.3389/fpls.2016.02049.
https://pdfs.semanticscholar.org/9323/dc35f5d1b11e70842f77b450f5977da562d0.pdf
25. **Younus, Wani, M., M.R. Mir, M.F. Baqual, M. Khanday, T.A. Bhat and S. Rani**, 2017. Role of Foliar Sprays in Sericulture Industry. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6 (4), 1803-1806.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (3), 81-89 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Производство на фураж от пролетен фий (*Vicia sativa* L.) сорт "Темпо" в зависимост от технологията на отглеждане

Тодор Кертиков*, Даниела Кертикова

Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, България

Production of Forage from Spring Vetch (*Vicia sativa* L.) cv. "Tempo" Depending on the Technology of Cultivation

Todor Kertikov*, Daniela Kertikova

Institute of forage crops, 5800 Pleven, Bulgaria
**E-mail: t.kertikov@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 16.04.2019 *Accepted:* 25.04.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

Целта на опита е да се установи фенологията, промените на някои количествени показатели и добива на фураж от пролетен фий (*Vicia sativa* L.) сорт "Темпо" в зависимост от технологията на отглеждане. Изследването е извършено през периода 2011-2013 г., върху почвен подтип слабо-излужен чернозем. Варианти на отглеждане: 1. По конвенционална технология – контрола; 2. Без използване на препарати от неорганичен произход; 3. Третиране само с био инсектицид "Екофил Р". Установи се, че в зависимост от методите на отглеждане и влиянието на агрометеорологичните условия, вегетационният период на пролетния фий за производство на фураж е от 93 до 105 дни. Посевът отглеждан по конвенционална технология е с по-кратък фенологичен срок на развитие. С най-висок брой растения, тегло на корените и брой грудки на m^2 е посевът отглеждан по стандартната технология. При отглеждане на пролетен фий сорт "Темпо" за производство на фураж по биологичният метод и

SUMMARY

The aim of the experiment is to establish the phenology, the changes in some quantitative indicators and the yield of spring vetch (*Vicia sativa* L.) cv. "Tempo" depending on the technology of cultivation. The experiment was conducted during the period 2011-2013 on soil subtype slightly-leached chernozem. Variants of cultivation: 1. At conventional technology – control; 2. Without use of preparations of inorganic origin; 3. Treatment only with bio insecticide "Ecofil P". It was found that, depending on the methods of cultivation and the influence of agro-meteorological conditions, the vegetation period for forage production ranges from 93 to 105 days. The crop cultivated in the conventional technology has a shorter phenological development period. With the highest number of plants, root weight and number of nodules per m^2 is the crop harvested by standard technology. When growing a spring vetch cv. "Tempo" for forage production by the biological method and by treatment with the bio insecticide "Ekofil P", the obtained forage

чрез третиране с био инсектицида "Екофил Р", получените добиви фураж са доказано по-ниски спрямо този получен при стандартната технология на отглеждане.
Ключови думи: пролетен фий, технологии, био инсектицид, фенология, добиви, фураж

yields are significant lower than that obtained with the standard technology of cultivation.

Key words: spring vetch, technology, bio insecticide, phenology, forage, yields

УВОД

Обикновения фий (*Vicia sativa* L.) е добре позната в нашата страна фуражно-бобова култура. Тя има важно значение за решаване на белтъчния проблем в страната, макар и по-слабо разпространена от другите бобови култури (Kertikov, 2010). Научните изследвания с тази култура са както със селекционна, така е с агротехническа насоченост. Доказано е влиянието на някои биотични и абиотични фактори върху семенната продуктивност, добивите на зърно и фураж при самостоятелни и смесени посеви (Jimenez, 1999; Mousa et al., 1997). Важен дял заемат проучванията относно определяне на количествените и качествени параметри на добива (Orak, 2000; Kertikov, 2003), посевни и торови норми (Kertikov, 2000), азотфиксиращата способност на фия и влиянието му върху хранителния режим на почвата (Yankov et al., 1995). Проведени са задълбочени изследвания при използването на биологично активни вещества, за управление на растежа, развитието и повишаване на добива при пролетния фий (Katayama, 1991; Kertikov and Vasileva 2000; Vasileva and Kertikov, 2007). В резултат на комплексни проучвания на биологичните и стопанските качества на нови сортове и интензивна селекционно-подобрителна работа е създаден нов сорт пролетен фий – „Темпо“ (Kertikov, 2005; Kertikova et al., 2012). Установени са някои качествени и количествени промени в зърното на сорт Темпо в зависимост от приложените технологии на отглеждане (Kertikov and Kertikova, 2017; 2018).

INTRODUCTION

Common vetch (*Vicia sativa* L.) is well known in our country forage legumes. It is important for solving the protein problem in the country, although less disseminated than other legumes (Kertikov, 2010). Scientific studies with this culture are both – breeding and agro-technical. The influence of some biotic and abiotic factors on seed productivity, yields of grain and forage in individual and mixed crops has been proven (Jimenez, 1999; Mousa et al., 1997).

An important part is the study of the quantitative and qualitative parameters of the yield (Orak, 2000; Kertikov, 2003), seed and fertilizer rates (Kertikov, 2000), the nitrogen-fixing ability of liquid chromatography have its effect on the soil nutritive regime (Yankov et al., 1995). Were conducted a thorough evaluation of the use of biologically active substances to control growth, development and increased yield of spring vetch (Katayama, 1991; Kertikov and Vasileva, 2000; Vasileva and Kertikov, 2007).

As a result of comprehensive studies on the cultivation and use of new varieties and intensive breeding-improvement work created a new variety of spring vetch - Tempo (Kertikov, 2005; Kertikova et al., 2012).

Some qualitative and quantitative changes in grain (cv. Tempo) have been identified, depending on applied cultivation technology (Kertikov and Kertikova, 2017; 2018).

Целта на експеримента е да се проучат фенологията, промените на някои количествени показатели и добива на фураж от пролетен фий (*Vicia sativa* L.) сорт „Темпо" в зависимост от технологията на отглеждане.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експеримента е проведен през периода 2011-2013 г. с пролетен фий сорт „Темпо“. Сортът е с добра продуктивност, ранозрял, устойчив на полягане и с добра адаптивност. Подходящ е за използване в направление за зърно и зелена маса (Kertikova et al., 2012). Изследването е проведено върху почвен подтип слабо-излужен чернозем, при неполивни условия. Използван е метода на дробните парцели в четирикратна повторяемост на вариантите, при реколтната парцела 10 m^2. Варианти на полския опит: вариант 1 контрола – по конвенционална технология (Kostov and Pavlov, 1999) включваща торене и третиране с хербициди и инсектициди; вариант 2 – без използване на препарати от неорганичен произход (биологичен); вариант 3 – третиране само с био инсектицид („Екофил Р") от органичен произход. Третирането с биопрепарата „Екофил Р" е извършвано във фенофаза пълен цъфтеж в доза 3,5 l/da. Извършени са агро-метеорологични и фенологични наблюдения и отчитания. Проследени са показателите: добив свежа и суха маса (kg.da^{-1}); брой стъбла при прибиране (m^2); тегло корени (g/m^2); брой грудки (m^2). Прибирането за фураж е извършено във фенофаза пълни долни бобове с малогабаритна парцелна косачка. Данните са обработени статистически с програмния продукт STATGRAPHYCS plus for Windows Version 2.1.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

От данните за метеорологичните условия (Фигура 1) обхващащи валежите, атмосферната влажност и средно-дневните температури на въздуха през

The aim of the study is to establish phenology, changes in some quantitative indicators and the forage yield of spring vetch (*Vicia sativa* L.) cv. Tempo depending on the technology of cultivation.

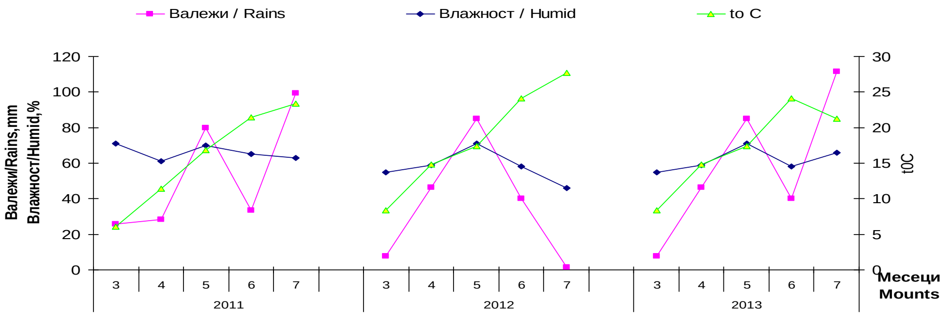
MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted during the period 2011-2013 in the second experimental field in Institute of Forage Crops with spring vetch cv. Tempo. The variety is a good productivity, earliness, resistant to lodging and good adaptability. It is suitable in the direction of grain and green mass (Kertikova et al., 2012). The study was conducted on the soil subtype slightly leached chernozem, without irrigation. It used the split plot method with four repetitions of the variants and a size of 10 m^2 of harvest plot. Variants of the field experiment: Variant 1 control – a conventional technology (Kostov and Pavlov, 1999), including fertilization and treatment with herbicides and insecticides; Variant 2 – without the use of preparations of inorganic origin (biological); Variant 3 – treatment only with bio insecticide ("Ecofil P") of organic origin. Treatment with bio preparation "Ecofil P" is performed in phenophase full flowering at a dose of 3,5 l/da. Agro-meteorological and phenological observations and readings were carried. The following indicators were recorded: yield of fresh and dry mass (kg.da^{-1}); number of stems (m^2); weight roots (g/m^2); number of nodules (m^2). The harvesting of the forage was carried out in phenophase full bottom pods with a small-scale mower. The data were processed with the software STATGRAPHYCS plus for Windows Version 2.1.

RESULTS AND DISCUSSION

From the meteorological data (Figure 1) covering rainfall, atmospheric humidity and average daily air temperatures during spring growing времето на отглеждане на пролетния фий (март-юли) се вижда, че подходящи условия за засяване на културата и през трите експериментални години са налице през третото десетдневие на месец март (Таблица 1), т.е. при първа възможност за работа при полски условия.

(March to July), it appears that appropriate conditions for sowing the crop over the three experimental years are present during the third ten-day period of March (Table 1); at the earliest opportunity for work under field conditions.



Фиг. 1. Климатограма за периода на вегетация
Fig. 1. Klimatogram for the vegetation period

Като цяло метеорологичните условия се характеризират като благоприятни, с нормални температури и валежи през периода на отглеждане на пролетния фий. През март количеството на валежите са достатъчни, но не са равномерно разпределени.

In general, weather conditions are characterized as favourable, with normal temperatures and rainfall during the cultivation of spring vetch. In March the amount of precipitation is sufficient, but not evenly distributed.

Таблица 1. Фенологично развитие на пролетен фий сорт „Темпо" в зависимост от приложените агротехнически фактори, 2011-2013 г.
Table 1. Phenological development of spring vetch cv. „Tempo" depending on the applied agro technical factors, 2011-2013

Варианти Variants	Фенологично развитие/ Phenological development			
	сеитба/sowing	поникване/emergency	растеж/growth	бутонизация/buttoning
1. По технология (контрола) 1. In technology (control)	21.03 - 28.03	02.04 - 12.04	16.04 - 25.04	12.05 - 23.05
2. Без препарати от неорганичен произход 2. Without preparations of inorganic origin	21.03 - 28.03	02.04 - 12.04	16.04 - 25.04	12.05 - 23.05
3. Третиране с „Екофил Р" 3. Treatment with "Ecofil P"	21.03 - 28.03	02.04 - 12.04	16.04 - 25.04	12.05 - 23.05
Варианти Variants	пълен цъфтеж full flowering	пълни долни бобове full bottom pods	вегетационен период (дни) vegetation period (days)	
1. По технология (контрола) 1. In technology (control)	30.05 - 28.06	04.06 – 12.06	93 - 101	
2. Без препарати от неорганичен произход 2. Without preparations of inorganic origin	05.06 - 05.07	10.06 - 14.06	100 - 104	
3. Третиране с „Екофил Р" 3. Treatment with "Ecofil P"	03.06 - 03.07	08.06 - 15.06	98 - 105	

Предвид повишаващата се средноневна почвена и въздушна температура през месец април, пълно поникване при растенията и от трите варианта е регистрирано в началото на втората десетдневка на месеца. Периода от фенофаза поникване до фенофази 3-4 лист и начало на бутонизация се характеризира с чести превалявания, добро влагозапасяване и оптимални температури за развитие на културата. Този период е най-интензивният в развитието на пролетния фий. При фенофаза 50% цъфтеж на фия и при трите изследвани варианта, няма отчетени различия в тяхното развитие. Различия във фенологията в зависимост приложените методи на отглеждане се отчитат във фази пълен цъфтеж - начало на бобообразуване - края на месец май и началото на месец юни. Посевът от първи вариант (конвенционална технология) преминава посочените две фази за по-кратък срок. Спрямо посева от втори вариант (биологичен) е в срок от 3 до 7 дни и от 4 до 5 дни спрямо посева от трети вариант. Тази тенденция се запазва до момента на прибиране на пролетния фий за производство на фураж. Отчетеният вегетационен период е в границите от 93 до 105 дни.

In view of the increasing average daily soil and air temperature in April, full germination in plants of all three variants was registered at the beginning of the second ten days of the month. The period from phenophase germination to 3-4 leaf and the beginning of buttoning is characterized by frequent rainfall, good humid and optimal temperatures for development of the crop. This period is the most intense in the development of spring vetch. In the case of phenophase, 50% of the flowering of vetch in the three studied variants, there are no reported differences in their development. Differences in phenology depending on applied cultivation methods are reported in full flowering phases - beginning of pod formation - the end of May and beginning of June. The crop from the first variant (conventional technology) passes said two phases in a shorter period of time. Compared to the second variant (biological), it is from 3 to 7 days and from 4 to 5 days compared to the third variant. This tendency persists until the harvesting of the spring vetch for the forage production. The reported vegetation period ranges from 93 to 105 days.

Таблица 2. Промяна на някои количествени показатели под влияние на приложените агротехнически фактори, 2011-2013г

Table 2. Changing some quantitative indicators under influence on the applied agro technical factors, 2011-2013

Варианти Variants	Брой растения Number of plants m^2	Отклонение Deviation (%) +/-	Тегло корени Weigh of roots g/m^2	Отклонение Deviation (%) +/-	Брой грудки Number of nodules m^2	Отклонение Deviation (%) +/-
1. По технология (контрола) 1. In technology (control)	396,1 [a]	-	55,25 [a]	-	117,28 [a]	-
2. Без препарати от неорганичен произход 2. Without preparations of inorganic origin	354,7 [b]	- 13,09	36,18 [b]	- 34,52	94,34 [b]	- 19,53
3. Третиране с „Екофил Р" 3. Treatment with "Ecofil P"	356,3 [b]	- 13,44	40,28 [b]	- 27,10	114,74 [a]	- 2,16

a, b, c, - статистически доказани разлики при $P_{0,05}$

a, b, c, - statistically proven differences in $P_{0.05}$

При проследяване промяната на някои количествени показатели под влияние на приложените методи на отглеждане (Таблица 2) се установяват съществени отклонения от тези при контролният (стандартна технология) посев.

Броят на отчетените растения от единица площ (m^2) е с над 13% по-висок при прибиране на посева от контролния вариант в сравнение с посевите при третиране с биоинсектицида „Екофил Р” и при отглеждане по биологичен метод. Разликата е с много добра математическа доказаност. Посевите поставени при биологично отглеждане и при третиране с биоинсектицида „Екофил Р” предвид по-високата степен на заплевеляване са с редуциран брой растения на m^2. Този факт оказва съществено негативно влияние върху величината на добива фураж. При резултатите за тегло на корените от m^2, отново се наблюдава посочената по-горе тенденция, като тук тя е още по-силно изразена. При посева третиран с биоинсектицид „Екофил Р” намалението на теглото на корените спрямо това от контролният посев е с 27,10%, като при биологичният посев намалението на теглото на корените достига до 36,18%. При отглеждане на пролетния фий по стандартната технология броят на грудките отчетени от единица площ (m^2) достига до 117,28. При посева третиран с биоинсектицид „Екофил Р” отчетеният брой грудки почти се доближава до тези отчетени при посева отглеждан по стандартната технология, като намалението е само с 2,16%. Съществено е намалението на грудките (19,53%) отчетени при прибирането на посева отглеждан по биологичен метод. Анализът на резултатите показва, че най-висок брой растения, тегло на корените и брой грудки на m^2 се установява при посева отглеждан по стандартната технология, следван от този чрез третиране с биоинсектицид „Екофил Р”.

In tracking the change in some quantitative indices under the influence of the applied methods of cultivation (Table 2) revealed significant deviations from those in the control (standard technology) crop.

The number of plants reported per unit area (m^2) is more than 13% higher in harvesting of the control variant compared to the crops treated with bio insecticide "Ecofil P" and growing a biological method. The difference is very good mathematical significant. Crops placed under organic cultivation and treatment with bio insecticide "Ecofil P" account the higher level of weed infestation are a reduced number of plants per m^2. This fact has a significant negative impact on the amount of forage yield. In the results for the weight of the roots of m^2, the tendency mentioned above is again observed, here it is even more pronounced.

In the crop treated with bio insecticide "Ecofil P", the weight loss of the roots compared to the control crop is 27,10%, while in the case of the biological crop, the decrease in the weight of the roots reaches 36,18%. When growing spring vetch by standard technology, the number of nodules reported per unit area (m^2) reached 117,28. In crops treated with bio insecticide "Ekofil P", the number of nodules reported was almost the same as those reported in crops grown under standard technology, with a reduction of only 2,16%.

The decline in nodules (19,53%) recorded in the harvesting of crops grown by the biological method is significant. The analysis of the results shows that the highest number of plants, weight of the roots and number of nodules per m^2 are found in the crops grown under standard technology, followed by treatment with bio insecticide "Ecofil P".

Приложените различни технологии за отглеждане на пролетния фий за производство на фураж оказват съществено влияние върху количеството на произведената зелена маса както и върху добива суха маса (Таблица 3). От посочените данни, както по години, така и средно за периода на проучване е видно, че получените резултати за зелена и суха маса са най-високи при посева отглеждан по стандартната технология.

The applied different technologies for growing spring vetch for forage production have a significant impact on the quantity of green mass produced as well as on the dry mass yield (Table 3). From the data, both in years and average for the period of the study show that the results for green and dry matter are highest in crops grown on standard technology.

Таблица 3. Добиви свежа и суха маса под влияние на приложените агротехнически фактори, $kg.da^{-1}$
Table 3. Fresh and dry mass yields under the influence on the applied agro technical factors, $kg.da^{-1}$

Варианти Variants	2011	2012	2013	средно mean	Отклонение Deviation (%) +/-
	Свежа маса /Fresh mass				
1. По технология (контрола) 1. In technology (control)	1936,22 ^{a}	1872,04 ^{a}	2044,93 ^{a}	1951,06 ^{a}	-
2. Без препарати от неорганичен произход 2. Without preparations of inorganic origin	1357,18 ^{b}	1752,53 ^{a}	887,08 ^{c}	1332,26 ^{b}	- 31,72
3. Третиране с „Екофил Р” 3. Treatment with "Ecofil P"	1428,32 ^{b}	1564,26 ^{b}	1156,22 ^{b}	1382,93 ^{b}	- 29,12
LSD $_{99,5\%}$ ($kg.da^{-1}$)	89,782	134,638	91,777	97,102	
Варианти Variants	Суха маса / Dry mass				
1. По технология (контрола) 1. In technology (control)	452,92 ^{a}	424,92 ^{a}	458,88 ^{a}	445,57 ^{a}	-
2. Без препарати от неорганичен произход 2. Without preparations of inorganic origin	298,57 ^{b}	394,90 ^{ab}	198,88 ^{b}	297,45 ^{b}	- 33,24
3. Третиране с „Екофил Р” 3. Treatment with "Ecofil P"	328,51 ^{b}	352,15 ^{b}	225,10 ^{b}	301,92 ^{b}	- 32,23
LSD $_{99,5\%}$ ($kg.da^{-1}$)	89,782	51,214	42,817	38,580	

При останалите два варианта, през първата и втората години получените добиви на фураж (зелена и суха маса) при посева отглеждан чрез третиране с биоинсектицид „Екофил Р” са по-високи в сравнение с тези получени при отглеждане на фия по

In the other two variants, in the first and second years, the yields of forage (green and dry mass) in crop grown by treatment with bio insecticide "Ecofil P" is higher compared to those obtained from organic fertilizer cultivation.

биологичния метод. През втората експериментална година биологичният метод на отглеждане на културата е дал по-добри резултати в сравнение с третирането на посева с биоинсектицид „Екофил Р”. Средно за периода на проведеното изследване, от посева отглеждан по стандартната технология се получава по-висок добив от 29,12% до 31,72% зелена маса и от 32,23% до 33,24% суха маса в сравнение с фуража получен при отглеждане на културата по биологичен метод и чрез третиране с биоинсектицид „Екофил Р”. Оказва се, че стандартната технология на отглеждане на пролетен фий е по-ефективна по отношение на производство на фураж, в сравнение с отглеждането на посева по биологичен метод или чрез третиране с биоинсектицид „Екофил Р”. Подобни резултати се отчитат и при добива на зърно (Kertikov and Kertkova, 2017).

In the second experimental year, the organic cultivation method of the crop has given better results compared to the treatment of the crop with bio insecticide "Ecofil P".

Average over the period of this study, from the crop grown by standard technology to give a higher yield from 29,12% to 31,72% green mass and from 32,23% to 33,24% dry matter as compared to the forage obtained from cultivation of the crop by biological method and treatment with bio insecticide "Ecofil P". It appears that standard spring vetch cultivation technology is more effective in producing forage compared to biological grown or treatment with bio-insecticide "Ecofil P". Similar results are also reported in the grain yield (Kertikov and Kertkova, 2017).

ИЗВОДИ

В зависимост от технологията на отглеждане, както и под влияние на различните агрометеорологични условия през периода на изследване, вегетационният период на пролетния фий за производство на фураж е в границите от 93 до 105 дни. Посевът отглеждан по конвенционална технология е с най-кратък фенологичен срок на развитие.

С най-висок брой растения, тегло на корените и брой грудки на m^2 е посевът отглеждан по стандартната технология, следван от този чрез третиране с биоинсектицид „Екофил Р”.

При отглеждане на пролетен фий сорт „Темпо“ за производство на фураж по биологичният метод и чрез третиране с биоинсектицида „Екофил Р”, получените добиви фураж са доказано по-ниски спрямо този получен при стандартната технология на отглеждане.

CONCLUSIONS

Depending on the cultivation technology and under the influence of the various agro-meteorological conditions during the study period, the vegetation period of the spring vetch for the production of forage ranges from 93 to 105 days. The crop grown on conventional technology has the shortest period of phenological development.

With the highest number of plants, weight of the roots and number of nodules per m^2 is the crop harvested by standard technology, followed by treatment with bio insecticide "Ecofil P".

When growing a spring vetch cv. "Tempo" for forage production by the biological method and by treatment with the bio insecticide "Ekofil P", the obtained forage yields are significant lower than that obtained with the standard technology of cultivation.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Jimenez, M.**, 1999. Herbage and Seed Yield of Common Vetch (*V. sativa*). In: Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, France, pp. 571-572.
2. **Katayama, M.**, 1991. Studies of Chlorinated Indol Auxins and Antiauxin. *Chemical Regulation of Plants*, 26(1), 11-24.
3. **Kertikov, T.**, 2000. Establishing Optimal Seed and Fertilizer Norms of Spring Vetch for Grain Production. *Rastenievadni nauki*, 37(8), 625-628 (Bg).
4. **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).
5. **Kertikov, T.**, 2005. Comparative Characterization of Economic and Qualitative Indices two Varieties of Spring Vetch (*Vicia sativa* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 11(4), 475-481.
6. **Kertikov, T.**, 2010. Study on Agronomic Aspects of Forage Pea and Vetch. Habilitation work, Pleven, Bulgaria.
7. **Kertikov, T., and V. Vasileva**, 2000. Effect of Some Biologically Active Substances on Grain Yield and its Chemical Composition in Spring Vetch*. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 3(2), 190-198.
8. **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.
9. **Kertikov, T., and D. Kertikova**, 2018. Qualitative and Quantitative Changes in the Grain of Spring Vetch (*Vicia sativa L.*) cv. "Tempo" Depending on the Applied Technology of Cultivation. *Field Crop Studies*, XI(2), 9-16 (Bg).
10. **Kertikova, D., T. Kertikov, B. Ynkov, M. Pehlivanov and I. Dimitrov**, 2012. Tempo – a New Variety of Spring Vetch. *Agrarni Nauki*, 11, 119-124(Bg).
11. **Kostov, K., and D. Pavlov**, 1999. Forage Production. Akademitchno izdatelstvo na VSI Plovdiv (Bg).
12. **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.
13. **Orak, A.,** 2000. An Investigation on Yield and Yield Components of Some Common Vetch (*V. sativa*) Genotypes. *Acta Agronomica Hungarica*, 48, 295-299.
14. **Vasileva, V. and T. Kertikov**, 2007. Influence of the Treatment with Humustim on Sowing Qualities and Grain Yield in Spring Vetch. *Field Crops Studies*, 4(2), 311-316 (Bg).
15. **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, 2019, 22 (3), 90-101
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Селекционна оценка на сортове фий (*Vicia sativa* L.) в условия на биологично производство

Валентин Косев, Наталия Георгиева*

Институт по фуражни култури, 5800 Плевен, България

Breeding Assessment of Vetch Cultivars (*Vicia sativa* L.) in Organic Farming Conditions

Valentin Kosev, Natalia Georgieva*

Institute of Forage Crops, 5800 Pleven, Bulgaria
**E-mail: imnatalia@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 27.03.2019 *Accepted:* 15.05.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

Съвременните селекционни програми са насочени към създаването на адаптивни сортове, характеризиращи се както с висока продуктивност, така и със стабилност по отношение на основните елементи на добива. С цел селекционна оценка на сортове обикновен фий в условия на биологично производство, през периода 2012-2014 г. в ИФК (Плевен), е осъществен полски експеримент с един български (Образец 666) и четири интродуцирани сортове (Молдовская, Лия, Лорина, Вилена). Използвани са методите на дисперсионния и регресионния анализи за установяване влиянието на основни количествени признаци върху добива на зърно. Резултатите показват, че определящи при формирането на добива са признаците тегло семена/растение (R=27.97), брой семена/боб (R=7.69) и брой бобове/растение (R=5.29). По-слабо изразено е влиянието на дължината на бобовете (R=1.85), теглото на 1000 семена (R=1.08) и

SUMMARY

Modern selection programs are directed at developing adaptive cultivars characterized by both high productivity and stability with respect to the main yield components. For the purpose of a breeding assessment of common vetch cultivars in organic production conditions, a field trial was conducted during the period 2012-2014 with one Bulgarian (Obrazets 666) and four introduced cultivars (Moldavskaya, Liya, Lorina, Vilena).

The methods of dispersion and regression analysis were used to determine the effect of main quantitative traits on the seed yield. The results showed that in the yield formation, determining traits were seed weight per plant (R=27.97), number of seeds per pod (R=7.69) and pods per plant (R=5.29).

The effect of pod length (R=1.85), 1000 seeds weight (R=1.08) and plant height (R=0.20) was weaker pronounced. The

височината/растение (R=0.20). Сортовете фий проявяват по-висока адаптивност по признаците височина на растение, брой семена на растение и тегло на 1000 семена, а ниска – по отношение тегло семена на растение, дължина на бобовете и добив семена. По индивидуална продуктивност сорт Лорина е желания селекционен компромис: с тегло на семената от растение над средната стойност за групата и средно ниво на адаптивност. Сортовете Лия и Лорина представляват селекционна ценност поради доброто съчетание на висока продуктивност на семена с ниска вариабилност и добра адаптивност.

Ключови думи: фий, регресия, продуктивност, адаптивност

vetch cultivars exhibited higher adaptability on the traits of plant height,number of seeds per plant and 1000 seeds weight, and low adaptability – regarding seed weight per plant, pod length and seed yield.

In terms of individual productivity, cultivar Lorina was the desired breeding compromise: with seed weight per plant above the average value for the group and an average level of adaptability. Cultivars Liya and Lorina represented a selective value due to the good combination of high seed yield with low variability and good adaptability.

Key words: vetch, regression, productivity, adaptability

УВОД

Род *Vicia* е намерил широко приложение в агроекосистемите като покровна култура, за зелено торене и повишаване на почвеното плодородие (Chemingwa and Vessey, 2006; Campiglia et al., 2010; Mothapo et al., 2013). *Vicia sativa* L., известен като обикновен фий, е един от най-широко отглежданите видове фий по няколко причини, включително неговата висока хранителна стойност, както и възможността да се отглежда в широк диапазон на климатични и почвени условия (Hueze et al., 2011; Abbasi et al., 2014). Обикновеният фий се използва главно за хранене на животните (Bet et al., 2016). Семената на това бобово растение съдържат сравнително голямо количество минерали, протеин (Georgieva and Nikolova, 2011), скорбяла (Bet et al., 2016). Биомасата на фия също е висококачествена (Nikolova, 2015) и се използва за паша, силаж и сено (Hueze et al., 2011; Sullivan, 2003). Обикновеният фий е ценна култура в сеитбообръщенията поради краткия си вегетационен период и възможността да се засява при различни дати на сеитба (Abbasi et al., 2014).

Сложната природа на условията

INTRODUCTION

The Vicia genus has been widely used in agroecosystems as a cover crop, for green manure and increasing soil fertility (Chemingwa and Vessey, 2006; Campiglia et al., 2010; Mothapo et al., 2013).

Vicia sativa L., known as common vetch, is one of the most cultivated vetch species because of its high nutritional value, as well as its ability to grow in a wide range of climatic and soil conditions (Hueze et al., 2011; Abbasi et al., 2014).

The common vetch is used mainly for animal nutrition (Bet et al., 2016). The seeds of this leguminous plant contain a relatively high quantity of minerals, protein (Georgieva and Nikolova, 2011), starch (Bet et al., 2016). Vetch biomass is also high-quality (Nikolova, 2015) and used for pasture, silage, and hay (Hueze et al. 2011; Sullivan 2003). Common vetch is a valuable plant in crop rotation due to its limited vegetation period, and the possibility of being sown at different planting times (Abbasi et al., 2014).

The complex nature of environmental conditions sometimes на средата понякога води до повишаване на изменчивостта в продуктивността на културите. Затова проблемът с увеличаването на продуктивността на сортовете в региони, които са неустойчиви в агрометеорологично отношение, трябва да се комбинира с елементи на стабилизация. В подобна обстановка сортовете не реализират в пълна степен генетичният си потенциал поради недостатъчно ниво на адаптивност (Goncharenko, 2005; Sapega et al., 2012).

Съвременните селекционни програми трябва да бъдат ориентирани към създаването на адаптивни сортове, характеризиращи се както с висока продуктивност, така и със стабилност по отношение на основните елементи на добива и качеството на продукцията. Съществува реална възможност за създаване на генотипове с висок продуктивен потенциал и устойчивост към неблагоприятни фактори на средата, тъй като тези свойства се контролират от различни генетични системи (Anohina and Mazuka, 2006).

Анализът на реакцията на генотиповете към промените в условията на средата трябва да се извършва, както на етап на изучаване на изходния материал, така и в заключителните етапи на селекционния процес. Оценката на екологичната пластичност на сортовете се осъществява с помощта на математически методи, позволяващи да се получи индивидуална характеристика по този показател в различни години или различни райони на отглеждане (Maruhnyak et al., 2010).

Целта на настоящото изследване е да се направи селекционна оценка по отношение стабилност и адаптивност на сортове фий, както и да се установи влиянието на основните количествени признаци върху продуктивността на зърно.

leads to increased variability in crop productivity. Therefore, the problem of enhancing the cultivar productivity in regions which are unsustainable in terms of agrometeorological conditions should be combined with elements of stabilization. In such an environment, varieties do not fully realize their genetic potential due to an insufficient level of adaptability (Goncharenko, 2005; Sapega et al., 2012).

Modern breeding programs should be oriented towards the development of adaptive cultivars characterized by both high productivity and stability in terms of main elements of yield and quality of production.

There is a real possibility to develop genotypes with high productive potential and stability to unfavorable environmental factors as these traits are controlled by different genetic systems (Anohina and Mazuka, 2006).

The analysis of the genotype response to changes in environmental conditions should be done both at the stage of studying starting material and in the final stages of the selection process. The ecological plasticity assessment of the cultivars is conducted by mathematical methods which allow obtaining an individual characteristic for this indicator in different years or different regions of growing (Maruhnyak et al., 2010).

The aim of the present study was a breeding assessment of stability and adaptability of vetch cultivars, as well as establishing the effect of the main quantitative traits on seed productivity.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Обект на проучване в настоящия експеримент са четири молдовски и

MATERIAL AND METHODS

One Bulgarian (Obrazets 666) and four Moldovan cultivars (Moldavskaya, един български сортове пролетен фий (*Vicia sativa* L.). Експериментът е осъществен през периода 2012-2014 г. в Институт по Фуражни култури, в условия на биологично производство. Използван е блоков метод, в три повторения, и големина на парцелата 4 m^2. Сеитбата е осъществена в края на март, с норма 220 семена/m^2. В съответствие изискванията за биологично производство, през вегетационния период не са използвани торове и пестициди. Биометричната оценка на сортовете включва следните признаци: височина/растение, брой бобове/растение, дължина/боб, брой семена/боб, брой семена/растение, тегло семена/растение, тегло на 1000 семена.

Фенотипната стабилност на сортовете по признака добив на зърно е оценявана по следните параметри и методи – вариансен параметър (σ^2) на Shukla (1972), параметър "D_i" на Hanson (1970) и непараметричния метод на Kang (1993). Общата адаптивност (A) на всички признаци на сортовете фий е изчислена по метода на Вълчинков (1990).

Данните са обработени статистически чрез програмния продукт PBSTAT 1.2 for Windows.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Високата резултатност и успехите в селекцията се основават на използването на нови източници на генетично разнообразие с ценни качества, които при кръстосване и комбиниране на наследствените фактори служат като източник на ценни в стопанско отношение растителни форми. В Таблица 1 са представени резултатите от двуфакторния дисперсионен анализ на данните на изследваните количествени признаци. Установено е много добре доказано влияние на фактора сорт по признаците брой и тегло на семената от растение, тегло на 1000 семена и добив зърно. Проучваните сортове не се различават съществено по своята генетична същност по отношение на

Liya, Lorina, Vilena) of common vetch (*Vicia sativa* L.). were objects of this research. The experiment was carried out during the period 2012-2014 at the Institute of Forage Crops, under organic production conditions. The randomised block design was used, with three replications and a plot size of 4 m^2. The sowing was conducted at the end of March, with a rate of 220 seeds per m^2. In accordance with the organic production, fertilizers and pesticides were not used during the growing season. The biometric evaluation of cultivars included the following traits: plant height, pods number per plant, pod length, seeds number per pod, seeds number per plant, seed weight per plant, 1000 seeds weight.

The phenotypic stability of the cultivars regarding seed yield was evaluated by the following parameters and methods: variance of stability (σ^2) of Shukla (1972), parameter "D_i" of Hanson (1970) and non-parametric method of Kang (1993). The total adaptability (A) of all traits of the cultivars was calculated according to Valchinkov (1990).

The data were processed statistically through the program product PBSTAT 1.2 for Windows.

RESULTS AND DISCUSSION

High effectiveness and success in breeding are based on the use of new sources of genetic diversity with valuable traits, which at a crossing and combining hereditary factors, serve as a source of valuable (in the economic view) plant forms.

The results of the two-factor analysis of variance regarding the main quantitative traits were presented in Table 1. It was found a significant influence of the cultivar factor for number and weight of the seeds, 1000 seeds weight, and seed yield.

The vetch cultivars did not differ considerably in their genetic essence with respect to the traits of plant height, pods признаците височина на растението, брой бобове на растение, дължина на бобовете и брой семена в боб.

per plant, pod length and seeds number per pod.

Таблица 1. Анализ на варианса по отношение на основни количествени признаци

Table 1. Analysis of variance regarding main quantative traits

Източник на вариране Source of variation	df	Средни квадрати/Mean squares			
		Височина/ растение Plant height	Брой бобове/ растение Pods per plant	Дължина на бобове Pod length	Брой семена/ боб Seeds per pod
Година/Year	2	39.6222ns	0.2889ns	0.0222ns	0.0889ns
Сорт/Cultivar	4	249.5222ns	2.1667ns	0.1889	1.2778ns
Грешка/Error	38	107.7099	1.4526	0.1977	0.5567
Общо/Total	44				
Източник на вариране Source of variation	df	Средни квадрати/Mean squares			
		Брой семена/ растение Seeds per plant	Тегло семена/ растение Seed weight per plant	Тегло 1000 семена 1000 seed weight	Добив семена Seed yield
Година/Year	2	37.4222ns	0.2889ns	2.4889ns	184.0222ns
Сорт/Cultivar	4	174.9222**	2.0778**	323.5556**	7,614.4778**
Грешка/Error	38	35.1942	0.2655	44.1556	388.0164
Общо/Total	44				

Significance at P = 0.05 (*), ** P = 0.01(**)

Според Zharkova (2009), определянето на регресионни зависимостите дава възможност да се установят преки и косвени взаимовръзки между отделни признаци и показатели. Тази информация представлява интерес и за селекцията по адаптивност и предлага възможност за провеждане на отбор по косвени признаци. Резултати от проведения регресионен анализ (Таблица 2) показват, че линейният компонент в регресията на добива на зърно по отношение на проучваните количествени показатели е значителен и достоверен.

According to Zharkova (2009), the determination of regression dependencies gives the opportunity to establish direct and indirect interrelations between particular traits and indicators. This information is also of interest to the breeding on adaptability and offers the opportunity to conduct a selection on indirect traits. The results of the regression analysis (Table 2) showed that the linear component in the seed yield regression with respect to the quantitative traits studied was considerable and significant.

Таблица 2. Регресионен анализ (Anova) на добив семена по отношение на количествените признаци при обикновен фий

Table 2. Regression analysis (Anova) of the seed yield in regard to the quantitative traits in common vetch

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	8	18455.2	2306.899	3.058984283	0.009865
Residual	36	27149	754.139		
Total	44	45604.2			

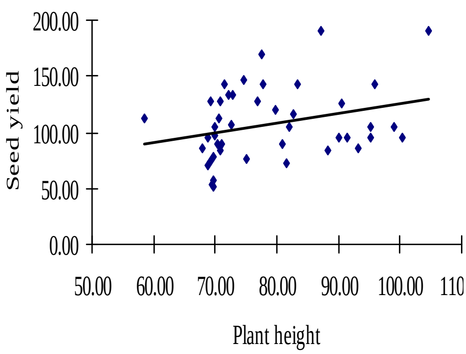
От комплексното изследване на признаците е получено регресионно уравнение (1), което демонстрира сложния характер на изменение на добива на зърно в зависимост от промяната на другите количествени признаци (Фигура 1). Общият вид на полученото уравнението на регресия е:

From the integrated study of the traits was obtained a regression equation (1), which demonstrated the complexity of the seed yield amendment depending on the change in the other quantitative traits (Figure 1). The general appearance of the regression equation was:

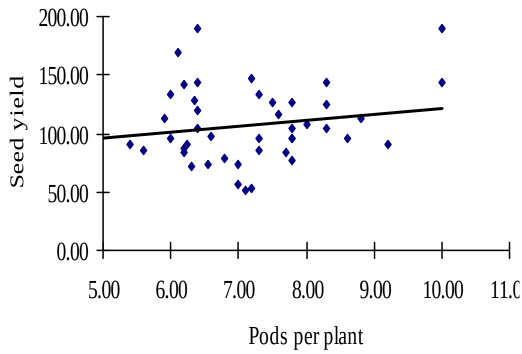
$$(1)\ Y = -18.76 + 0.20X_1 + 5.29X_2 + 1.85X_3 + 7.69X_4 - 1.56X_5 + 27.97X_6 + 1.08X_7$$

където, Y – добив семена; X_1 – височина/растение; X_2 – бобове/растение; X_3 – дължина/боб; X_4 – семена/боб; X_5 – семена/растение; X_6 – тегло семена/растение; X_7 – тегло на 1000 семена

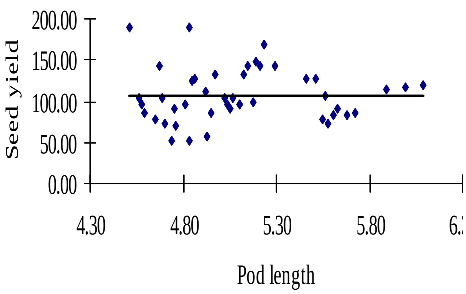
where: Y – was seed yield; X_1 – plant height; X_2 – pods per plant; X_3 – pod length; X_4 – Seeds per pod; X_5 – number of seeds per plant; X_6 – seed weight per plant; X_7 – 1000 seeds weight;



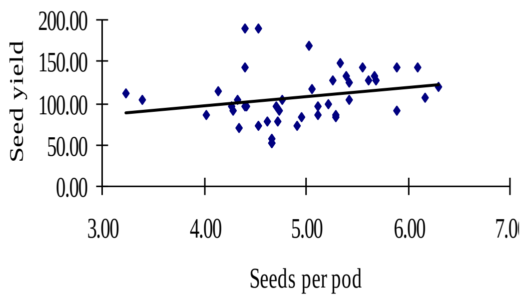
A



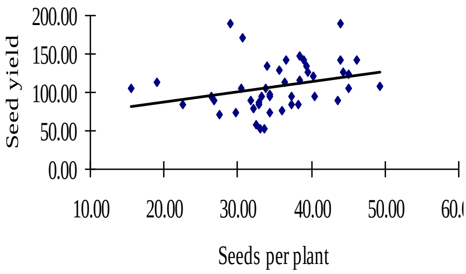
B



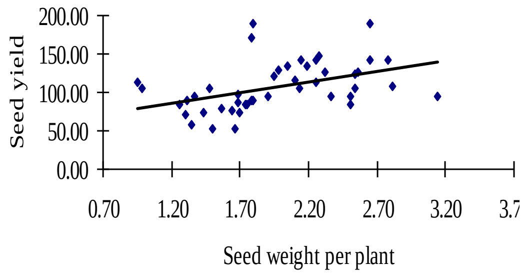
C



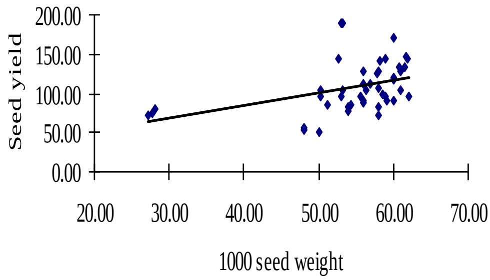
D



E



F



G

A-Plant height; B-Pods per plant; C-Pod length; D-Seeds per pod; E-Seeds per plant; F-Seed weight per plant; G-1000 seeds weight

А-Височина на растение; В-Бобове на растение; С-Дължина на бобове; D-Семена в боб; Е-Семена на растение; F-Тегло семена на растение; G-тегло на 1000 семена

Фиг. 1. Зависимости между добив семена и количествени признаци
Fig. 1. Dependences between seed yield and quantitative traits

Според получените резултати при формирането на добива зърно, най-голямо влияние оказват тегло семена/растение и семена/боб, следвани от брой бобове/растение (Таблица 3). Тези признаци повишават добива на зърно, съответно с 27.97 kg/dka, 7.69 kg/dka и 5.29 kg/dka. По-слабо, но положително е влиянието на дължина/бобовете (R=1.85), тегло на 1000 семена (R=1.08) и височина/растение (R=0.20).

В полученото регресионно уравнение (1), в противовес на предходните признаци, зависимостта между добива на зърно и брой семена/растение като стойност е незначителна и е с отрицателен знак. Това показва, че

According to the obtained results in seed yield formation, the seed weight per plant and seeds per pod, followed by the number of pods per plant had the greatest influence (Table 3). These traits increased seed yield by 27.97 kg/da, 7.69 kg/da and 5.29 kg da, respectively. Less, but positive was the effect of pod length (R = 1.85), followed by 1000 seeds weight (R = 1.08) and plant height (R = 0.20).

In the regression equation obtained (1), as opposed to the previous traits, the dependence between seed yield and number of seeds per plant (as a value) was negligible and negative.

всяко повишаване на броя семена/растение над определена граница би довело до намаляване на индивидуалната продуктивност на семена от растение, а от там и на добива като комплексен признак.

This indicates that any increment in the number of seeds above a certain limit would result in a reduction in the individual productivity per plant and hence in the yield as a complex trait.

Таблица 3. Регресионни коефициенти на добив семена по отношение на количествени признаци при обикновен фий
Table 3. Regression coefficients of the seed yield in regard to the quantitative traits in common vetch

Признаци/Traits	Coefficients	Standart error	t Stat	P-value
Регресор/Intercept	-18.76	174.3710	-0.1076	0.9149
X_1-Височина/растение Plant height	0.20	0.5035	0.4019	0.6901
X_2-Бобове/растение Pods per plant	5.29	25.8016	0.2052	0.8386
X_3-Дължина/бобове Pod length	1.85	14.3797	0.1287	0.8983
X_4-Семена/боб Seeds per pod	7.69	36.5560	0.2103	0.8346
X_5-Семена/растение Seeds per plant	-1.56	5.6467	-0.2770	0.7834
X_6-Тегло семена на растение/ Seed weight per plant	27.97	19.1926	1.4574	0.1537
X_7-Тегло 1000 семена/1000 seeds weight	1.08	0.6360	1.7014	0.0975

Оценката на добива според параметъра YS_i на Kang (1993) показва, че сортовете Вилена и Лорина са с много добра екологична стабилност и пластичност (YSi=2 и YSi=1), но Лорина е по-нископродуктивен на семена от Вилена (Таблица 4). При сортове Молдовская и Образец 666, стойностите на параметрите на стабилност по Hanson (1970) и Shukla (1972) са най-ниски. Тези сортове могат да бъдат определени като екологично стабилни, но в същото време и най-нископродуктивни. Останалите параметри на стабилност също определят Молдовская като относително стабилен генотип. Най-близо до селекционния компромис е сорт Лорина. Той може де бъде охарактеризиран като екологично стабилен и е сред сортовете с тегло на семената на растение над средната стойност за групата.

The yield assessment according to the parameter YS_i of Kang (1993) showed that cultivars Villena and Lorina had very good ecological stability and plasticity (YSi=2 и YSi=1), but Lorina was less productive than Vilena (Table 4).

In cultivars Moldovskaya and Obrazets 666, the values of the stability parameters according to Hanson (1970) and Shukla (1972) were the lowest. These cultivars can be defined as ecologically stable, but at the same time, they were the least productive. The remaining stability parameters also defined Moldavskaya as a relatively stable genotype. Cultivar Lorina was closest to the breeding compromise. It can be characterized as ecologically stable and was among the cultivars with seed weight per plant above the average for the group.

Таблица 4. Параметри на стабилност по отношение на добив семена при сортове фий
Table 4.Stability parameters regarding seed yield in vetch cultivars

Сортове/Cultivars	D_i	σ^2	YS_i	Seed yield	Seed productivity
Liya	34.12	1707.83	0.00	149.33	2.50
Lorina	24.31	175.79	1.00+	98.44	2.08
Vilena	26.52	596.96	2.00+	122.56	2.26
Moldovskaya	22.00	44.17	0.00	92.00	1.71
Obrazets 666	21.86	19.25	-2.00	74.50	1.44

D_i - генотипен параметър на стабилност (Hanson, 1970); σ^2 – варианс на стабилностъ (Shukla, 1972); YS_i – индекс на стабилност (Kang, 1993)
D_i - genotypic stability parameter (Hanson, 1970); σ^2 - stability variance (Shukla, 1972); YS_i - stability index (Kang, 1993)

За по-обективна оценка на адаптивните възможностти на изследваните сортове пролетен фий, съгласно методът на Valchinkov (1990), е изчислен коефициент (A) на обща адаптивност (Таблица 5). Като цяло сортовете се приспособяват по-добре към променящите се условия на средата и проявяват по-висока адаптивност по признаците височина на растение, брой семена на растение и тегло на 1000 семена, а ниска адаптивност – съответно по тегло семена нарастение, дължина на бобовете и добив семена.

Сорт Лия е с висока обща адаптация по отношение на брой бобове/растение, семена на растение, семена на растение и добив семена. По признака дължина на бобовете при почти всички сортове индексът на адаптация е с отрицателна стойност. По своята възможност за адаптация, сорт Вилена се представя най-добре по признаците тегло семена/растение (2.5) и тегло на 1000 семена (57.79). Българският сорт Образец 666 отстъпва на останалите сортове по тестваните признаци, но по отношение на дължина на бобовете и брой семена в боб се адаптира в най-голяма степен към условията на средата за периода на проучване.

For a more objective assessment of the adaptive ability of the vetch cultivars studied, according to the method of Valchinkov (1990), the coefficient of general adaptability was calculated (Table 5). In general, cultivars were better adapted to changing environmental conditions and exhibited higher adaptability on the traits of plant height, seeds per plant and 1000 seeds weight, and low adaptability - on seed weight per plant , pod length and seed yield, respectively.

Cultivar Liya had high adaptability in terms of pods per plant, seeds per plant, seed weight per plant and seed yield. For almost all cultivars, the adaptability index had a negative value regarding the pod length.

In its possibility for adaptability, Villena was best represented in terms of the seeds weight per plant (2.5) and 1000 seeds weight (57.79). The Bulgarian cultivar Obrazets 666 gave way to the other cultivars on the tested traits, but in terms of pod length and seeds per pod, it was the most adapted to the environmental conditions for the survey period.

Таблица 5. Адаптивна способност при сортове фий (Valchinkov, 1990)
Table 5. Adaptive ability in vetch cultivars (Valchinkov, 1990)

Сорт cultivar	Височина на растение Plant height	Бобове на растение Pods per plant	Дължина на бобове Pod length	Семена в боб Seeds per pod	Seeds per plant Семена на растение	Seed weight per plant Тегло семена на растение	1000 seed weight Тегло 1000 семена	Seed yield Добив семена
Liya	78.93	6.86	-4.06	2.97	39.39	2.32	56.32	0.19
Lorina	79.1	6.05	-3.95	4.51	36.86	-0.54	56.72	0.05
Vilena	79.65	6.01	-3.72	3.67	36.31	2.5	57.79	-0.52
Moldovskaya	81.14	5.93	-4.40	3.98	30.10	-0.8	55.91	0.13
Obrazets 666	69.24	5.87	4.44	4.52	28.46	1.31	41.01	-0.59

Сортовете с висока адаптация представляват селекционна ценност при условие, че проявяват ниска вариабилност на дадения признак при различни условия на отглеждане. Според Anisinkov (2009), при разнопосочност в сравняването на различни параметри на адаптивност и стабилност на изследваните сортове се налага използване на различни подходи за интегрирана оценка на признака и неговата стабилност. Затова много изследователи предлагат различни критерии за едновременен отбор по продуктивност и стабилност на съответния признак. Според методът на Valchinkov (1990), по адаптивност на добив семена сортовете могат да бъдат подредени в следната последователност: Лия > Молдовская > Лорина > Вилена > Образец 666. Сорт Лия, следван от сорт Лорина, съчетават висок добив на семена с относително ниска вариабилност и висока адаптивност.

High adaptive cultivars represented a selection value only on condition that they exhibit low variability of a given trait under different growing conditions. According to Anisinkov (2009), in many-directedness in the comparison of different parameters of adaptability and stability of the studied varieties, it is necessary to use different approaches for integrated assessment of the indicator and its stability. Therefore, many researchers offer different criteria for simultaneous selection on productivity and stability of a given characteristic. According to the method of Valchinkov (1990), regarding adaptability of seed yield, the cultivars can be arranged in the following order: Liya >Moldovskaya > Lorina > Vilena > Obrazets 666. Cultivar Liya, followed by Lorina, combined high seed yield with relatively low variability and high adaptability.

ИЗВОДИ

Чрез регресионен анализ е установено влиянието на основни количествени признаци върху добива семена при сортове обикновен фий, отглеждани в условия на биологично производство. Определящи при формирането на добива са признаците тегло семена/растение (R=27.97), брой семена/боб (R=7.69) и брой бобове/растение (R=5.29). По-слабо

CONCLUSIONS

By regression analysis, the effect of main quantitative traits on the seed yield in common vetch cultivars grown in organic production was determined.

In the yield formation, determining traits were seed weight per plant (R=27.97), number of seeds per pod (R=7.69) and pods per plant (R=5.29).

изразено е влиянието на дължината на бобовете (R=1.85), теглото на 1000 семена (R=1.08) и височината на растение (R=0.20).

Сортовете фий проявяват по-висока адаптивност по признаците височина на растение, брой семена на растение и тегло на 1000 семена, а ниска – по отношение на тегло семена на растение, дължина на бобовете и добив семена.

По индивидуална продуктивност сорт Лорина е желания селекционен компромис: с тегло на семената от растение над средната стойност за групата и средно ниво на адаптивност. Сортове Лия и Лорина представляват селекционна ценност поради доброто съчетание на висока продуктивност на семена с ниска вариабилност и добра адаптивност.

The effect of pod length (R=1.85), 1000 seeds weight (R=1.08) and plant height (R=0.20) was weaker pronounced.

The vetch cultivars exhibited higher adaptability on the traits of plant height,number of seeds per plant and 1000 seeds weight, and low adaptability – regarding seed weight per plant, pod length and seed yield.

In terms of individual productivity, cultivar Lorina was the desired breeding compromise: with seed weight per plant above the average value for the group and an average level of adaptability. Cultivars Liya and Lorina represented a selective value due to the good combination of high seed yield with low variability and good adaptability.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abbasi, A. R., R. Sarvestani, B. Mohammadi and A**. **Baghery**, 2014. Drought Stress-induced Changes at Physiological and Biochemical Levels in Some Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Genotypes. *Journal of Agricultural* Science *and Technology*, 16, 505-516.
2. **Anohina, V. S. and E. S. Mazuka**, 2006. Characteristic of Inter-cultivar Bean Hybrids in Relation to the Adaptive Potential of the Starting Varieties. *Journal BGU*, 2(2), 44-48.
3. **Anisinkov, N. I.**, 2009. Adaptability and Stability of Oat Varieties Regarding the Grain Quality Indicator. *Selection and seed production*, 98, 106-115.
4. **Bet, C. D., L. P. Cordoba, L. S. Ribeiro and E**. **Schnitzler**, 2016. Common Vetch (*Vicia sativa*) as a New Starch Source: Its Thermal, Rheological and Structural Properties after Acid Hydrolysis. *Food Biophysics*, 11(3), 275-282.
5. **Campiglia, E., F. Caporali, E. Radicetti and R. Mancinelli**, 2010. Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth.) Cover Crop Residue Management for Improving Weed Control and Yield in No-tillage Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Production. *European Journal of Agronomy*, 33, 94-102.
6. **Chemininingwa, G. N. and J. K. Vessey**, 2006. The Abundance and Efficacy of Rhizobium leguminosarum bv. viciae in Cultivated Soils of the Eastern Canadian Prairie. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 294-302.
7. **Georgieva, N. and I. Nikolova**, 2011. Influence of Preparations with Different Biological Effect on Chemical Composition of Grain and Productivity of Crude Protein and Feed Units in Spring Forage Pea. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 14(1), 140-151.
8. **Goncharenko, A. A.**, 2005. Regarding Adaptability and Environmental sustainability of cereal varieties. *Journal RASHN*, 6, 49-53.
9. **Hanson, W. D.**, 1970. Genotypic Stability. *Theoretical and Applied Genetics*, 40(3), 226-231.

10. **Hueze, V., G. Tran and R. Baumont**, 2011. Common Vetch (*Vicia sativa*). *Feedipedia*, 12, 53-62.
11. **Kang, M. S.**, 1993. Simultaneous Selection for Yield and Stability and Yield-Statistic. *Agronomy Journal*, 85, 754-757.
12. **Maruhnyak, A. Y., A. O. Datsco and G. I. Maruhnyak**, 2010. Adaptability and Stability of Oat Varieties on Grain Quality Indicator. *Breeding and seed production*, 98, 106-115.
13. **Mothapo, N. V., J. M. Grossman, T. Sooksanguan, J. Maul, S. L. Bräuer and W. Shi**, 2013. Cropping History Affects Nodulation and Symbiotic Efficiency of Distinct Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth.) Genotypes with Resident Soil Rhizobia. *Biology and Fertility of Soils*, 49(7), 871-879.
14. **Nikolova, I.**, 2015. Response of Vetch Varieties to *Sitona lineatus* L. in Organic Farming. *Biological Agriculture and Horticulture*, 32(1), 63-71.
15. **Sapega, V. A., Tursumbekova, G. Sh. and S. V. Sapega**, 2012. Productivity and Parameters of Stability of Grades of Grain Crops. *Science and Technology*, 10, 22-26.
16. **Shukla, G. K.**, 1972. Some Statistical Aspects of Partitioning Genotype-Environmental Components of Variability. *Heredity*, 29(2), 237-245.
17. **Sullivan, P.**, 2003. Overview of Cover Crops and Green Manures. ATTRA, https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/e/4211/files/2014/04/Overview-of-Cover-Crops-and-Green-Manures-19wvmad.pdf.
18. **Valchinkov, S.**, 1990. Method for Ranking Genotypes with a Relatively High and Stable Yield. *Scientific works-AU Plovdiv*, 4, 161-165.
19. **Zharkova, S. V.**, 2009. Correlation Analysis of the Traits of Onion Productivity and Its Use in Practical Breeding. *Agronomy*, 12(62), 9-14.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (3), 102-114 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Радиочувствителност при суданка (*Sorghum sudanense* (piper.) Stapf) III. При полски условия

Ирена Голубинова*, Пламен Маринов-Серафимов

Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, България

Radiosensitivity in Sudangrass (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf) III. In Field Conditions

Irena Golubinova*, Plamen Marinov-Serafimov

Institute of Forage Crops, 5800 Pleven, Bulgaria
**E-mail: golubinova@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 08.05.2019 *Accepted:* 03.07.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

Сухи семена от три сорта суданка (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) с различен произход - Kazitachi (Япония), Vercors (САЩ) и Воронежская 9 (Русия) бяха облъчени с гама-лъчи (Caesium ^{137}) в различни дози 0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 и 2000 Gy (мощност 146 Gy/h) в Институт по физиология на растенията и генетика – София, България. Проучено е влиянието на гама-лъчите върху три физиологични параметри – кълняемост, преживяемост и стерилност в първо мутантно поколение (M_1) на изпитваните сортове, като данните показват ясно изразен „доза-ефект“; с увеличаване на дозата стойностите за всеки показател намаляват, като разликите са статистически доказани.

Радиочувствителността на сортовете е добре изразена със стойностите на LD_{50}, които са изчислени на базата на преживяемостта на растенията в

SUMMARY

Dry seeds from three varieties of sudangrss (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf) with different origin, namely, Kazitachi (Japan), Vercors (USA) and Voronezhskaya 9 (Russia) were iradiated with gamma-rays (Caesium^{-137}) at different doses - 0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 and 2000 Gy (dose rate 146 Gy/h) in Institute of Plant Physiology and Genetics – Sofia, Bulgaria. The influence of gamma rays on three physiological parameters (germination, survival and sterility) of M_1 progeny of the varieties used were investigated and data show clearly pronounced “dose-effect”; with increasing dose the values obtained for each of these biological parameters decrease and the differences are statistically proven.

The radiosensitivity of the cultivars is well expressed with the values of LD_{50}, which were calculated on the basis of survival plants in the first mutant

първо мутантно поколение (M_1). Тази стойност е най-ниска за Kazitachi (307,52 Gy), който се определя като най-радиочувствителен сорт, а за Vercors и Воронежкая 9 – LD_{50} е съответно 340,97 Gy и 342,63 Gy. Тези данни предоставят ценна информация, при избора на оптимални дози за целите на мутационната селекция при суданката.
Ключови думи: *Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf., суданка, гама-лъчи, радиочувствителност

generation (M_1). This value is lowest for Kazitachi (307.52 Gy), which is defined as the most radiosensitive variety, while LD_{50} for Vercors and Voronezhskaya 9 are 340.97 Gy and 342.63 Gy, respectively. These data provide valuable information when the optimal doses should be chosen for the purpose of mutation breeding program of sudangrass.

Key words: *Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf., sudangrass, gamma-rays, radiosensitivity

УВОД

Мутационната селекция в наши дни продължава да се разглежда като едно доказано средство за създаване и/или увеличаване на генетичната изменчивост, различна от създадената чрез рекомбинация (Maluszynski, 2001; Chopra, 2005). За разлика от класическата селекция, съчетаваща генетични комбинации от вече съществуващи родителски гени, мутационната селекция позволява създаването на нови генетични комбинации с висока честота, като най-често използвана в това отношение е йонизиращата радиация (Majeed et al., 2010). Голяма част от мутантните сортове (64%) са създадени чрез използването на гама-лъчи (Ahloowalia et al., 2004).

За гама-облъчването е известно, че е най-ефективно при индуцирането на широк обхват на мутации (Bado et al., 2015). Докато химичните мутагени се използват за индуциране на точкови мутации, физичните предизвикват големи лезии, като хромозомни аберации или пренареждания (Mba et al., 2012). Гама-лъчите са по-малко разрушителни и проникват дълбоко в тъканите в сравнение с други лъчения.

В селекционните практики за генетично подобряване на суданката, експерименталния мутагенез се очертава като метод, даващ обещаващи резултати. Въпреки това проучванията с индуциран мутагенез при този вид са

INTRODUCTION

Mutation breeding nowadays continues to be seen as a proven tool for creating and/or enhancing genetic variability other than that created by recombination (Maluszynski, 2001, Chopra, 2005). Unlike conventional breeding procedures which involve, the production of new genetic combinations from already existing parental genes, mutation breeding causes exclusively new gene combinations with high mutation frequency, the most commonly used in this regard being ionizing radiation (Majeed et al., 2010). Big part of mutant varieties (64%) were created using gamma rays (Ahloowalia et al., 2004).

Gamma irradiation is known to be the most effective in inducing a wide range of mutations (Bado et al., 2015). Whereas chemical mutagens are preferably used to induce point mutations, physical mutagens induce gross lesions, such as chromosomal abbreviation or rearrangements (Mba et al., 2012). Gamma-rays penetrate deeply into target tissues than other radiations and it is less destructive.

Experimental mutagenesis emerges as a promising method in the breeding program for genetically improving the sudangrass. However, studies with induced mutagenesis in this species are scarce, and the data obtained оскъдни, а данните получени до този момент са доста противоречиви, особено когато това се отнася до въздействие с йонизиращи лъчения (Kirillenko and Golovin, 1987; Lazanyi, 1987; Golovin and Kirillenko, 1989; Tabosa et al., 2007; Alvarez-Holguin et al., 2017). Първата стъпка в мутационната селекция, е да се определи полулеталната доза (LD_{50}). Това е важен параметър за определяне на оптималната доза радиация за индуциране на ефективни мутации в селекционните програми за генетично подобрение. Оскъдни и противоречиви са и данните за LD_{50} при суданка след облъчване с гама-радиация. Според Preobrazhenskaya (1971) LD_{50} при суданка е 250 Gy, а по данни на FAO/IAEA при суданката LD_{50} е 300 Gy (Anonimus, 2002). В някои изследвания се съобщава за прилагането на гама-радиация при суданка в дози от 50 до 600 Gy (Golovin and Kirillenko, 1989; Kostina et al., 1995). Zhi et al. (1999) съобщават, че оптимална доза за *Sorghum sudanense* е 243–301 Gy. Установено е, че облъчването с гама-лъчи има значителен ефект в първо поколение (M_1) при суданката. Облъчването с гама-лъчи показва някои промени в стъблото, листата, морфологията на репродуктивните органи и височината на растенията.

След избора на генотипове за подобряване (сортове и елитни генотипи), трябва да се определят оптималните дози на гама-лъчите, тъй като те варират както между видовете, така и между генотипите.

Не се срещат обобщени резултати относно физиологичната реакция и радиочувствителността на суданката след облъчване с гама-лъчи.

Целта на настоящото проучване е да се определи LD_{50} и радиочувствителността при суданка след използване на гама-лъчи за индуциране на генетична вариабилност.

so far are quite controversial, especially when it comes to ionizing radiation (Kirillenko and Golovin, 1987; Lazanyi, 1987; Golovin and Kirillenko, 1989; Tabosa et al., 2007; Alvarez-Holguin et al., 2017). First step in a mutagenesis based breeding process is to determine the semi-lethal dose (LD_{50}). The LD_{50} is important parameter utilized for determining the optimal radiation dose to induce effective mutations in breeding improvement programs. LD_{50} values in sudangrass after gamma irradiation are scanty and controversial. According to Preobrazhenskaya (1971), LD_{50} in sudangrass is 250 Gy and according to FAO/IAEA data on sudangrass, the LD_{50} is 300 Gy (Anonimus, 2002).

Some studies have reported the use of gamma radiation in sudangrass at doses of 50 to 600 Gy (Golovin and Kirillenko, 1989; Kostina et al., 1995). Zhi et al. (1999) reported that optimal dose of *Sorghum sudanense* was 243–301 Gy. Gamma radiation was found to have a significant effect on the first generation (M_1) of sudangrass (Krishna et al., 1983). Gamma radiation treatment on sudangrass showed some changes in stem, leaf, reproductive organ morphology and plant height.

After select the genotypes for improvement - cultivars and elite genotypes, must be determine the optimal dose of gamma-rays, as they vary between species and genotypes.

No summary results are available on the physiological response and the sensitivity of the udder after irradiation with gamma-radiation.

The aim of the current study was to determine the LD_{50} treatments and radiosensitivity in sudangrass using gamma-irradiation for induced a genetic variability.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Растителен материал. Три сорта суданка (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.) с различен произход – Kazitachi (Япония), Vercors (САЩ) и Воронежская 9 (Русия) са използвани като експериментален материал, които са известни с техните агрономични характеристики, включително устойчивост на засушаване.

Процедура на облъчване. Сухи семена от тестваните сортове са облъчвани с десет дози гама-лъчи ($Caesium^{-137}$) – 0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 и 2000 Gy. Облъчването е извършено в гама-облъчвателна установка GOU-3M в Институт по физиология на растенията и генетика - София, с мощност 146 Gy/h. Веднага след облъчването семената се накисват в дестилирана вода в продължение на 30 минути, просушават се до засяването им при полски условия.

Полски опит. Експериментът е проведен в две последователни години в периода 2007-2008 г. При полски условия всяка година са засявани по хиляда семена за всеки вариант на опита. Полските опити са залагани по стандартния метод с последователно подреждане на вариантите (Shanin, 1977) с ширина на лехата 2 m и 45/5 cm между и вътре в редовете. Подготовката на почвата, борбата с болестите, неприятелите и плевелите е изведена съгласно технология за отглеждане на сорго за зърно и силаж (Dechev et al., 1987).

В първо мутантно поколение (M_1) бяха отчетени три критерия в процент спрямо контролните варианти (не облъчени семена) – кълняемост, стерилност и преживяемост. Стерилността е отчетена в процент спрямо контролните варианти на базата на броя на M_1-растенията с пълно или частично редуциране на семената. "Преживелите растения" са преброявяни по време на прибирането на поколение M_1, като за

MATERIAL AND METHODS

Plant materials. Three varieties of different origin, namely, Kazitachi (originating from Japan), Vercors (USA) and Voronezhskaya 9 (Russia) that are renowned for their agronomic characteristics, including resistance to drought were used as experimental material.

Irradiation procedures. Air-dried seeds of the varieties mentioned above were irradiated with ten doses of gamma-rays ($Caesium^{-137}$) – 0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 and 2000 Gy. Radiation treatments were carried out with gamma-irradiation facility GOU-3M in Institute of Plant Physiology and Genetics – Sofia emitting gamma-rays at dose rate 146 Gy/h. The seeds were soaked in distilled water for 30 min immediately after irradiation and dried until their sowing in the field.

Field experiments. The experiment was carried out in two consecutive years in the period 2007-2008. One thousand seeds were sowed under field condition for each treatment from the experiment. The field trials were set according to the standard method with consecutive arrangement of the variants (Shanin, 1977) in 2 m wide beds at 45/5 cm row spacing. The preparation of the soil, the control of diseases, pests and weeds is based on the technology for growing sorghum for grain and silage (Dechev et al., 1987).

Three criteria in first mutant progeny (M_1) were scored as percent of controls (non-irradiated seeds) – germination, sterility and survival. The sterility was scored in percent of control variants on the basis of the number of M_1 plants with complete or partial reduction of seed setting. “Surviving plants” were counted at the time of harvest of M_1 generation and survivors were defined as those plants that produce at least one преживели се определя онези растения, които са образували най-малко едно съцветие, независимо от това дали е формирало семена. Фенофазите на развитие на суданката са определяни по единната система за кодиране на фенологичните фази на развитие за моно- и двусемеделни растителни видове (Meier, 2001). Преживяемостта и височината на централното стъбло е отчетена за основните фенофази на развитие на растенията. Определяно е LD_{50} по фенофази за всеки вариант на опита в зависимост от дозите на облъчване на семената. Отчетена е братимостта (брой братя) в края на вегетацията.

Статистическата обработка на показателите полска кълняемост и преживяемост в края на вегетацията са извършени чрез *φ* – критерий на Фишер (Plockinsky, 1967). За определяне на LD_{50} е използван програмният продукт TRIMED SPEARMAN KARBER METOD, VERSION 1.5 (Hamilton et al*.,* 1978). Корелационните зависимости са изчислени с Microsoft Office Excel 2010.

inflorescence regardless of whether seeds are produced.

The growth stages of development sudngrass is determined by a system of uniform coding of growth stages of development for mono- and dicotyledonous plant species (Meier, 2001).

Data on survival and central stems height were measured at defined growth stages. The LD_{50} is determined by growth stage for each variant of the trial depending on the irradiation doses of seeds. In the end of vegetation period the number of tillers was counted.

The statistical processing of the germination and survival at the end of the vegetation period under field condition was performed using Fisher's φ-criterion (Plockinsky, 1967); for the determination of LD_{50}, the program product TRIMED SPEARMAN KARBER METOD, VERSION 1.5 was used (Hamilton et al., 1978); correlations are calculated with Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните за полската кълняемост при сортовете суданка са отразени на Таблица 1. При полски условия е установено поникване на растенията (BBCH 10) при дози до 800 Gy от 4,0 до 38,84 % спрямо контролните варианти. Радиочувствителността при полски условия при сортовете суданка е по-висока в сравнение с контролирани условия на отглеждане. Кълняемостта при суданката при оранжерийни условия варира от 77,78 до 84,97 % при 2000 Gy (Golubinova and Serafimov, 2015). При полски условия наличието на поникнали растения при значително по-ниски дози (до 800 Gy), определя стойности на LD_{50} от 410,27 до 420,30 Gy. Метеорологичните условия в периода от сеитба до поникване вероятно засилват въздействието на гама-радиацията. Следователно, полската

RESULTS AND DISCUSSION

Data on field germination in the sudangrass varieties is shown in Table. 1. Plant emergence (BBCH 10) under field conditions, was observed at doses up to 800 Gy from 4.0 to 38.84% of the control variants. The radiosensitivity in field conditions of the sudangrass varieties is higher than in controlled conditions of cultivation.

Under greenhouse conditions, germination of sudangrass ranged from 77.78 to 84.97% at 2000 Gy (Golubinova and Serafimov, 2015). The presence of emerging plants at significantly lower doses (to 800 Gy) determines LD_{50} values of 410.27 to 420.30 Gy in field conditions. The weather conditions in the period from sowing to germination may enhance the effects of gamma-radiation. Therefore, field germination depends on the doses of кълняемост зависи от дозите на облъчване на семената и от условията на средата – количество и разпределение на валежите и средно денонощни температури на въздуха. Подобни резултати за засилване на инхибиращия ефект на мутагенните дози върху покълването на семената при полски условия съобщават Harding et al. (2012), Gaur et al. (2018). В следващите фенофази се увеличава процента на загиналите растения при всички сортове с увеличаване дозите на облъчване от 200 до 2000 Gy, а стойностите на LD_{50} намаляват.

Въздействието на гама-лъчите нараства с удължаване периода на вегетация при всички сортове. Във фенофаза начало на изметлявяне (BBCH-47), дозите над 400 Gy предизвикват пълна леталност. В края на вегетацията са отчетени преживели растения при дози от 200 Gy (от 63,7 до 74,0%) и 400 Gy (от 44,2 до 45,1%), които доказано намаляват спрямо контролните варианти при всички сортове.

Стойностите на LD_{50} намаляват в зависимост от дозите на облъчване. С най-силна радиочувствителност е сорт Kazitachi (LD_{50}=316.2 Gy), докато Воронежская 9 (LD_{50}=333.8 Gy) и Vercors (LD_{50}=339.8 Gy) са по-радиоустойчиви. Тези данни дават ценна информация при избора на оптимална доза за облъчване на сухи семена за целите на мутационната селекция конкретно при тези сортове. Варирането в радиочувствителността между видовете от един род и между отделните сортове (Pathirana and Subasingbe, 1993), както и широкия спектър от дози прилаган за индуциране на мутации при суданката (Kirillenko and Golovin, 1987; Lazanyi, 1987; Golovin and Kirilenko, 1989; Kostina et al*.,* 1995; Kostina, 2000; Tabosa et al., 2007) е предпоставка за необходимостта от предварително експериментално определяне на работните дози гама-лъчи в мутационната селекция.

seed irradiation and on the conditions of the environment - quantity and distribution of rainfall and average daily air temperatures.

Similar results for enhancing the inhibitory effect of mutagenic doses on seed germination under field conditions reported Harding et al. (2012), Gaur et al. (2018). In the following growth stages, the percentage of dead plants compared in all varieties with increasing irradiation doses from 200 to 2000 Gy and the LD_{50} values decreased.

The effect of gamma-rays increases as vegetation progresses in all varieties. In the beginning of boot stage (BBCH-47), doses above 400 Gy cause complete lethality. At the end of the vegetation, surviving plants were recorded at doses of 200 Gy (from 63.7 to 74.0%) and 400 Gy (from 44.2 to 45.1%), which were shown to decrease over control variants in all varieties.

The LD_{50} values decrease depending on the dose of irradiation. The strongest radioactivity is the Kazitachi variety (LD_{50}=316.2 Gy), while Voronezhskaya 9 (LD_{50}=333.8 Gy) and Vercors (LD_{50}=339.8 Gy) are more radio-resistant. These data provide valuable information when choosing an optimal dose for irradiation of dry seeds for the purpose of mutation breeding specifically for these varieties. The variation in the radio-sensitivity between species of the same species and between varieties (Pathirana and Subasingbe, 1993), as well as the wide range of doses used to induce mutations in sudangrass (Lazanyi, 1987; Kirillenko and Golovin, 1987; Govovin and Kirilenko, 1989, Kostina et al., 1995, Kostina, 2000, Tabosa et al., 2007) is a prerequisite for the need for preliminary experimental determination of the working doses of gamma rays in the mutation breeding.

Таблица 1. Полска кълняемост, преживяемост и LD_{50} при суданка
Table 1. Field germination, survival and LD_{50} in sudangrass

BBCH scale	Gy	Сортове/Varieties											
		Kazitachi				Vercors				Voronezhskaya 9			
		бр	%	Fφ	LD_{50} Gy	бр	%	Fφ	LD_{50} Gy	бр	%	Fφ	LD_{50} Gy
BBCH–10	0	804	100	0,00		827	100	0,00		832	100	0,00	
	200	673	83,7	13,22**		696	84,2	13,00**		656	78,8	17,54**	
	400	495	61,6	31,27***	420,30	430	52,0	39,41***	410,27	485	58,3	34,50***	414,89
	600	189	23,5	56,09***		271	32,8	52,78***		234	28,1	55,37***	
	800	26	3,23	38,84***		110	13,3	56,52***		33	4,0	42,26***	
	-2000	0	0,00	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00	0,00	
BBCH–13	0	767	100	0.00		815	100	0.00		806	100	0.00	
	200	607	79.1	16.60**		664	81.5	15.12***		618	76.7	18.98***	
	400	454	59.2	32.43***	400.4	405	49.7	40.90***	370,1	428	53.1	38.06***	376.5
	600	126	16.4	55.40***		137	16.8	57.14***		135	16.7	56.86***	
	800-2000	0	0.00	0.00***		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
BBCH–15	K	749	100	0.00		800	100	0.00		792	100	0.00	
	200	534	71.3	22.57***		648	81.0	15.40***		596	75.3	19.96***	
	400	421	56.2	34.35***	382.8	394	49.3	40.81***	362.6	387	48.9	40.91***	355.0
	600	79	10.5	52.06***		71	8.9	51.92***		88	11.1	53.96***	
	800-2000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
BBCH–17	K	739	100	0.00		796	100	0.00		785	100	0.00	
	200	501	67.8	25.16***		600	75.4	19.92***		583	74.3	20.68***	
	400	355	48.0	40.18***	341.4	380	47.7	41.92***	347.4	369	47.0	42.13***	343.5
	600	45	6.1	45.48***		24	3.0	37.66***		18	2.3	33.76***	
	800-2000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
BBCH–43-49	K	739	100	0.00		796	100	0.00		785	100	0.00	
	200	471	63.7	28.36***		589	74.0	21.07***		564	71.8	22.71***	
	400	327	44.2	42.85***	316.2	368	46.2	43.03***	339.8	354	45.1	43.51***	333.2
	600	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	800-2000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
BBCH–56-65	K	739	100	0.00		796	100	0.00		785	100	0.00	
	200	471	63.7	28.36***		589	74.0	21.07***		564	71.8	22.71***	
	400	327	44.2	42.85***	316.2	368	46.2	43.03***	339.8	354	45.1	43.51***	333.2
	600	0	0.00	0.00		0	0	0.00		0	0.00	0.00	
	800-2000	0	0.00	0.00		0	0	0.00		0	0.00	0.00	
BBCH–89	K	739	100	0.00		796	100	0.00		785	100	0.00	
	200	471	63.7	28.36***		589	74.0	21.07***		564	71.8	22.71***	
	400	327	44.2	42.85***	316.2	368	46.2	43.03***	339.8	354	45.1	43.51***	333.2
	600	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	800-2000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	

$P_{(t\ crit.\ 2.0)} = 0.05$; **$P_{(t\ crit.\ 2.6)} = 0.01$; *$P_{(t\ crit.\ 3.3)} = 0.001$; Стойностите на LD_{50} са пресметнати при LSD = 95 %/ The values of LD_{50} at LSD = 95 % was calculated*

Гама-лъчите влияят отрицателно и върху фертилността на суданката, което е чувствителен и стабилен критерий за определяне мутагенното въз-

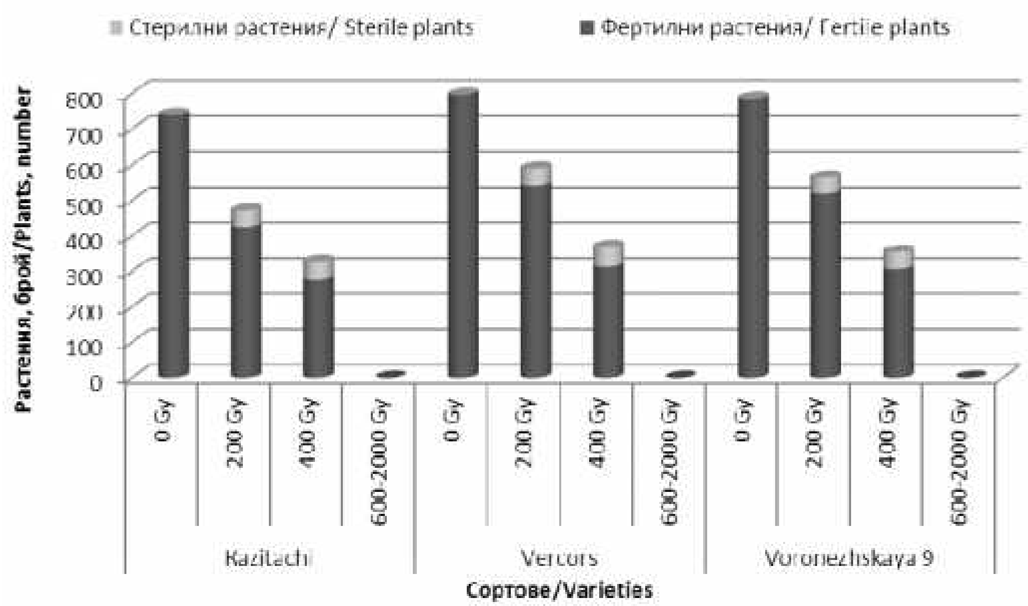
Gamma-rays also negatively affect the fertility of sudangrass, which is a sensitive and stable criterion for determining the mutagenic effect of действие на гама-лъчите (Таблица 2). При всички сортове се установява линейна зависимост „доза-ефект”, т. е. с увеличаване на дозите на облъчване доказано се увеличава и процентът на стерилните растения спрямо съответните контролни варианти (Фигура 1). Според този биологичен критерий, сортовете условно могат да се подредят в следния низходящ ред: най-чувствителен е сорт Kazitachi, с 15,83% стерилни растения, следван от Vercors – с 15,06%, а относително по-устойчив на облъчване е Воронежская 9 с 13,50% стерилност. При диплоидните видове, каквато е суданката по-високите дози гама-лъчи водят до значително понижение на фертилността, което е от съществено значение при оптимизиране на експерименталните дози за работа и определяне обема на M_1 поколение (Parry, 2009).

gamma-rays (Table 2). In all varieties, a „dose-effect“ linear relationship is established, i.e., with increasing doses of irradiation, the percentage of sterile plants has been shown to increase relative to the respective control variants (Figure 2). According to this biological criterion, the varieties can be ranked in the following order: Kazitachi with 15.83% sterility, followed by Vercors with 15.06% and relatively more resistant to irradiation is Voronezhskaya 9 with 13.50% sterility.

In diploid species such as sudangrass, higher doses of gamma-rays lead to a significant decrease in fertility, which is essential in optimizing experimental doses for work and determining the volume of M_1 generation (Parry et al., 2009).

Таблица 2. Влияние на различни дози гама-лъчи върху стерилността при сортове суданка в първо мутантно поколение (M_1)
Table 2. Influence of different doses of γ-rays on sterility in sudangrass in the M_1 generation

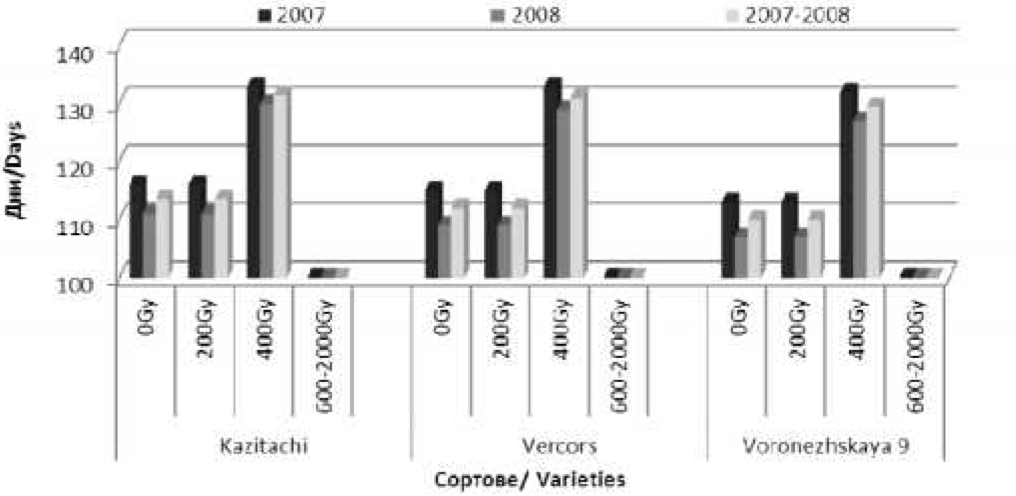
Сортове/ Varieties	Дози на облъчване, Gy Doses of irradiation, Gy	Parameters/ Показатели		
		Растения в края на вегетацията, Брой Plants at the end of vegetation, number	Стерилност, % Sterility, %	Fφ
Kazitachi	0	739	0	
	200	471	8,39	5,87
	400	327	15,83	10,06
	600-2000	0	-	-
Vercors	0	796		
	200	589	12,06	9,29
	400	368	15,06	10,10
	600-2000	0	-	-
Voronezhskaya 9	0	785		
	200	564	8,03	5,96
	400	354	13,50	8,84
	600-2000	0	-	-



Фиг. 1. Количествени съотношения между фертилни и стерилни растения при суданка в зависимост от мутагенното въздействие на гама-лъчите
Fig. 1. Quantitative ratio between fertile and sterile plants in Sudangrass depending on the mutagenic effect of gamma-rays

При трите изпитвани сорта с повишаване дозите на облъчване над 200 Gy се наблюдава тенденция за удължаване на вегетационния период от 17 до 20 дни. Очевидно, облъчването на семената с гама-лъчи влияе отрицателно върху растежа и развитието на растенията, вследствие на което се наблюдава забавяне в настъпването на фенофазите през онтогенезата, а оттам и удължаване на вегетационния период (Фигура 2).

In the three tested varieties with an increase in radiation doses above 200 Gy, there was a tendency to prolong the vegetation period of 17 to 20 days. Obviously, irradiation of gamma-rays has a negative effect on plant growth and development, resulting in a delay in the onset of phenophases through ontogenesis, and hence prolongation of the vegetation period (Figure 2).



Фиг. 2. Вегетационен период при сортове суданка в първо мутантно поколение (М1) в зависимост от дозата на облъчване по години и средно за периода

Fig. 2. Vegetation period in sudangrass varieties in first mutant generation (M_1) depending on the irradiation dose by year and average for the period

Гама-лъчите влияят и върху нарастването на централното стъбло (Табица 3). С повишаване дозата на облъчване се установява тенденция на намаляване дължината на централното стъбло със слаби генотипни различия при сортовете суданка. Най-силно е потиснато нарастването в началните етапи от развитието на културата от ВВСН-13 до ВВСН-47, където разликите са статистически доказани. Следователно, облъчването с гама-лъчи влияе отрицателно на генеративното развитие на растенията. В края на вегетацията разликите във височината на централното стъбло са незначителни и статистически недоказано намалени при 200 Gy. При най-високата доза (400 Gy) разликите са статистически доказано намалени, въпреки изразените компенсационни процеси по отношение на нарастването.

Gamma rays also affect the growth of the central stem (Table 3). Increasing the dose of radiation has shown a tendency to reduce the length of the central stem with weak genotypic differences in the varieties of sudangrass. Growth in the early stages of culture development from BBCH-13 to BBCH-47 is most strongly suppressed, and differences are statistically proven. Therefore, gamma-irradiation has a negative effect on the generative development of the plants. At the end of the vegetation the differences in the height of the central stem are negligible and statistically unproven reduced at 200 Gy. At the highest dose (400 Gy), the differences were statistically proven to be reduced, despite the significant growth-related compensation processes.

Таблица 3. Влияние на различни дози гама-лъчи върху височината на централното стъбло при суданка в първо мутантно поколение (M_1)
Table 3. Influence of different doses of gamma-rays on height of the central stem in sudangrass in the first mutant generation (M1)

Сортове/ Varieties	Gy	Височина на растенията/ Plant height					
		BBCH13	BBCH15	BBCH17	BBCH43-49	BBCH55-65	BBCH89
Kazitachi	Control	8,67d	18,65d	91.50c	138.85c	185.25b	216.83b
	200	7,53c	16,64c	80.58b	132.20b	178.53b	208.38a
	400	4,28b	7,82b	36.30a	102.38a	167.60a	201.18a
	600	1,36a	2,35a	-	-	-	-
	800	1.02a	-	-	-	-	-
	1000-2000	-	-	-	-	-	-
Vercors	Control	8.84c	19.91d	91.50a	132.90c	183.53b	205.60b
	200	9.19c	16.70c	80.58c	124.28b	183.63b	208.00b
	400	4.73b	7.59b	40.95b	95.18a	161.40a	184.35a
	600	1.14a	2.99a	5.80a	-	-	-
	800	0.62a	-	-	-	-	-
	1000-2000	-	-	-	-	-	-
Voronezh-skaya 9	Control	11.02c	22.04d	86.30b	141.65c	205.38b	224.45b
	200	10.61c	17.51c	79.75b	135.05b	178.28a	220.13b
	400	5.22b	9.86b	51.18a	110.35a	173.98a	201.90a
	600	1.69a	3.32a	-	-	-	-
	800	1.16a	-	-	-	-	-
	1000-2000	-	-	-	-	-	-

a, b, c, d, e - статистически доказани разлики при P=0.01 / a, b, c, d, e - statistically proven differences at P=0.01

Анализирайки получените резултати по отношение на понижената полска кълняемост и преживяемост може да се обобщи, че са по-чувствителни критерии за оценка на радиочуствителността при суданката. С оглед повишаване на честотата на мутациите в следващото поколение е важно оптимизиране дозата на облъчване (Parry, 2009).

Analyzing the results obtained with regard to reduced field germination and survival can be summarized as being a more sensitive criterion for assessing the sensitivity of the sudangrass. In order to increase the frequency of mutations in the next generation, it is important to optimize the dose of radiation (Parry, 2009).

ИЗВОДИ

Биологичният ефект на гама-лъчите в диапазона 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 и 2000 Gy при 3 сорта суданка в първо мутантно поколение (M1) поколение се изразява в доказано намаляване броя на поникналите, фертилните и преживелите растения при полски условия.

Преживяемостта при полски условия намалява с увеличаване дозата на гама-лъчите и продължителността на вегетационния период. Най-силна радиочувствителност по този показател показва сорт Kazitachi (LD50=316,2 Gy),

CONCLUSIONS

The biological effect of gamma-rays in the range 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 and 2000 Gy in the first mutant generation (M_1) in three varieties sudangrass is expressed in a proven reduction in the number of emerging, fertile and surviving plants under field conditions.

It was found that survival decreases as the gamma-rays increase and the duration of the vegetation period in field conditions. The highest radiosensitivity by this indicator shows the Kazitachi variety (LD50=316.2 Gy), followed by следван от Воронежская 9 (LD50=333,2 Gy) и Vercors (LD50=339,8 Gy).

Дози на гама-лъчи над 400 Gy предизвикват пълна леталност при всички сортове суданка. Диапазоните от стойности на LD50, определени за различните сортове, могат да бъдат полезни при избора на оптимални дози на облъчване на сухи семена за целите на експерименталния мутагенезис при суданката.

Voronezhskaya 9 (LD50=333.2 Gy) and Vercors (LD50=339.8 Gy).

Doses above 400 Gy cause complete lethality in all varieties. These ranges of LD50 values determined for the different varieties may be useful in selecting optimal doses of irradiation of dry seeds for the purposes of experimental mutagenesis in sudangrass.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ahloowalia, B.S., M. Maluszynski and K. Nichterlein**, 2004. Global Impact of Mutation Derived Varieties. *Euphytica*, 135, 187-204.
2. **Alvarez-Holguin, A. R. Corrales-Lerma, C. R. Morales-Nieto, C. H. Avendaño-Arrazate and A. F. Villarreal-Guerrero**, 2017. Optimal Dose of Gamma Irradiation with 60 Co for Mutagenesis Induction in Grasses. *Nova scientia* [online]. 9 (19), 65-82.
3. Anonymous, 2002. Wheat Area, Yield and Production. World Agricultural Production. United States, Deptt. of Agric., Foreign Agricultural Sources Circular Series, WAP01-02.
4. **Bado, S., B. P. Forster, S. Nielen, A. Ghanim, P. J. L. Lagoda, B. J. Till, and M. Laimer**, 2015. Plant Mutation Breeding: Current Progress and Future Assessment. *Plant Breeding Reviews*, 39, 23-88.
5. **Chopra, V.**, 2005. Mutagenesis: Investigating the Process and Processing the Outcome for Crop Improvement. *Current science*, 89 (2), 353-359.
6. **Dechev, I., Z. Tzoukov, B. Gramatikov, D. Tanchev and S. Ivanov**, 1987. Technology for Growing of Sorghum for Grain and Silage. National Agro - Industrial Union. Sofia (Bg).
7. **Gaur, A. K., I. Singh, S. Singh and K. S. Reddy**, 2018. Studies on Effects of Gamma Ray Doses on Germination in Pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh] Under Laboratory and Field Conditions, *International Journal of Chemical Studies*, 6 (4), 1975-1977.
8. **Golubinova, I. and Pl. Marinov-Serafimov**, 2015. Radiosensitivity in Sudangrass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). II In Greenhouse Condition. In: Proceedings of the Union of Scientists - Ruse, Book 3 Agrarian & Veterinary Sciences, Vol. 7, 181-187 (Bg).
9. **Golovin, V. P. and S. K. Kirillenko**, 1989. Mutant Lines in Sudan Grass. Selektsiya i semenovodstvo, 2, 24 (Ru).
10. **Hamilton, M. A., R.C. Russo and R.V. Thurston**, 1978. Trimmed Spearman-Karber Method for Estimating Median Lethal Concentrations in Toxicity Bioassays, *Environ. Sci. Technol*., 12(4), 714-719.
11. **Harding, S. S., S. D. Johnson, D. R. Taylor, C. A. Dixon and M. Y. Turay**, 2012. Effect of Gamma Rays on Seed Germination, Seedling Height, Survival Percentage and Tiller Production in Some Rice Varieties Cultivated in Sierra Leone, *American Journal of Experimental Agriculture*, 2 (2), 247-255.
12. **Kirillenko, S**. **K. and V. P. Golovin**, 1987. Influence of Ionizing Radiations and Chemical Mutagens on the Variability of Morphological and Economically Valuable Characters in Sudan Grass Varieties. Dokl. VASHNIL, 10, 26-28 (Ru).

13. **Kostina, G. I., S. V. Kudanov and E. V. Morozov**, 1995. Breeding Fodder Sorghum. Kukuruza i Sorgo, 2, 17-18. (Ru)
14. **Kostina, G. I.**, 2000. Breeding of Sorghum Crops with the Use of Experimental Mutagenesis in Arid Povolzhe. Author's abstract, Thesis of the Dr. of Agricultural Sciences, Saratov (Ru).
15. **Krishna, G.K., Shivashankar, G. and J. Nath**, 1983. Mutagenic Response of Rhodes Grass to Gamma Rays. Studies on Second (M2) Generation Parameters. *Eupthytica*, 517-523.
16. **Lazányi, J.**, 1987. .Improved Growing-rack Method for Small-seeded Cereals to Determine the Effects of Mutagenic Seed Treatments. *International Agrophysics.* 3 (4), 283-289. (Ru)
17. **Majeed A., A. Khan, H. Ahmad and Z. Muhammad**, 2010. Gamma Irradiation Effect on Some Growth Parameters of *Lepidium sativum* L. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 5 (1), 39-42.
18. **Maluszynski, M.**, 2001. Officially released mutant varieties – the FAO/IAEA database. *Plant cell, tissue and organ culture*, 65, 175-177.
19. **Mba, C., R. Afza, and Q. Y. Shu**, 2012. Mutagenic Radiations: X-Rays, Ionizing Particles, and Ultraviolet. In: Shu, Q.Y., Forster, B.P. and Nakagawa, H., Eds., Plant Mutation Breeding and Biotechnology, Joint FAO/IAEA Division of nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency, Vienna, pp. 83-90.
20. **Meier, U.**, 2001. Growth Stages of Mono and Dicotyledonous Plants. BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Bonn.
21. **Parry, M. A., J. Madgwick, J. Pippa, C. Bayon, K. Tearall, A. Hernandez-Lopez, M. Baudo, M. Rakszegi, W. Hamada, A. Al-Yassin, H. Ouabbou, M. Labhilili and A. Phillips**, 2009. Mutation Discovery for Crop Improvement. *Journal of Experimental Botany,* 60 (10), 2817-2825.
22. **Pathirana, R. and S. Subasinghe**, 1993. Response of Two Sesame Cultivars to Seed Irradiation with Gamma Rays. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 21 (3), 183-188.
23. **Plohinsky, N. A.**, 1967. Algorithms of the Biometry. Moscow: Moscow State University, pp. 74-78 (Ru).
24. **Preobrazhenskaya, E.**, 1971. Radiostabiliy of Seeds. Atomizdat, Moscow, pp. 456 (Ru).
25. **Shanin, J.**, 1977. Methodology of the Field Experiment. Publication of BAS, Sofia, pp. 384, 176-181 (Bg).
26. **Tabosa, J., W. Colaco, O. Reis, J. Simplicio and F. Dias**, 2007. Sorghum Genotypes Tolerant to Soil Salinity – Progenies Developed Under Gamma Rays Doses. *Journal of SAT Agricultural Research,* 5(1), 1-5.
27. **Zhi, Z.S., W. H. Gao and E. H. Zhang**, 1999. The Effect of γ-ray Radiation on *Sorghum sudanense*. *Inn Mong Pratac*, 2, 36-38.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (3), 115-122
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Синтетична популация 1/2017 – нов изходен материал за селекция при царевицата. Фенотипно описание

Наталия Петровска*, Валентина Вълкова

Институт по царевицата, 5835 Кнежа, България

Synthetic Population 1/2017 – New Starting Material for Maize Selection. Phenotypic description

Nataliya Petrovska*, Valentina Valkova

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

Original scientific paper

Received: 09.05.2019 *Accepted:* 17.06.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

През 2017 г. в Институт по царевицата - Кнежа е създадена нова синтетична популация "1/2017" която обединява 16 самоопрашени линии от работната колекция на Института. Линиите произхождат от местни популации (Зъбовиден и Твърд зъбовиден), с висока адаптивна способност и такива, получени в резултат на експериментален мутагенезис в хибриди с доказани качества. Подборът им е извършен след анализ на комбинативната способност, оценена на два тестера от различни генетични групи. Линиите проявили висока обща комбинативна способност са преопрашени в изолационнно поле, с равен брой семена за получаване на синтетичната популация. През 2018 г. синтетикът е включен в програма на периодичен отбор за повишаване на комбинативната му способност. Започната е подобрителна селекция с две линии - PAU 1617 и B 113. Получени са необходимия брой кръстоски и съответните самоопраше-

SUMMARY

In 2017 at Maize Research Institute (MRI) - town of Knezha was generated new synthetic population “1/2017” that unites 16 self-bred lines from the Institute’s work collection. Lines originate from local populations (dent and hard dent) with high adaptive abilities and such ones that were established as a result of experimental mutagenesis in hybrids with proven qualities. They were selected after analysis of selective ability estimated in three testers belonging to different genetic groups. In an isolation field the lines demonstrating a high total combinative ability were re-bred with equal seed number to establish the synthetic population. In 2018 this synthetic was included in a program for periodical selection in order to increase its combinative ability. An improvement selection with two lines - PAU 1617 and B 113 began. The necessary number of breedings’ and their respective self-bred ears were achieved. The hybrids are to be tested in Preliminary Varietal Experiments

ни кочани. Предстои изпитването на хибридите в ПСО и формиране на подобрена синтетична популация.

Целта на проучването е създаване и подобряване на нов изходен материал за селекция на царевица. След провеждане на пеиодичния отбор в синтетика, от него ще бъдат излъчени перспективни линии и създадени високодобивни, адаптивно ценни хибриди царевица.

Ключови думи: синтетична популация царевица, самоопрашени линии царевица, комбинативна способност, периодичен отбор

(PVE) and an improved synthetic population should be formed.

The aim of this research is to establish and improve a new starting material for maize selection. After the execution of periodic selection with this synthetic, perspective lines will be produced from it and then will be created high-yield, adaptively valuable maize hybrids.

Key words: synthetic maize population, self-bred maize lines, combinative ability, periodical selection

УВОД

Съвременното зърнопроизводство изисква високопродуктивни хибриди царевица, устойчиви на биотичен и абиотичен стрес (Carena, 2011). Успешни програми по създаването на такива хибриди в голяма степен зависят от изходния материал като база за ефективна работа, вариабилността му и направлението, в което е създаден. Повишаването на дела на желаните гени в изходния матриал пряко повишава и ефективността на селекционния процес, защото по този начин се улеснява получаване на генотипове с желани качества (Mustyatsa, 2009; Suprunov and Chuprina, 2010; Hallauer and Carena, 2012*;* Suprunov et al., 2013).

Предвид относително малкият брой линии, с които се работи в световен мащаб и нарастващата заплаха от генетична ерозия при царевицата, нараства значението на работата по разширяване на генофонда, чрез създаване и подобряване на нов изходен материал, което е дълъг процес. В същото време практиката изисква от селекцията бързи резултати и комерсиални хибриди за непосредствена употреба. Това поставя въпросът за необходимостта от приложение освен на традиционните методи на селекция и на рядко използвани, но ефективни програми и техни модификации. Един

INTRODUCTION

Contemporary seed production requires high-yield maize hybrids that are resistant to biotic and abiotic stress (Carena, 2011). Successful programs for generating such hybrids depend to a great extend on the starting material as a basis for effective work, for its variability and direction for its production.

The increase of desired genes in starting material increases directly the effectiveness of selection process as well because thus the production of genotypes with desired qualities is facilitated (Mustyatsa, 2009; Suprunov, Chuprina, 2010; Hallauer and Carena, 2012; Suprunov et al., 2013).

Taking in consideration the relatively small number of lines that are used worldwide and the growing danger of genetic erosion in maize, the work for gene pool extension becomes more important. This is done by production and improvement of new starting material and appears to be a long process. In the same time practice demands fast results from selection and commercial hybrids for immediate application. This poses the question of necessity to apply not only the traditional selection methods and but also some rare and effective programs and their modifications. One of these is the от тях е периодичният отбор, който максимално изполвза генетичните механизми в целият им спектър и в чиято ефективност днес няма съмнение (Novoselov, 2008).

Синтетичните популации, предварително създадени в необходимото направление на селекция са динамично депо на зародишна плазма и концентрация на благоприятни гени, което позволява дългосрочна и ефективна подобрителна работа.

Целта на нашето проучване е създаване и получаване на нов изходен материал за селекция при царевицата.

periodic selection that applies to the maximum the genetic mechanisms in their full specter and whose effectiveness is not doubted today (Novoselov, 2008).

Synthetic populations previously generated in the needed direction of selection are dynamic depot of germ plasma and favourable genes' concentration and this allows long-term and effective improvement work.

The aim of this research is to establish and produce a new starting material for maize selection.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За целите на проучването са използвани 16 средно късни и късни самоопрашени линии царевица, произлезли от класическа селекция в местни популации царевица (Зъбовиден и Твърд зъбовиден синтетик) и линии, излъчени в резултат на експериментален мутагенезис в хетерозиготен материал, с доказани качества. През 2017 г. в изолационно поле на ИЦ-Кнежа, линиите са преопрашени с равен брой семена за получаване на синтетичната популация на широка генетична основа. Приложен е масов отбор в синтетика.

Проучването на фенотипните особености, морфологичната и биологичната характеристика на синтетика е базирано на извършените фенологични наблюдения във фазите: „поникване", „изметляване", „цъфтеж на кочана" и „узряване".

През 2018 г. новосъздадения синтетик е включен в програма на периодичен отбор (Hull, 1945) с две комбинативно ценни самоопрашени линии – PAU 1617 и B 113 като рекурентни родители с цел подобряване на комбинативната спосоност на популацията. В селекционното поле за засяти по 2000 растения от синтетичната популация и срещуположно на тях по 1000 растения от лините подобрители. В резултат на

MATERIAL AND METHODS

For the research target were used 16 medium late and late self-bred maize lines received after classic selection in local maize populations (Dent and Hard dent synthetic) and lines that were established as a result of experimental mutagenesis in heterozygous material with proven qualities. In 2017 in an isolation field of MRI - town of Knezha these lines were re-bred with equal seed number to achieve synthetic population on broad gene basis. In the synthetic was applied massive selection.

The study of synthetic's phenotypic features, its morphologic and biologic character is based on the executed phenologic observations in the following stages: "germination", "tasseling", "ear flowering" and "ripening".

In 2018 this newly established synthetic was included in a program for periodic selection (Hull, 1945) with two combinatively valuable self-bred lines - PAU 1617 and B 113 as recurrent parents; the target was to improve the population's combinative ability. In the selection field were seeded 2000 plants from the synthetic population and opposite them - 1000 plants from each line-improver. As a result of the breeding извършените кръстоски между тях, под изолатор са получени 300 експериментални хибрида – 162 с линия PAU 1617 и 138 с B 113. Получени са съответните самоопрашени кочани в синтетика.

Експерименталните хибриди ще бъдат изпитани в ПСО през 2019 г., след което ще се изберат най-добрите потомства за продължители и формиране на подобрена популация за провеждане на следващ цикъл на отбор.

between them, under isolator were produced 300 experimental hybrids – 162 with line PAU 1617 and 138 with line B 113. In the synthetic were produced respective self-bred ears.

In 2019 these experimental hybrids will be tested in PSO and then the best seeds will be selected as improvers. They will form the improved population for next selection cycle.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Селекцията на царевицата изисква постоянно разширяване на генофонда със самоопрашени линии, синтетични популации, местни и интродуцирани форми, притежаващи ценни стопански признаци. Включването им в селекционни програми на хетерозисната селекция гарантира получаване на високопродуктивни хибриди в различни групи на зрялост и направления на използване (Sotchenko et al, 2016). Потенциалът на местни популации царевица е проучван от редица автори, но не се използва пълноценно (Sevov and Sevov., 2011; Pencheva and Vulchinkov, 2013; Pencheva, 2017/

Синтетик „1/2017“ (Фигура 1) е създаден на широка генетична основа и обединява 16 стабилизирани самоопрашени линии, получени по класически метод на селекция в местни форми и химичен мутагенезис в хетерозиготен материал. Линиите, включени в синтетика са тестирани на два тестера за анализ на комбинативната им способност (Valkova, 2005). Проявилите висока обща комбинативна способност и отговарящи на направлението на създаване на синтетика са обединени с равен брой семена и преопрашени в изолационно поле.

RESULTS AND DISCUSSION

Maize selection requires constant extension of the gene pool with self-bred lines, synthetic populations, local and introduced forms that possess valuable economic characteristics. When included in selection programs of heterosis selection they guarantee the production of high-yield hybrids from different maturity groups and ways for application (Sotchenko et al., 2016). Several authors surveyed the potential of local maize populations but it has not been completely exploited (Sevov and Sevov, 2011; Pencheva and Vulchinkov, 2013; Pencheva, 2017).

Synthetic “1/2017” (Figure 1) is generated on a broad genetic basis and it unites 16 stabilized, self-bred lines received after application of classic selection methods in local forms and chemical mutagenesis in heterozygous material. The lines included in this synthetic were tested with three testers to analyze their combinative ability (Valkova, 2005). The ones demonstrating high general combinative ability and complying with the direction for synthetic production were combined with equal number of seeds and then were re-bred in an isolation field.

Фиг. 1. Синтетик „1/2017“
Fig.1. Syntetic „1/2017“

Синтетикът е проучен и описан, след оценка „per se“. Направени са биометрични измервания на 30 нормално развити растения по признаците: „височина на растение”, „височина до метлицата”, „брой надземни възли”, „дължина и ширина на прикочанния лист” и „брой странични разклонения на метлицата”. Във фаза пълна зрялост на 50 кочана от средната проба са измерени показателите: „дължина на кочана”, „брой редове в кочана”, „дължина на зърното”, „хектолитрова маса”, „маса на 1000 зърна”, „рандеман“ и „добив зърно”. За контролен вариант (стандарт) в сравнителния анализ е използван хибрид Кнежа М 625 (група по ФАО над 600). Направеното описание на синтетика и комплексната оценка на показателите му е предпоставка за по-ефективното му използване в конкретни селекционни програми и сравнителна оценка след провеждането на подобрителната работа в него.

Синтетикът е късен, група по ФАО над 600. Периодът от поникване до физиологична зрялост е 130 дни. Изсвилява едновременно със стандарта за групата – Кнежа М 625. Средния

The synthetic was studied and described after a “per se” estimation. Biometric measurements of 30 normally grown plants have been done for the following features: “plant height”, “height to panicle”, “number of above ground nods”, “length and width of ear leaf”, “number of panicle lateral branches”. In full maturity stage, 50 ears from the average sample were measured for the following indices: “ear length”, “number of ear rows”, “grain length”, “hectoliter weight”, “1000 grain weight”, “yield” and “grain yield”.

In the comparative analysis hybrid Knezha M 625 (group pursuant FAO above 600) was used as control variant (standard). The executed description of this synthetic and the complex estimation of its indices give ground for its more effective application in particular selection programs and for a comparative estimation once the improvement work with it ends.

This synthetic is late, group pursuant FAO above 600. The period from germination to physiological maturity is 130 days. It develops floss at the same time as the group’s standard – Knezha M добив е сравнително висок – 492 kg/da, при влага в зърното17.6%. Растенията са високи, двукочанни, а основния кочан е заложен на 80-95 cm. Синтетикът е устойчив на полягане и пречупване. Растенията имат широка петура на прикочанния лист – 12.8-12.9 mm. Кочаните са слабоконични и цилиндрични, дълги средно 22-24 cm, с малък брой редове – 12-14 и едро зърно. Вретеното е разнородно – бяло, червено и малък процент розово. Зърното е жълто, жълто-оранжево до оранжево червено, тип конски зъб. Метлицата има преобладаващо среден брой странични разклонения, малка част от растенията са с богата метлица. Масата на 1000 зърна от синтетичната популация е 290 g,а рандеманът е сравнително висок – 83,7 %. По протеин и мазнини превишава стандарта за групата, а за съдържание на скорбяла данните са противоречиви.

Всички признаци имат средно висок вариационен коефициент, а за признака „височна на растенията“ и „цвят на вретеното“ е отчетено вариране над 20 %. Високата вариабилност в синтетика позволява дългосрочна работа, без опасност от стесняване на генетичната му основа.

През 2018 г. синтетикът е включен в програма на периодичен отбор за повишаване на комбинативната му способност, излъчване на перспективни линии и създаване на високодобивни, адаптивно ценни хибриди царевица. Започната е подобрителна селекция с две самоопрашени линии - PAU 1617 и B 113. В резултат на извършените кръстоски между тях, под изолатор са получени 300 експериментални хибрида - 162 с линия PAU 1617 и 138 с B 113. Направени са съответните самоопрашвания в синтетичната популация.

Предстои изпитването на хибридите в предварителни сортови опити, оценка и анализ на резултатите за формиране на подобрена синтетична популация.

625. The average yield is comparatively high - 492 kg/da with grain moisture content of 17.6%. The plant are high, with two cobs, the main cob is at 80-95 cm. This synthetic is resistant to lodging and bending. Plants have wide leaf blade of the cob leaf – 12.8-12.9 mm. Cobs are slightly conical and cylindrical with average length of 22-24 cm with small number of rows – 12-14 with big grain. Spindle is heterogenous – white, red and small percentage rose-coloured. Grain colour is yellow, yellow-orange to orange-red, its type is horse dents. Panicle is with prevailing average number of lateral branches and small number of plants are with multiple panicle. Synthetic population has 1000 grains weight of 290 g, the yield is comparatively high – 83.7%. Its protein and fat content is higher than the group standard, while the data for its starch content are contradictory.

All characteristics are with averagely high variation coefficient; for the characteristics “plant’s height” and “spindle colour” variation ranked more than 20%. The high variability in this synthetic allows long-term work without any danger its genetic basis to be limited.

In 2018 this synthetic was included in a periodic selection program to increase its combinative ability, to generate new perspective lines and to produce high-yielded, adaptively valuable maize hybrids. Improvement selection with two self-bred lines - PAU 1617 and B 113 started. As a result of the breeding between them, under isolator were produced 300 experimental hybrids – 162 with line PAU 1617 and 138 with line B 113. Respective self-breedings were done in synthetic population.

The hybrids are to be tested in preliminary varietal trials, evaluation and analysis of results to form improved synthetic population.

ИЗВОДИ

Създадена е синтетична популация царевица „1/2017“ в късната група на зрялост, ФАО над 600, с което се обогатява колекцията на Институт по царевицата - Кнежа с нов изходен материал.

Използвани са 16 комбинативно ценни линии за формиране на популацията, което гарантира налична вариабилност за продължителен скрининг и отбор.

Синтетикът е включен в подобрителна програма с избрани рекурентни родители - PAU 1617 и B 113, с което да се постигне прогрес в комбинативната способност на излъчените от него линии.

CONCLUSIONS

Synthetic maize population “1/2017” was established in the late maturity group, FAO above 600, and thus the collection of MRI - town of Knezha was broadened with new starting material.

To form this population were used 16 combinatively valuable lines which guarantees variability presence for sustained screening and selection.

The synthetic was included in an improvement program with selected recurrent parents - PAU 1617 and B 113 in order to achieve progress in combinative ability of the lines produced by it.

БЛАГОДАРНОСТИ

Синтетикът и подобрителната работа в него са включени в Националната научна програма (ННП) „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“ на Министерството на Образованието и Науката (МОН) - https://www.mon.bg/bg/58

ACKNOWLEDGEMENTS

This synthetic and the improvement work with it are being included in National Scientific Program (NSP) “Healthy Food for Strong Bio-economics and Life Quality” of Ministry of Education and Science(MES) - https://www.mon.bg/bg/58

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Carena, M. J.**, 2011. Germplasm Enhancement for Adaptation to Climate Changes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, S1: 56-65.
2. **Hallauer, A. L. and M. J. Carena**, 2012. Recurrent Selection Methods to Improve Germplasm in Maize. *Maydica*, 57 (4), 266-283.
3. **Mustits, S. I.**, 2009. Creation of Maize Lines from Synthetics with a Narrow Genetic Basis, Genetics, Selection and Technology of Cultivation of Corn. Coll. Scientific papers, Krasnodar, pp. 50-54 (Ru).
4. **Novoselov, C. N.**, 2008. Recurrent Reciprocal Selection: Theoretical Foundations and Practical Use: on the Example of Sweet Corn. PhD Summary Thesis, Krasnodar (Ru).
5. **Pencheva, A.**, 2017. Evaluation of the Potential of Maize Local Populations for Biological and Economics Qualities. PhD Summary Thesis (Bg).
6. **Pencheva, A. and St. Vulchinkov**, 2017. A Breeding Value Assessment of Bulgarian Maize Local Varieties. In: Proceeding of International Conference ,,135 Years Agricultural Science in Sadovo and 40 Years Institute of Plant Genetic Resources – Sadovo”, pp. 185-193 (Bg).
7. **Sevov, A. and V. Sevov**, 2011. Using Maize (*Zea mays* L.) of Bulgarian Local Origin as a New Source of Breeding Material. In: Agrisafe final conference – climate change: challenges and opportunities in agriculture, Budapest, pp. 110-113.

8. **Sotchenko, Y. et al.**, 2016. The Source Material for Corn Breeding in Predgorny District of Stavropol Region, *Scientific and production magazine Maize and Sorghum*, № 4, 13-19 (Ru).
9. **Suprunov, A and M. A. Chuprina**, 2010. Periodic Selection in Maize Populations, Krasnodar, OOO Edvi (Ru).
10. **Suprunov, A. I., R. V. Laskin, S. N. Chistyakov and N. P. Sobolev,** 2013. The Creation of New Source Material for Selection of Early Lines of Maize. *Scientific and production magazine Maize and Sorghum*, № 2, 6-10 (Ru).
11. **Valkova, V.**, 2005. Valuation of the Combining Ability for Yield of Grain of Inbred Maize Lines. Scientific Works of Jubilee scientific conference "State of the art and problems of agricultural science and education", AU - Plovdiv, book 5, pp. 225-228 (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (3), 123-131 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Екологично отдалечено изпитване продуктивните възможности за фуражно зърно на новия високодобивен български хибрид царевица Кнежа 561 в условията на Р. Румъния и Р. Сърбия

Георги Йорданов

Институт по царевицата, 5835 Кнежа, България

Ecological Remote Testing the Productive Opportunities for Feed Grain of the New Yielding Bulgarian Hybrid Maize Kneja 561in the Conditions of the Republic of Romania and the Republic of Serbia

Georgi Yordanov

Maize Research Institute, 5835 Kneja, Bulgaria
E-mail: geo.i@dir.bg

Original scientific paper

Received: 16.04.2019 *Accepted:* 24.04.2019 *Published:* 05.09.2019

РЕЗЮМЕ

В статията се представят резултатите от екологично отдалечено изпитване на продуктивните възможности за фуражно зърно на новия високодобивен български хибрид царевица Кнежа 561 в условията на Р. Румъния и Р. Сърбия. В резултат от изследването се правят следните изводи:

Високодобивният български хибрид царевица Кнежа 561 изпитан в условията на Р. Румъния и Р. Сърбия за добив на фуражно зърно е превишил еднозначно използваните за стандарти хибриди царевица в тези страни.

Хибрид царевица Кнежа 561 е високо добивен хибрид, с влага на зърното при прибиране близка до стандартната и с висок перформанс индекс - Pi.

В резултат от екологично отдале-

SUMMARY

The article presents the results of ecological remote testing productive opportunities for feed grain of the new yielding Bulgarian hybrid maize Kneja 561 in the conditions of the Republic of Romania and Serbia. As a result of the study, the following conclusions are drawn:

The high-yielding Bulgarian hybrid maize Kneja 561 tested in the conditions of the Republic of Romania and Republic of Serbia for the production of forage grain has exceeded unambiguously the corn hybrids used for standards in these countries.

The hybrid Corn Kneja 561 is a high yielding hybrid, with moisture on the nipple while harvesting close to the standard and with high performances index - Pi.

As a result of the ecological remote

ченото изпитване на продуктивните възможности за фуражно зърно на новия високодобивен български хибрид царевица Кнежа 561 в условията на Р. Румъния и Р. Сърбия може да се направи научно обоснован извод, че той е конкурентно способен и високо добивен хибрид царевица, подходящ за износ на семена в тези страни. Хибрид царевица Кнежа 561 съчетава в най-добра степен висок добив на фуражно зърно с ниска влага на зърното.

Ключови думи: царевица, нов хибрид Кнежа 561, екологично изпитване, Румъния, Сърбия

УВОД

Селекцията и семепроизводството на нови, по-продуктивни сортове, е най-важният практически резултат от целенасочената, трудна и продължителна научно изследователска работа. И най-задълбочените изследвания на растенията, използването на различни нови научни методи и техники не биха имали особено значение, ако не водят до създаването на нови по-високо добивни, по-качествени и по-устойчиви сортове от досега съществуващите, ако не водят до реален селекционен прогрес (Russel, 1986; Hallauer et al., 1988).

За щастие у нас, в България, все още се създават нови високо продуктивни хибриди царевица, въпреки унизителното финансиране и отношение към науката у нас, и благодарение на себеотрицанието и патриотизма на повечето български учени (Vulchinkov et al., 2003; Genov and Genova, 2005; Yordanov, 2006, 2010, 2014; Glogova, 2010; Valkova and Petrovska, 2018 и др.).

За да се оценят реалните качества на всеки нов сорт, той трябва да бъде изпитван при възможно най-разнообразни еколого географски условия, и да бъдат сравнявани продуктивните му или други негови качества с най-добрите стандартни сортове използвани в тези райони. Неспазването на

testing of the productive opportunities for feed grain of the new yielding Bulgarian hybrid maize Kneja 561 under the conditions of the Republic of Romania and the Republic of Serbia, a scientifically justified conclusion can be drawn that it is competitively capable and High yielding hybrid maize suitable for exporting seeds in these countries. Hybrid maize Kneja 561 combines the best high yield of feed grain with low moisture of the grain.

Key words: maize, new hybrid Kneja 561, ecological testing, Romania, Serbia

INTRODUCTION

The selection and seed production of new, more productive varieties is the most important practical result of the purposeful, difficult and long-lasting scientific research on maize and other crops. And the most in-depth research on plants, the use of various new scientific methods and techniques would not be particularly relevant if they do not lead to the creation of new, higher yielding, better and more sustainable varieties than previously existing if they do not lead to real selection progress (Russel, 1986; Hallauer et al., 1988).

Fortunately, in Bulgaria, new highly productive corn hybrids are still being created, despite the humiliating funding and attitude towards science in Bulgaria, and thanks to the self-denial and patriotism of most Bulgarian scholars (Vulchinkov et al., 2003; Genov and Genova, 2005; Yordanov, 2006, 2010, 2014; Glogova, 2010; Valkova and Petrovska, 2018 and others).

In order to assess the real qualities of each new variety, it must be tested under the widest possible range of ecologically geographic conditions and compare its productive or other qualities to the best standard varieties used in those areas. Failure to comply with these basic rules leads to a misleading тези основни правила води до заблуждение в оценката на реалните качества на сорта. Рано или по-късно такъв сорт ще бъде отхвърлен от земеделските производители, които са най-точния и обективен критерий за качествата на дадения нов сорт.

Целта на това изследване бе да се оценят максимално обективно продуктивните качества за добив на фуражно зърно на новия високодобивен български хибрид царевица Кнежа 561, с помоща на екологично отдалечени рандомизирани сортови опити на територията на Р. Сърбия, Р. Румъния и Р България, като възможни дестинации за реализация на хибрида.

assessment of the true qualities of the variety. Sooner or later, such a variety will be rejected by farmers, which are the most accurate and objective criterion for the qualities of the new variety.

The aim of this study was to evaluate the most objectively productive qualities for the production of feed grain of the new Bulgarian high-yielding corn Kneja 561 hybrid, with the help of ecologically remote randomized variety experiments on the territory of R. Serbia, R. Romania and Bulgaria as possible hybrid hybrid destination.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Хибрид царевица Кнежа 561 е Средно късен хибрид царевица за зърно, група 500 по ФАО.Има Патентен сертификат регистрационен № 11132 Р2 от 12.12.2017г. Създаден е в Института по царевицата - Кнежа от доц. д-р Георги Йорданов по метода на двулинейната хибридизация между генетично отдалечени селекционни материали. Селекционният процес по създаване и начално изпитване на хибрида обхваща периода 2003-2012 г. През 2013г. хибрида е представен за изпитване за Биологични и стопански качества /БСК/ и Различимост, хомогенност и стабилност /РХС/ в държавната агенция на България – ИАСАС.

През 2015 г. от хибрид царевица Кнежа 561 бяха изпратени хибридни семена за изпитване при условия без напояване, в рандомизирани блокови опити в три повторения в Р. Сърбия и в Р. Румъния. Изследвания хибрид е сравняван с техни високо добивни стандарти царевица.

Изследвани са показателите добив на стандартно зърно от хектар, влага на зърното при реколтиране и перформанс индекс - Pi, като отношение на добива на зърно към влагата на зърното при прибиране.

MATERIAL AND METHODS

Hybrid corn Kneja 561 is a medium late grain maize hybrid, FAO group 500. There is a Patent Certificate No. 11132 P2 of 12.12.2017. It was created at the Maize Research Institute - Kneja by Assoc. Prof. Georgi Yordanov by the method of the two-loop hybridization between genetically remarkable selection materials.

The selection process for the establishment and initial testing of the hybrid covers the period 2003-2012. In 2013, the hybrid is presented for a test on Biological and Economic Characteristics (BIA) and Distinct, Homogeneity and Stability (RHS) in the State Agency of Bulgaria - IASAS.

In 2015 from Hybrid Kneja 561 maize were sent hybrid seeds for testing in randomized block trials in three replicates in R. Serbia and in Romania, and for comparison with their high yielding maize standards.

The yields of standard grain per hectare, grain moisture during harvesting and performance index - Pi were investigated as the ratio of grain yield to grain moisture during harvest.

Опитите са изведени по метод и технологии възприети за Р. Сърбия и Р. Румъния и резултатите от тези опити ни бяха предоставени в автентичен вид според техния начин на отчитане на получените резултати.

Едновременно с това изпитването на хибрида бе продължено и в ИАСАС и в Института по царевицата в Кнежа. По този начин бе осъществено екологично отдалечено изпитване на четири географски отдалечени пункта, което да осигури максимално обективно оценяване на продуктивните качества за добив на фуражно зърно на новия високодобивен български хибрид царевица Кнежа 561.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В резултат от изпитването на продуктивните възможности на хибрид царевица Кнежа 561 в Предварителни и Конкурсни сортови опити бе установено, че хибрида дава високи и устойчиви добиви на зърно превишаващи тези на повечето от използваните хибриди царевица за стандарти. Това ни даде основание да продължи понататъшното изпитването на хибрида на следващи, по- високи и екологично отдалечени нива на изпитване.За тази цел, от хибрид царевица Кнежа 561 бяха изпратени хибридни семена за изпитване в Р. Сърбия и в Р. Румъния, и за сравняване с техни високо добивни стандарти царевица. Опитите са извеждани при условия без напояване по възприетите технология за отглеждане на царевица в тези страни, в рандомизирани блокови опити в три повторения.

На Фигура 1 са представени кочани в стандартна технологична зрелост, пререз на кочана и зърно от кочана от новия високодобивен български хибрид царевица Кнежа 561. Както се вижда от фигурата, кочаните са добре оформени, озърнени до върха с тънка какалашка и висок рандеман на зърно – до 90% от теглото на кочана.

The experiments were performed using the method and technology adopted for the Republic of Serbia and the Republic of Romania and the results of these experiments were provided to us in an authentic manner according to their way of reporting the results obtained.

At the same time, the hybrid test was continued at IASAS and the Maize Reserch Institute - Kneja, Bulgaria. An ecologically remote test of Hybrid corn Kneja 561 was carried out at four geographic distant points to ensure the most objective evaluation of the productive qualities of the grain yield of the new high-yielding Bulgarian hybrid corn Kneja 561.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of the testing of the Kneja 561 corn hybrid production capabilities in Preliminary and Contest Variety Tests, it was found that the hybrid produced high and stable yields of grain exceeding those of most of the hybrid maize standards used.

This gave us reason to continue further testing the hybrid at further, higher and environmentally remote test levels. For this purpose hybrid hybrids Kneja 561 hybrids were sent for testing in R. Serbia and in Romania, and for comparison with their high yielding maize standards.

The trials were conducted under non-irrigation conditions on the accepted maize growing technology in these countries, in randomized block trials in three replicates.

Figure 1 shows the cobs in standard technological maturity, a cob and grain cut from the new high-yielding Bulgarian corn Kneja 561. As can be seen from the figure, the cobs are well shaped, garnished to the top with thin cocoa and high grain yield – up to 90% of cob weight.

Фиг. 1. Хибрид Кнежа 561 (патентен Сертификат Рег.№ 11132 Р2 от 12.12.2017г.*)*
Fig. 1. Hybrid Kneja 561 (Patent Certificate Reg.№ 11132 P2 from 12.12.2017)

На Таблица1 са представени резултатите от сравнително изпитване между българския хибрид царевица Кнежа 561 и високо продуктивни Румънски хибриди в условията на Фундуля, Р. Румъния през 2015г. /без напояване/. Както се вижда от таблицата, българският хибрид царевица Кнежа 561 се е представил много добре спрямо останалите други румънски хибриди използвани в опита. Със сре-

Table 1 presents the results of comparative testing between the Bulgarian corn hybrid Kneja 561 and highly productive Romanian hybrids under the conditions of Fundulia, Romania in 2015 /without irrigation/. As can be seen from the table, the Bulgarian Kneja 561 corn hybrid has performed very well against the other Romanian hybrids used in the experiment. With an average yield of 9422.0 kg/ha of standard ден добив стандартно зърно от 9422,0 kg/ha той убедително е превишил румънския стандарт царевица с 124,8%, а също и другите използвани в опита хибриди с различни, но също по-високи проценти от тях. Високият добив стандартно зърно получено от хибрида е съчетан и с ниска влага на зърното при прибиране - 16.1%, която е близка до стандартната влага на зърното за царевицата и тя е била с 2% по-ниска от тази на румънския хибрид - стандарт. Това съчетание на висок добив зърно с ниска влага на зърното е характерна за българския хибрид царевица Кнежа 561 и е особено ценена от земеделските производители. Най-добре тази зависимост се изразява с така наречения „перформанс индекс – Pi", който е представен в последната графа на таблицата. Както се вижда и по този индекс нашия хибрид е с най-висок показател спрямо останалите хибриди в опита.

В резултат от изпитването на продуктивните възможности на хибрид царевица Кнежа 561 в Р. Румъния можем научно обосновано да направим извода, че той е конкурентно способен и високо добивен хибрид царевица, подходящ за износ на семена в тази страна.

grain, it consistently exceeded Romanian corn standard by 124.8% and also the other hybrids used in the experiment with different but also higher percentages.

The high yield standard grain derived from the hybrid is also combined with a low moisture grain at harvest - 16.1%, which is close to the standard maize grain moisture and was 2% lower than that of the Romanian hybrid standard.

This combination of high yield grain with low grain moisture is characteristic of the Bulgarian corn Kneja 561 hybrid and is particularly appreciated by the farmers. This dependence is best expressed by the so-called "performance index - Pi", which is presented in the last column of the table. As we can see in this index, our hybrid is the highest indicator against other hybrids in the experience.

As a result of the testing of the Kneja 561 corn hybrid production capacity in the Republic of Romania, we can scientifically conclude that it is a competitive and high-yielding corn hybrid suitable for exporting the seeds in that country.

Таблица 1.Резултати от сравнително изпитване между българския хибрид царевица Кнежа 561 и високо продуктивни Румънски хибриди в условията на Фундуля, Р. Румъния през 2015 /без напояване/

Table 1. Results of a comparative test between the Bulgarian Kneja 561 maize hybrid and highly productive Romanian hybrids under the conditions of Fundulia, Romania in 2015 / without irrigation/

Наименование на Изпитваните хибриди Name of Test hybrids	**Добив зърно kg/ha 14% влага** Grain yield kg/ha 14% moisture	**% На добивите към стандарта** % The yields to the standard	**Влага на зърното при прибиране %** Grain moisture at harvest %	**± към влагата на стандарта %** ±to the humidity of the standard %	**Перформанс индекс Pi** Performance index Pi
Кнежа 561/Kneja 561	**9422,0**	**124,8**	**16,1**	**-2,0**	**5,8**
EX 563	9009,0	119,3	15.8	-2,3	5,7
NP 14-64	8528,0	113,0	16.2	-1,9	5,3
XML 14	7306,0	96,8	19.1	+1,0	3,8
EC 501	6649,0	88,0	17.6	-0,5	3,7
Olt – Стандарт/standard	***7549,0***	***100,0***	***18.1***	***0,0***	***4,2***

На Таблица 2 са представени резултатите от сравнително изпитване между българския хибрид царевица

Table 2 presents the results of a comparative test between the Bulgarian hybrid corn Kneja 561 and highly

Кнежа 561 и високо продуктивни Сръбски хибриди в условията на Земун поле - Белград, Р. Сърбия през 2015г. /без напояване/. Както се вижда от таблицата, българският хибрид царевица Кнежа 561 се е представил много добре спрямо останалите други сръбски хибриди използвани в опита. Със среден добив стандартно зърно от 11392.0 kg/ha той убедително е превишил добре известния сръбски стандарт царевица ZP 666 с 107.7%, а също и другите използвани в опита хибриди с различни, но също по-високи проценти от тях. Високия добив стандартно зърно получено от хибрида е съчетан и с ниска влага на зърното при прибиране - 15.9%, която е близка до стандартната влага на зърното за царевицата и тя е била с 2,8 % по-ниска от тази на сръб-ския хибрид - стандарт. Това съчетание на висок добив зърно с ниска влага на зърното е характерна за българският хибрид царевица Кнежа 561 и е особено ценена от земеделските производители. Най-добре тази зависимост се изразява с така наречения „перформанс индекс – Pi", който е представен в последната графа на таблицата. Както се вижда и по този индекс нашия хибрид е с най-висок показател спрямо останалите хибриди в опита.

productive Serbian hybrids in the conditions of Zemun Pole - Belgrade, R. Serbia in 2015 /without irrigation/. As can be seen from the table, the Bulgarian Kneja 561 corn hybrid has performed well with other Serbian hybrids used in the experiment.

With an average yield of 11392.0 kg/ha, it has convincingly exceeded the well-known Serbian standard ZP 666 maize with 107.7%, and the other well-known hybrids with different but also higher percentages. The high yield standard grain obtained from the hybrid is also combined with a low moisture grain at harvest - 15.9%, which is close to the standard maize grain moisture and it was 2.8% lower than that of the Serbian hybrid standard. This combination of high yield grain with low grain moisture is characteristic of the Bulgarian corn Kneja 561 hybrid and is particularly appreciated by the farmers. This dependence is best expressed by the so-called "performance index - Pi", which is presented in the last column of the table. As we can see in this index, our hybrid is the highest indicator against other hybrids in the experience.

Таблица 2. Резултати от сравнително изпитване между българския хибрид царевица Кнежа 561 и високо продуктивни Сръбски хибриди в условията на Земун поле – Белград, Р. Сърбия през 2015 /без напояване/
Table 2. Results of a comparative test between the Bulgarian Kneja 561 maize hybrid and highly productive Serbian hybrids in the conditions of Zemun Pole - Belgrade, R. Serbia in 2015 / without irrigation/

Наименование на Изпитваните хибриди Name of Test hybrids	**Добив зърно kg/ha 14% влага** Grain yield kg/ha 14% moisture	**% На добивите към стандарта** % The yields to the standard	**Влага на зърното при прибиране %** Grain moisture at harvest %	**±към влагата на стандарта %** ±to the humidity of the standard %	**Перформанс индекс Pi, % към Стандарта** Performance index Pi,% to standard
Кнежа 561/Kneja 561	**11392.0**	**107.7**	**15.9**	**-2,8**	**126.9**
NS 6030	9602.0	90.8	18.9	+0,2	89.8
B-15	9812.0	92.8	17.1	-1,6	101.3
NP 14-70	9703.0	91.7	16.9	-1,8	101.7
NP 14-64	9632.0	91.1	15.7	-3,0	108.6
ZP 666 –Стандарт standard	***10577.0***	***100,0***	***18.7***	***0,0***	***100.0***

В резултат от изпитването на продуктивните възможности на хибрид царевица Кнежа 561 в Р. Сърбия можем научно обосновано да направим извода, че той е конкурентно способен и високо добивен хибрид царевица, подходящ за износ на семена в тази страна.

As a result of the testing of the Kneja 561 corn hybrid production capacity in RS, we can scientifically concludethat it is a competitive and high-yielding hybrid of corn suitable for exporting seeds to that country.

ИЗВОДИ

Високодобивният български хибрид царевица Кнежа 561 изпитан в условията на Р. Румъния и Р. Сърбия за добив на фуражно зърно е превишил еднозначно използваните за стандарти хибриди царевица в тези страни.

Хибрид царевица Кнежа 561 е високо добивен хибрид, с влага на зърното при прибиране близка до стандартната и с висок перформанс индекс - Pi.

В резултат от екологично отдалеченото изпитване на продуктивните възможности за фуражно зърно на новия високодобивен български хибрид царевица Кнежа 561 в условията на Р. Румъния и Р. Сърбия може да се направи научно обоснован извод, че той е конкурентно способен и високо добивен хибрид царевица, подходящ за износ на семена в тези страни. Хибрид царевица Кнежа 561 съчетава в най-добра степен висок добив на фуражно зърно с ниска влага на зърното.

CONCLUSIONS

The high-yielding Bulgarian hybrid corn Kneja 561, tested in the conditions of R. Romania and R. Serbia for the production of forage grain, exceeded the unmistakably used hybrid maize hybrids in these countries.

Hybrid corn Kneja 561 is a high-yielding hybrid with grain moisture at harvest close to the standard and high performance index Pi.

As a result of the ecologically remote study of the productive possibilities for feed grain of the new high-yielding Bulgarian Kneja 561 corn hybrid in the conditions of Romania and R. Serbia, it can be scientifically concluded that it is a competitive and high yield hybrid corn suitable for the export of seeds to these countries.

Hybrid Kneja 561 corn combines the best grain yield with low grain moisture.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Genov, M. and I. Genova**, 2005. Kneja 683A - New Achievement of the Modern Bulgarian Selection in Corn. *Plant Science*, 4, 303-307 (Bg).
2. **Genova, I., M. Genov and N. Petrovska**, 2009. Kneja 435 - a New Hybrid from the Group of Medium-early Maize. *Plant Science*, 3, 4-6 (Bg).
3. **Glogova, L.**, 2010. Characterization of Hybrid Sugar 1. Agricultural University of Plovdiv. Scientific Works, LV (3), 163-168 (Bg).
4. **Hallauer, A. R., Wilbert A. Russell and K. R. Lamkey**, 1988. Corn Breeding Agronomy Monograph, Corn and Corn Improvement, 18:463-564 doi:10.2134/agronmonogr18.3ed.c8
5. **Russel, W.A.**, 1986. Contribution of Breeding to Maize Improvement in United States 1920s.-1980s. *Lowa States J.Res.*, 5-34.
6. **Valkova, V. and N. Petrovska**, 2018. Kneja 560 - A New Mid-late Maize Hybrid. *Agricultural Science and Technology*, 10 (3), 191-194.

7. **Vulchinkov, St., At. Popov, Pl. Petrov and P. Vulchinkova**, 2003. Corn Hybrid Kneja M 625. Collection of papers from scientific conference SU - St. Zagora 2003, vol. I, Part 2, pp. 70-73 (Bg).
8. **Yordanov, G.**, 2010. Kneja 2 su - new Bulgarian Hybrid Sugar Corn. Plant *Science*, 47 (6), 512-514 (Bg).
9. **Yordanov, G.**, 2006. Kneja 703wx New Corn Hybrid with Modified Grain Endosperm. *Plant Science*, 43 (3), 228-230 (Bg).
10. **Yordanov, G.**, 2014. Sugar Corn - Kneja 3 su - New Bulgarian Hybrid for Humanitarian Food Purposes. Collection - Jubilee Scientific Conversation "90 Years Institute of Corn - Selective Genetic and Technological Innovations in Cultivation of Cultural Plants" September 10-11 2014, SAA-Sofia, pp. 65-71 (Bg).