Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (2), 75-84 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на гъстотата на посева и торенето върху добива на енергия на хибриди Кн-517 и Кн-613

Люба Глогова*, Монко Нанков, Пенка Вълчинкова

Институт по царевицата, 5835 Кнежа, България

Influence of seed density and fertilization on energy yield of hybrids Kn-517 and Kn-613

Luba Glogova*, Monko Nankov, Penka Vulchinkova

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

Received: 13.04.2018 *Accepted:* 12.07.2018 *Published:* 24.08.2018

РЕЗЮМЕ

Проучването е направено през периода 2014-2016 г. в опитното поле на Институт по царевицата-Кнежа. Обект на изследване са хибридите: Кн-517 от група 500-600 по ФАО и гъстота 5500-6000 р/da и Кн-613 от група над 600 по ФАО и гъстота 5200-5700 р/da.

Царевицата е отглеждана при контролен вариант без торене (T_0) и две нива на торене: $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1) и $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2). Приложена е възприетата за района агротехника.

За хибрид Кн-517 и гъстота 5500 р/da и при двете нива на торене T_1 и T_2, добивът на енергия се увеличава с 26%. За гъстота 6000 р/da, това увеличение е 30% за торене с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ и 27% – за $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$.

При хибрид Кн-613 и гъстота 5200 р/da, разликата в добива на енергия спрямо контролата (T_0), е 33% за единичната доза тор (T_1) и 31% за удвоената (T_2). За гъстота 5700 р/da, ефектът от торенето е 34% и 31%, съответно за варианти T_1 и T_2.

За хибрид Кн-517 и гъстота 5500

SUMMARY

The study was conducted in the period 2014-2016 in the experimental field of the Institute of Maize - Knezha. The subject of the study are the hybrids: Kn-517 group 500-600 per FAO and density 5500-6000 p/da and Kn-613 group over 600 per FAO and density 5200-5700 p/da.

The maize was grown in a control variant without fertilization (T_0) and two fertilizing levels: $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1) and $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2). The agrotechnics adopted for the region was applied.

For hybrid Kn-517 and density 5500 p/da and at both fertilization levels T_1 and T_2 yields increased by 26%. For a density of 6000 p/da this increase is 30% for fertilization $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ and 27% for $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$.

For hybrid Kn-613 and density 5200 p/da the difference in energy yield relative to the control (T_0) is 33% for the single dose of the (T_1) and 31% for the double – T_2). For a density of 5700 p/da the effect of fertilization is 34% and 31%, respective for the variants T_1 and T_2.

For hybrid Kn-517 and 5500 p/da

p/da биоенергетическия коефициент се изменя от 3,2 за T_1 до 1,6 за вариант T_2. За гъстота 6000 p/da, тези стойности са 3,9 и 1,7 – за периода на торене с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ и $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. По години биоенергетическият коефициент, е с най-ниска стойност – 0,7 за вариант T_2 и 5500 p/da за първата година и най-висока – 5,6 за T_1 и 6000 p/da за третата година.

За хибрид Кн-613 и 5200 p/da, изследваният показател се изменя в диапазон от 3,5 за единичната, до 1,6 за удвоената доза тор, а за гъстота 5700 p/da, тези стойности са 3,7 и 1,6. И при двете гъстоти тази величина е с най-ниска стойност – 0,6 при двойната торова норма T_2 за 2014 г. Най-висок резултат е изчислен през втората година и вариант T_1, съответно – 4,5 за 5200 p/da и 5,0 – за 5700 p/da.

Ключови думи: царевица, хибрид, торене, гъстоти, добив на енергия, биоенергетически коефициент

bioenergy coefficient was changed from 3.2 for T_1 to 1.6 for variant T_2. For a density of 6000 p/da those values are 3.9 and 1.7 for fertilizing with $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ and 27% for $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. By year the bioenergetics coefficient was with the lowest value of 0.7 for T_2 variant and 5500 p/da for the first year and the highest of 5.6 for the T_1 and 6000 p/da for the third year.

For hybrid Kn-613 and 5200 p/da research indicator changed from a range of 3.5 for the single to 1.6 for a doubled fertilizer and for a density of 5700 p/da values were 3.7 and 1.6. For densities this value has the lowest value of 0.6 at the double fertilizer norm T_2 for 2014. The highest result was calculated in the second year and variant T_1 respective by 4.5 for 5200 p/da and 5.0 for 5700 p/da.

Key words: maize, hybrid, fertilization, density, energy yield, bioenergetics coefficient

УВОД

Енергийният анализ предвижда сравняването на разходите на енергия за производство с количеството енергия, акумулирана в продукцията. Енергийната ефективност на разходите за минерално торене се определя чрез отношението на енергията в прибавката на добива към тази за производството и употребата на фактически внесените азотни, фосфорни и калиеви торове (Malienko, 1986; Voronin et. al., 2010).

Биологическите особености на царевицата позволяват тя да се отглежда в почти всички райони на света (Tomov, 1997 and Popov, 2000). Царевицата е с по-високи и недостигнати продуктивни възможности, в сравнение с останалите полски култури (Tomov and Yordanov, 1984). Наличието на голям набор от хибриди, които науката предлага на практиката с различен период на вегетация дава възможност за най-ефективното им използване чрез

INTRODUCTION

The energy analysis provides for the comparison of energy costs for production with the amount of energy accumulated in the production. The energy efficiency of the mineral fertilization costs is determined by the ratio of the energy in the addition of the yield to the production and use of the actually imported nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers (Malienko, 1986; Voronin et. al., 2010).

The biological features of maize allow it to be grown in almost all areas of the world (Tomov, 1997; Popov, 2000). Maize has higher and less productive yields than other crops (Tomov and Yordanov, 1984).

The presence of a large set of hybrids the science offers to practice with a different growing season allows for their most effective use by combining them into a variety structure depending on soil, тяхното комбиниране в една сортова структура в зависимост от почвените, климатични и агротехнически фактори за отделните райони на страната (Berchev, 1988; Angelov, 1994; Angelov and Glogova, 2010).

climate and agro-technical factors for the individual regions of the country (Berchev, 1988; Angelov, 1994; Angelov and Glogova, 2010).

Сортовите особености, технологията и условията на отглеждане са от съществено значение за проявление на продуктивните възможности на растенията и качеството на продукцията. Минералното хранене оказва положително влияние върху продуктивните възможности на царевицата (Davidkov and Hristov, 2007).

Variety, technology and growing conditions are essential to show plant productivity and product quality.

Mineral nutrition has a positive impact on maize production (Hristov and Davidkov, 2007).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е направено през периода 2014-2016 г. в опитното поле на Институт по царевицата-Кнежа.

Обект на изследване са хибридите: Кн-517 група 500-600 по ФАО и гъстота 5500-6000 р/da и Кн-613 група над 600 по ФАО и гъстоти 5200-5700 р/da.

Царевицата е отглеждана при контролен вариант без торене T_0 и две нива на торене: $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1) и $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2). Приложена е възприетата за района агротехника. За определяне на енергийния добив е използван енергийния еквивалент за 1 kg зърно 14,6 MJ/kg и енергийни еквиваленти за тора: N-77 MJ/kg; P-14 MJ/kg и K-10 MJ/kg (Pimentel, 1984). Енергийните разходи за $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ са 794 MJ/da, а за $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ – 1588 MJ/da.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the period 2014-2016 in the experimental field of Maize Research Institute in Knezha.

The subject of the study is the hybrids Kn-517 groups 500-600 FAO and a density of 5500-6000 p/da and Kn-613 group over 600 FAO and density of 5200-5700 p/da.

The maize was grown in a control variant without fertilization (T_0) and two fertilizing levels: $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1) and $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2). The agrotechnics adopted for the region was applied. For the determination of the energy yield, the energy equivalent for 1 kg grain – 14.6 MJ/kg were used for fertilizer: N-77 MJ/kg, P-14 MJ/kg and K-10 MJ/kg (Pimental, 1984). Energy costs for $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ – 794 MJ/da; for $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ – 1588 MJ/da.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При отглеждане на хибрид Кн-517 и гъстота 5500 р/da без употреба на минерален тор, добивът на енергия се изменя в границата от 9388 MJ/da до 9957 MJ/da, съответно за първата и втората година на опита (Таблица 1). Употребата на минерален тор оказва положително влияние върху величината на проучвания показател. Торенето на царевичните растения с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ увеличава добива на енергия, в сравнение с контролата през отделните години с 9%, 30% и 39%, съответно за първата, втора-

RESULTS AND DISCUSSION

When cultivating hybrid Kn-517 and density 5500 p/da without the use of mineral fertilizer, the yield of energy varies from 9388 MJ/da to 9957 MJ/da, respectively for the first and the second year of the experiment (Table1). The use of mineral fertilizer has a positive effect on the quantity of the studied indicator.

The fertilization of maize plants with $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ increases the yield of energy by 9%, 30% and 39% in the individual та и третата година от експериментал-ната работа. Средно за периода на изследване, тази доза минерален тор увеличава добива на енергия с 26%, в сравнение с варианта на отглеждане на царевицата при естествена запасеност на почвата (T_1).

years, respectively for the first, second and third years of experimental work. On average during the studied period this mineral fertilizer yield increased by 26% compared to the cultivation of maize in natural stock (T_1).

Таблица 1. Добив на енергия MJ/da
Table 1. Energy yield MJ/da

Варианти Variants	2014	2015	2016	Средно Average	% към T_0 % to T_0	CV %
Кн517/5500р/da Kn-517/5500 p/da						
$N_0P_0K_0$	9388	9957	9811	9719	100	3
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$	10249	12906	13607	12254	126	12
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$	10527	13169	13184	12293	126	10
Средно/Average	10055	12011	12201			
CV%	5	2	14			
Кн-517/6000 p/da Kn-517/6000 p/da						
$N_0P_0K_0$	10030	10395	9665	10030	100	3
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$	12074	13082	14089	13082	130	6
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$	12717	12687	12746	12717	127	0.2
Средно/Average	11607	12055	12167			
CV%	10	10	15			
Кн-613/5200 p/da Kn-613/5200 p/da						
$N_0P_0K_0$	7212	8731	9096	8346	100	10
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$	8702	12279	12308	11096	133	15
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$	8147	12425	12293	10955	131	18
Средно/Average	8020	11145	11232			
CV%	8	15	13			
Кн-613/5700 p/da Kn-613/5700 p/da						
$N_0P_0K_0$	7884	8570	9125	8526	100	6
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$	9592	12556	12191	11446	134	11
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$	8877	12717	11870	11155	131	13
Средно/Average	8784	11281	11062			
CV%	8	17	12			

Анализирайки данните в таблица-та се вижда, че с удвояването на торова-та норма от $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ на $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ проучваният показател се изменя в диапазон от 10527 за 2014 г. до 13169 MJ/da за 2015 г. Ефектът от тора за отделните години е както следва: 16%, 32% и 34%. Средно за периода

Analysing the data in the table, it can be seen that the doubling of the fertilizer rate from the $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ to the $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ study rates varied from a range of 10527 for 2014 to 13169 MJ/da for 2015. The fertilizer effect for individual years is as follows: 16%, 32% and 34%. On average for 2014-2016 the action of

2014-2016 г. действието на тази комбинация тор е еднакво с тази при вариант T_1. Числената стойност на увеличението на добива на енергия е 26%. По години и средно от всички варианти на отглеждане на царевицата най-малък резултат на проучвания показател е реализиран през първата година, а най-висок през третата, съответно 10055 MJ/da и 12261 MJ/da.

Коефициентът на вариране е с най-малка средна стойност при варианта без торене – CV=3%. За използваните дози тор тази величина е CV=12% за $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ и CV=10% за $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. През отделните години средно от всички варианти на отглеждане на царевицата варирането на добива на енергия е в границата от CV=5% за 2014 г. до CV=14% за 2016 г.

Отглеждането на хибрид Кн-517 и гъстота на посева 6000 p/da при варианта без употреба на минерален тор, добивът на енергия варира от 9665 MJ/da за третата година до 10395 за втората. Средно за периода на проучване разликата в добива на енергия е 10% в полза на по-голямата гъстота. Използването на минерален тор в съотношение $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ увеличава числената стойност на проучвания показател с 20%, 26% и 46%, в сравнение с контролата последователно за трите години на опита. Средно от трите експериментални години действието на тази комбинация тор е 30%. При използване на удвоената доза тор $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ добивът на енергия се изменя от 12687 MJ/da до 12746 MJ/da, съответно за втората и третата година. Както се вижда от данните през отделните години стойността на проучвания показател е с близки по между си стойности. Увеличението на получения добив на енергия средно от годините на изследване е 27% в сравнение с контролата. Анализирайки представените резултати, варирането на проучвания показател е най-малко CV=0,2% за вариант $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. На второ място е торенето на царевицата с

this fertilizer combination is the same as for variant T_1. The numerical value of the increase in energy yield is 26%. By year and average of all variants of maize cultivation, the smallest result of the survey was obtained in the first year and the highest in the third, respectively 10055 MJ/da and 12261 MJ/da.

The coefficient of variation has the lowest average value for the non-fertilization – CV=3%. For the doses used this fertilizer is CV=12% for $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ and CV=10% for $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. Over the years on average all variants of maize cultivation varied in the yield of energy within the limit of CV=5% for 2014 to CV= 14% for 2016.

Cultivation of the Kn-517 hybrid and seed density of 6000 p/da in the non-fertilizer variant energy yield ranges from 9665 MJ/da for the third year to 10395 MJ/da for the second. On average during the study period the difference in energy yield is 10% in favor of higher density.

The use of mineral fertilizer in proportional $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ increases the numerical value of the surveyed indicator by 20%, 26% and 46% compared to the control successively for the three years of experience. On average over the three experimental years this combination of fertilizer is 30%. When using a double dose of fertilizer $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ the yield of energy varies from 12687 MJ/da to 12746 MJ/da, respectively for the second and the third year. As can be seen from the data in individual years the value of the surveyed indicator is close to each other.

The increase of the obtained energy yield on average over the years of study is 27% compared to the control. Analysing the presented results the variance of the survey indicator is at least CV=0.2% for variant $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. Secondly the fertilization of maize with $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ with

$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ с коефициент CV=6% и на трето е отглеждането на растенията без торене, съответно CV=3%. По години средно от всички варианти (T_0, T_1 и T_2) числената стойност на тази величина е между CV=10% и CV=15%.

Отглеждането на хибрид Кн-613 при естествена запасеност на почвата и при двете гъстоти, добивът на енергия се изменя във възходящ ред през отделните години на изследването. Минималната стойност на този показател е 7212 MJ/da за гъстота 5200 p/da и 7884 MJ/da за 5700 p/da. Максималният резултат от добива на енергия е 9096 MJ и 9125 MJ/da, съответно за първата и втората гъстота.

Торенето на царевицата с минерален тор в съотношение $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ и при по-малката гъстота от 5200 p/da добивът на енергия се изменя от 8702 MJ/da до 12308 MJ/da съответно за първата и третата година от проучването. Спрямо контролния вариант T_0 ефектът от тази доза тор за отделните години е 21%, 41% и 35%. При удвояване на торовата норма от $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ на $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ проучваният показател е с най-ниска стойност 8147 MJ/da за 2014 г., а най-висока 12425 MJ/da за 2015 г. Влиянието на удвоеното количество тор върху добива на енергия е еднакво с това на единичната доза тор. Изключение прави първата година при която действието на тора от 7% разлика е в полза на вариант T_1.

Отглеждането на царевицата при гъстота на посева 5700 p/da и наторяване с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ добивът на енергия варира от 9592 MJ/da до 12556 MJ/da, съответно за първата и втората година.

Подобни резултати са получени и при удвояване на използваното количество тор T_2. Отново най-висока стойност на проучвания показател е получена през 2015 г. съответно 12717 MJ/da, а най-ниска 8877 MJ/da за 2014 г. Средно за периода на изследване действието на единичната доза тор

a coefficient of CV=6% and third is the cultivation of plants without fertilization, respectively CV=3%. Years average of all variants (T_0, T_1 and T_2) the number of value of this value is between CV=10% and CV=15%.

The cultivation of the Kn-613 hybrid in natural soil stock and at both densities of energy changes in ascending order during the individual years of the study. The minimum value of this indicator is 7212 MJ/da for a density of 5200 p/da and 7884 MJ/da for 5700 p/da. The maximum yield of energy is 9096 MJ/da and 9125 MJ/da, respectively for the first and the second densities.

The fertilization of the maize with mineral fertilizer in the $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ ratio and at the lower density of 5200 p/da, the yield of energy was varied from 8702 MJ/da to 12308 MJ/da for the first and the third year of the survey, respectively. Compared to the control variant, the effect of this dose of fertilizer for each year is 21%, 41% and 35%. By doubling the fertilizer rate from $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ to $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ studies, the indicator has the lowest value of 8147 MJ/da for 2014 and the highest of 12425 MJ/da for 2015. The influence of the doubled fertilizer on the yield of energy is the same as that of the single dose of fertilizer. The exclusion is the first year in which the 7% difference of the fertilizer is in favor of the variant T_1.

Cultivation of maize at seed density 5700 p/da and fertilization with $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ yield ranges from 9592 MJ/da to 12556 MJ/da for the first and the second year, respectively.

Similar results were also received by doubling the used amount of fertilizer T_2. The highest value of the studied indicator was received in 2015, respectively 12717 MJ/da and the lowest 8877 MJ/da in 2014. On average during the study period the single dose of

$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ е 33% за по-малката гъстота 5200 p/da и 34% за 5700 p/da. Действието на удвоеното количество тор $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ върху добива на енергия и за двете гъстоти е 31%. Средно от трите години на опита, коефициентът на вариране се изменя от CV=6% до CV=18%. По години средно от всички варианти на отглеждане на царевицата добивът на енергия се характеризира с коефициент на вариране от CV=8% до CV=17%.

Стойностите на биоенергетическия коефициент за хибридите Кн-517 и Кн-613, отглеждани при различни гъстоти и нива на торене са представени на Таблица 2. За хибрид Кн-517 и гъстота 5500 p/da на отглеждане на царевицата, използването на минерален тор в комбинация $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ изменя биоенергетическия коефициент от 1,1 до 4,8. По-ниската числена стойност на този показател е получена през 2014 г., а по-голямата – през 2016 г. Увеличаването на използваното количество тор от $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ на $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ води и до по-големи разходи на енергия, включена в тора. В резултат на това се намалява и числената стойност на биоенергетическия коефициент. Това намаление е обратно пропорционално на увеличаването на използваното количество тор. Изразено в процент разликата на проучвания показател между двете дози тор $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ и $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$, е 64%, 54% и 43%, съответно за първата, втората и третата година.

Анализирайки представените резултати се установява същата тенденция на изменение на биоенергетическия коефициент и при гъстота 6000 p/da. При торене на царевицата с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ величината на проучвания показател се изменя в диапазон от 2,6 за 2014 г. до 5,6 за 2016 г. При използване на два пъти по-голяма доза тор $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ за отделните години биоенергетическият коефициент има стойности 1,7; 1,4 и 1,9. Средно за периода

fertilizer $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ was 33% for the lower density of 5200 p/da and 34% for 5700 p/da. The effect of double the quantity of $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ fertilizer on the yield of both densities is 31%.

On average over the three years of experience the coefficient of variation changes from CV=6% to CV=18%. Yearly average of all variants of maize cultivation the yield of energy is characterized by a coefficient of variation of CV=8% to CV=17%.

Bioenergy coefficient values for the Kn-517 and Kn-613 hybrids grown at different densities and levels of fertilization are presented in Table 2. For Kn-517 hybrid growing density of 5500 p/da the use of mineral fertilizer in $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ combines the bioenergy ratio of 1.1 to 4.8.

The lower numeric value of this indicator was received in 2014 and the largest in 2016. Increasing the quantity used from $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ to $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ also increases the cost of energy input into the fertilizer.

As a result the numerical value of the bioenergetics coefficient is also reduced. This decrease is inversely proportional to the increase in the quantity of fertilizer used. Percentage of the difference in studies between fertilizers $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ and $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ is 64%, 54% and 43% for the first, second and the third year, respectively.

Analysing the presented results the same tendency of change of the bioenergetics coefficient was established and at a density of 6000 p/da. When fertilizing maize with $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ the value of the survey indicator changes from 2.6 for 2014 to 5.6 for the 2016. When using twice as much $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ fertilizer for different years, the bioenergetics coefficient has values of 1.7; 1.4 and 1.9. On average during the study period the bioenergetics coefficient for the single на проучване стойността на биоенергетическия коефициент за единичната доза тор е в границата от 3,2 до 3,9, съответно за гъстота 5500 p/da и 6000 p/da. При варианта с използване на двойно по-висока торова норма $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$, е 1,6 и 1,7. Средно от трите години на извеждане на опита коефициентът на вариране се изменя от CV=12% до CV=48%. По години средно от двете дози тор T_1 и T_2 численият израз на този показател, е в границата от CV=20% до CV=48%.

dose of fertilizer ranged from 3.2 to 3.9, respectively for a density of 5500 p/da and 6000 p/da. In the variant using a double higher fertilizer $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ is 1.6 and 1.7. On the average of the three years of the experiment the coefficient of variation changed from CV=12 to CV=48%. Yearly average of both fertilizer doses T_1 and T_2 the numerical expression of this indicator ranges from CV=20% to CV=48%.

Таблица 2. Биоенергетически коефициент
Table 2. Bioenergetic coefficient

Варианти Variants	2014	2015	2016	Средно Average	CV %
Кн-517/5500 p/da Kn-517/5500 p/da					
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1)	1.1	3.7	4.8	3.2	48
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2)	0.7	2.0	2.1	1.6	40
Средно/Average	0.9	2.8	3.4		
CV%	22	30	40		
Кн-517/6000 p/da Kn-517/6000 p/da					
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1)	2.6	3.4	5.6	3.9	32
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2)	1.7	1.4	1.9	1.7	12
Средно/Average	2.2	2.4	3.7		
CV%	20	42	48		
Кн-613/5200 p/da Kn-613/5200 p/da					
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1)	1.9	4.5	4.0	3.5	32
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2)	0.6	2.3	2.0	1.6	46
Средно/Average	1.3	3.4	3.0		
CV%	46	32	33		
Кн-613/5200 p/da Kn-613/5200 p/da					
$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ (T_1)	2.2	5.0	3.9	3.7	31
$N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ (T_2)	0.6	2.6	1.7	1.6	51
Средно/Average	1.4	3.8	2.8		
CV%	57	31	39		

За хибрид Кн-613, отглеждан при гъстота 5200 p/da и торова норма $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ биоенергетическият коефициент има най-малка стойност 1,9 за първата година и най-голяма 4,5 за втората. При удвояване на количество-

For Kn-613 hybrid grown at a 5200 p/da density and a fertilizer $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ the bioenergetic coefficient has the smallest value of 1.9 for the first year and the highest of 4.5 for the second. By doubling the quantity of fertilizer from то тор от $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ на $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ численият израз на същия показател намалява почти два пъти. Последователно по години тази величина се изменя от 0,6 за 2014 г.; 2,3 за 2015 и 2,0 за 2016 г.

При отглеждане на царевицата с по-голяма гъстота 5700 p/da и варианти на торене с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ проучваният показател варира през отделните години от 2,2 до 5,0 за първата и втората година. Изменението на биоенергетическия коефициент е обратнопропорционално на увеличаването на използваното количество тор. Намаляването на проучвания показател при двойно по-високата торова норма се изменя подобно на това при единичната комбинация тор. Отново най-ниска стойност от него е получена през първата, а най-висока през втората година, съответно 0,6 и 2,6. Средно от трите години на проучването, торенето с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ изменя биоенергетическия коефициент от 3,5 до 3,7 – за гъстота 5200 p/da и 5700 p/da. За използване на $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ и за двете гъстоти този показател има стойност 1,6.

Средно от трите години на проучване коефициентът на вариране се изменя в диапазон от CV=31 до CV=51%. По години средно от изпитваните варианти численатa стойност на биоенергетическия коефициент се променя от CV=31% до CV=57%.

$N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ to $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ the numerical expression of the same indicator decreases almost twice. By successive years that value changes from 0.6 to 2014; 2.3 to 2015 and 2.0 for 2016.

When grown maize with a higher density 5700 p/da and fertilizer variant with $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ studies the index varies in individual years from 2.2 to 5.0 for the first and the second year. The change in the bioenergetics coefficient is inversely proportional to the increase in the quantity of fertilizer used. The reduction of the studied indicator in the double higher fertilizer norm changes similarly to the on this at single fertilizer combination.

Again the lowest value was received during the first and the highest in the second year, respectively 0.6 and 2.6. On average over the three years of the study $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ fertilization changed the bioenergy coefficient from 3.5 to 3.7 for a 5200 p/da and 5700 p/da density. To use $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$ for both densities this indicator has a value of 1.6.

On average over the three years of the study the coefficient of variation varies from CV=31% to CV=51%. By years on average the number of bioenergetics coefficient varied from CV=31% to CV=57%.

ИЗВОДИ

За хибрид Кн-517 и гъстота 5500 p/da и при двете нива на торене T_1 и T_2 добивът на енергия се увеличава с 26%. За гъстота 6000 p/da това увеличение е 30% за торене с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ и 27% за $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$

При хибрид Кн-613 и гъстота 5200 p/da разликата в добива на енергия спрямо контролата T_0 е 33% за единичната доза тор T_1 и 31 за удвоената T_2. За гъстота 5700 p/da ефектът от торенето е 34% и 31%, съответно за варианти T_1 и T_2.

CONCLUSIONS

For hybrid Kn-517 and density 5500 p/da and at both fertilization levels T_1 and T_2 yields increased by 26%. For a density of 6000 p/da this increase is 30% for fertilization $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ and 27% for $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$.

For hybrid Kn-613 and density 5200 p/da the difference in energy yield relative to the control T_0 is 33% for the single dose of the T_1 and 31% for the double T_2. For a density of 5700 p/da the effect of fertilization is 34% and 31%, respectively for the variants T_1 and T_2.

За хибрид Кн-517 и 5500 р/da биоенергетическият коефициент се изменя от 3,2 за T_1 до 1,6 за вариант T_2. За гъстота 6000 р/da тези стойности са 3,9 и 1,7 за торене с $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ и 27% за $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. По години биоенергетическият коефициент е с най-ниска стойност 0,7 за вариант T_2 и 5500 р/da за първата година и най-висока 5,6 за T_1 и 6000 р/da за третата година.

За хибрид Кн-613 и 5200 р/da изследваният показател се изменя в диапазон от 3,5 за единичната до 1,6 за удвоената доза тор, а за гъстота 5700 р/da тези стойности са 3,7 и 1,6. И при двете гъстоти тази величина е с най-ниска стойност 0,6 при двойната торова норма T_2 за 2014 г. Най-висок резултат е изчислен през втората година и вариант T_1, съответно 4,5 за 5200 р/da и 5,0 за 570 р/da.

For hybrid Kn-517 and 5500 p/da bioenergy coefficient was changed from 3.2 for T_1 to 1.6 for variant T_2. For a density of 6000 p/da these values are 3.9 and 1.7 for fertilizing with $N_{8,5}P_{5,4}K_{6,4}$ and $N_{17}P_{10,8}K_{12,8}$. By year the bioenergetic coefficient has the lowest value of 0.7 for variant T_2 and 5500 p/da for the first year and highest 5.6 for T_1 and 6000 p/da for the third year.

For hybrid Kn-613 and 5200 p/da research indicator changes from a range of 3.5 for the single to 1.6 for a doubled fertilizer and for a density of 5700 p/da values are 3.7 and 1.6. And for densities this value has the lowest value of 0.6 at the double fertilizer norm T_2 for 2014. The highest result was calculated in the second year and variant T_1, respectively 4.5 for 5200 p/da and 5.0 for 5700 p/da.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Angelov, K.,** 1994. Survey on the maize variety structure. *Plant Science*, 31(9-10), 64-66 (Bg).

2. **Angelov, K. and L. Glogova**, 2010. Examination of grain yield dependence on weather conditions and maturity group of recognized maize hybrids. *Plant Science*, 47(6), 524-527 (Bg).

3. **Berchev, G.**, 1988. Productive opportunities of regions maize hybrids. *Agriculture Journal*, №1 (Bg).

4. **Hristov, I. and E. Davidkov**, 2007. Energy efficiency of fertilization in different soil treatment systems. In: Scientific conf. Art. St. Zagora, 2-3 June, vol. I, pp. 85-89 (Bg).

5. **Malienko, M.**, 1986. Rational use of energy and climate resources. *Agriculture*, №9 (Ru).

6**. Pimental, D.**, 1984. Food energy resource. Academic Press, London.

7. **Popov, A.**, 2000. High-yielding Bulgarian maize hybrids. *Agriculture Journal,* №3 (Bg).

8. **Tomov, N. and Y. Yordanov**, 1984. Maize in Bulgaria. (Bg).

9. **Tomov, N.**, 1997. Maize estory, distribution, achievements, perspectives. Sofia, Acad. Prof. M. Drinov (Bg).

10. **Voronin, A., A. Potryasaev, V. Sammykin and V. Soliovcenko**, 2010. Bioenergetic efficiency in agrotechnique in the wort kukuruzs of zero in the green vapropopamno sevooborote. *Kukurusa and sorgo*, №1, pp. 3-5 (Ru).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (2), 85-92 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Промени в качеството на зърното при твърдата пшеница под влияние на органо-минерални продукти

Митка Тодорова, Танко Колев*

Аграрен университет, 4000, Пловдив, България

Changes in grain quality for Durum wheat under the influence of organo-mineral products

Mitka Todorova, Tanko Kolev*

Agricultural University, 4000, Plovdiv, Bulgaria

**E-mail: tanko.kolev@abv.bg*

Received: 17.04.2018 *Accepted:* 30.08.2018 *Published:* 20.09.2018

РЕЗЮМЕ

През периода 2014-2017 г. в Учебно експерименталната и внедрителска база на катедра Растениевъдство при Аграрен университет - Пловдив беше изведен полски опит, в който е проучено влиянието на два органо-минерални продукта: Мегафол (3000 ml/ha) и Мегафол протеин (3000 ml/ha) върху качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел. Третирането се извършваше във фазите братене, вретенене и изкласяване. Опитът е заложен след предшественик нахут по метода на дробните парцелки в четири повторения с големина на реколтната парцелка 10 m^2.

В резултат на проведения опит е установено: изпитваните органо-минерални продукти влияят положително върху качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел.

Ключови думи: твърда пшеница, органо-минерални продукти, качество на зърното

SUMMARY

During the period 2014-2017, in the study, Experimental and Implementation Base of the Department of Plant growing of the Agricultural University – Plovdiv a field experiment is carried out that explores the influence of two organo-mineral products: Megafol (3000 ml/ha) and Megafol protein (3000 ml/ha) on the quality of the Durum wheat variety Predel. The treatment is done in the phases of tillering, stem elongation and ear emergence. The experiment is performed after predecessor chickpea, according to three factor experiment by the metod of split plots, repeated four times, with dimensions of the land plot 10 m^2.

As a result of the conducted experiment, the following is found out:

The tested organo-mineral products have positive influence on the grain quality of the Durum wheat Predel.

Key words: Durum wheat, organo-mineral products, grain quality

УВОД

Консумацията на макаронени изделия (паста) непрекъснато нараства, а с това и изискванията към качеството на основната суровина – зърното от твърда пшеница. Качеството на зърното е сортова и видова особеност. То е комплексно понятие и включва физичните, химичните и технологичните му свойства.

Положителното влияние от използването на биологично активни вещества за повишаване на качеството на зърното при редица житни култури е доказана в опити изведени в чужбина (Abad et al., 2004; Delfine et al., 2005; Brown and Prtrie, 2006; Wolber and Seemann, 2006; Orcen et al., 2013; Blandino et al., 2015; Smith et al., 2015) и у нас (Delchev et al., 2004; Delchev, 2010; Stoyanova, 2010). В научната литература са изнесени данни за препарати, които повишават устойчивостта на растенията към различни стресови фактори, като високи и ниски температури (Delchev and Stoyanova, 2013, Kolev et al., 2015).

При настоящето изследване си поставихме за цел да установим влиянието на нови органо-минерални продукти върху качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел.

INTRODUCTION

Consumption of pasta is constantly increasing, and thus also the quality requirements of the main raw material - durum wheat grain. The quality of the grain is variety and species-specific. It is a complex concept and includes its physical, chemical and technological properties.

The positive influence of the use of biologically active substances to increase the quality of a number of grain cultures is proven in experiments performed abroad (Abad et al., 2004; Delfine et al., 2005; Brown and Prtrie, 2006; Wolber and Seemann, 2006; Orcen et al., 2013; Blandino et al., 2015; Smith et al., 2015) and in our country as well (Delchev et al., 2004; Delchev, 2010; Stoyanova, 2010). Scientific literature presents data about preparations that increase the resistance of the plants towards various stress factors such as high and low temperatures (Delchev and Stoyanova, 2013, Kolev et al., 2015).

In this survey we set ourselves the objective to find out what the influence is of new organo-mineral products on the quality of Durum wheat variety Predel.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В Учебно експерименталната и внедрителска база на катедра Растениевъдство при Аграрен университет - Пловдив е изведен полски опит през периода 2014-2017 г., в който е проучено влиянието на следните органо-минерални продукти: Мегафол (3000 ml/ha) и Мегафол протеин (3000 ml/ha) върху качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел. Третирането е извършвано във фазите братене, вретенене и изкласяване. Опитът е заложен след предшественик нахут по метода на дробните парцелки в четири повторения с големина на реколтната парцелка 10 m^2.

MATERIAL AND METHODS

In the Study, experimental and implementation base of the Department of Plant growing of the Agricultural University - Plovdiv a field experiment is carried out during the period 2014-2017, which explores the influence of the following organo-mineral products: Megafol (3000 ml/ha) and Megafol protein (3000 ml/ha) on the productivity of the Durum wheat variety Predel. The treatment is performed in the phase of tillering, stem elongation and ear emergence. The experiment is performed after predecessor chickpea, according to three factor experiment by the method of split plots, repeated four times, with dimensions of the land plot $10m^2$.

Сеитбата на твърдата пшеница е извършвана в оптималния срок от 20.10 до 05.11. със сеитбена норма 500 кълняеми семена/m^2 и минерално торене с 120 kg/ha азот и 80 kg/ha фосфор, като преди сеитбата се внасяше цялото количество фосфорен тор и 1/2 от азотния, а рано напролет като подхранване - останалата част от азотния тор. Спазени са всички звена от утвърданата технология за отглеждане на твърдата пшеница (Yanev et al., 2008), като за контрола служеше нетретираният вариант.

Отчитани са следните показатели на качеството на зърното: маса на 1000 зърна (g), хектолитрова маса (kg), стъкловидност (%), съдържание на общ азот и суров протеин (%), мокър и сух глутен (%).

Получените стойности са обработвани математически чрез програмен продукт SPSS.

The sowing of the Durum wheat is done within the optimal period, i.e. from 20.10 to 05.11, with sowing rate 500 germinating seeds/m^2 and mineral fertilization with 120 kg/ha nitrogen and 80 kg/ha phosphorus, where the entire quantity of phosphor fertilizer and 1/2 of the nitrogen fertilizer are inserted before sowing, while early in the spring the remaining quantity of the nitrogen fertilizer is inserted as a nutrition. All elements are observed of the established technology for growing Durum wheat (Yanev et al., 2008).

The following grain quality indicators are reported: mass per 1000 grains (g), test weight (kg), vitriouness (%), total nitrogen content and crude protein (%), wet and dry gluten (%).

The values obtained are mathematically processed through SPSS software.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Количеството на валежите през вегетационния преиод на твърдата пшеница беше както следва: 2014/2015 г. – 655.8 mm, 2015/2016 г. – 388.5 mm и 2016/2017 - 278.3 mm при 419,0 mm за тридесетгодишен период. През изследваните години благоприятна за растежа и развитието на твърдата пшеница с добро разпределение на валежите е реколтната 2017 г. тогава се получиха и по-високи добиви на зърно от всички варианти. Неблагоприятна за развитието на растенията е първата 2014/2015 г. поради засушаването през месец април, когато се залагат структурните елементи на добива.

Поради еднопосочност на данните през периода на изследване на Таблици 1, 2 и 3 са представени получените средни стойности на измерваните показатели на качеството на зърното.

Изпитваните органо-минерални продукти са повлияли положително върху качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел.

RESULTS AND DISCUSSION

The rainfall quantity during the vegetation period of the Durum wheat is as follows: year 2014/2015 г. – 655.8 mm, 2015/2016 г. – 388.5 mm and 2016/2017 - 278.3 mm, while for the thirty-year period this amount is 419,0 mm. Among the experimental years favourable for the growth and development of the Durum wheat, with good distribution of rainfalls is the harvest year 2017, which gives the highest quality of grain for all variants. Unfavourable for the development of the plants is the first year 2014/2015 due to the drought in the month of April, when the structural elements of the yield are formed.

Due to the common tendency of the data during the experimental period, Table 1, 2 and 3 shows the obtained average values of the measured indicators for the quality of grain.

The tested organo-mineral products influence positively for the increase of the values of the reported elements of the quality of the grain of durum wheat of Predel variety.

Най-голяма маса на 1000 зърна, хектолитрова маса и стъкловидност се получиха при варианта третиран с органо-минералния продукт Мегафол във фаза братене с доза 3000 ml/ha съответно с 48.8 g; 81.2 kg и 96.3 % (Таблица 1). На второ място се нареж-да варианта пръскан с препарата Мегафол протеин във фаза вретенене с доза 3000 ml/ha. Най-ниско е повишиението на стойностите на показателите на качеството под въздействието на изпитваните органо-минерални продукти при третиране във фаза изкласяване.

The largest mass per 1000 grains, test weight and vitriouness were obtained in the variant treated with the organo-mineral product Megafol in the tillering phase at a dose of 3000 ml/ha respectively 48.8 g; 81.2 kg and 96.3% (Table 1). On the second place is positioned the variant sprayed with the Megafol protein, but in phase of stem extension with dosage 3000 ml/ha. The smallest increase in the values of the quality of the grain is achieved under the influence of the tested organo-mineral products at the treatment in phase heading.

Таблица 1. Влияние на органо-минералните продукти върху физическата характеристика на зърно на твърда пшеница (средно 2014-2017)
Table 1. Influence of organo-mineral products on physical characteristic of grain of Durum wheat (average 2014-2017)

Фази на развитие Phases of growth	Продукти Products	Physical characteristic of grain					
		Mass 1000 grains		Test weight		Virtuousness	
		g	%	kg	%	%	% to st.
Братене Tillering	Контрола Control	46.4	100.0	78.6	100.0	93.1	100.0
	Мегафол Megafol	48.8	105.1	81.2	103.8	96.3	103.4
	Мегафол протеин Megafol protein	47.5	102.3	79.6	101.4	95.8	102.9
Вретенене Stem elongation	Контрола Control	45.6	100.0	78.4	100.0	93.3	100.0
	Мегафол Megafol	46.9	102.8	79.4	100.3	93.9	100.6
	Мегафол протеин Megafol protein	48.0	105.2	80.8	102.4	95.3	102.1
Изкласяване Heading	Контрола Control	43.4	100.0	78.6	100.0	93.4	100.0
	Мегафол Megafol	44.2	101.8	78.9	102.6	94.1	100.7
	Мегафол протеин Megafol protein	46.0	105.9	79.3	101.1	95.6	102.4
GD 5 %		1.98	4.5	2.1	2.6	1.88	2.01

Таблица 2. Съдържание на общ азот и суров протеин в зърното на твърда пшеница (средно 2014-2017)
Table 2. Content of total nitrogen and crude protein in Durum wheat grain (average 2014-2017)

Фази на развитие Phases of growth	Продукти Products	Сухо вещество Dry substsnce %	Общо N Total N %	Съдържание на протеин, % Crude protein content, %
Братене Tillering	Контрола Control	88.9	2,2	12,5
	Мегафол Megafol	90.1	2,4	13,4
	Мегафол протеин Megafol protein	89.2	2,5	14,0
Вретенене Stem elongation	Контрола Control	88.7	2,3	12,9
	Мегафол Megafol	89.9	2,3	13,0
	Мегафол протеин Megafol protein	89.1	2,4	13,6
Изкласяване Heading	Контрола Control	88.8	2,2	12,7
	Мегафол Megafol	89.6	2,2	12,4
	Мегафол протеин Megafol protein	89.0	2,3	13,2
GD 5 %		1.14	0.18	0.52

На Таблица 2 са представени резултатите от изследваните показатели, които са изразени в процент и представляват средно по три повторения за трите изследвани години. От направения химичен анализ е установено, че приложението на Мегафол протеин води до увеличаване съдържанието на суров протеин в зърното на сорт Предел. Това се наблюдава при трите фази на развитие, като увеличението е най-силно изразено след прилагането във фаза братене (14 % суров протеин) в сравнение с контро-

The Table 2 presents the results of the surveyed indicators, which are expressed as a percentage and represent an average of three repetitions for the three consecutive years. From the analysis of grain chemistry, it has been found that application of Megafol-protein results in an increase in the crude protein content of the Predel grain. This was observed in the three phases of development, with the increase being most pronounced after application in phases tillering (14% crude protein) лата (12.5 %). Тези резултати са в положителна корелация с азотното съдържание (2.5%) и съдържанието на глутен (мокър – 31.2 % и сух – 14.7 %) по време на третирането във фаза братене (Таблица 3).

По-високото качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел е в резултат на положителното въздействие на изпитваните органо-минерални продукти върху изследваните показатели.

compared to the control (12.5%). These results were in positive correlation with the nitrogen content (2.5%) and gluten (wet - 31.2% and dry - 14.7%) during the tillering phase treatment (Table 3).

The higher grain quality of Durum wheat Predel variety is a result of the positive impact of studied organo-mineral products on the tested indicators.

Таблица 3. Влияние на органо-минералните продукти върху някои технологични характеристики на зърното на твърдата пшеница (средно 2014-2017)
Table 3. Influence of organo-mineral products on some technological characteristic of Durum wheat grain (average 2014-2017)

Фази на развитие Phases of growth	Продукти Products	Мокър глутен Wet gluten		Сух глутен Dry gluten	
		%	% to st.	%	% to st.
Братене Tillering	Контрола Control	29.5	100.0	13.1	100.0
	Мегафол Megafol	24.2	82.0	11.5	87.8
	Мегафол протеин Megafol protein	31.2	105.8	14.7	112.2
Вретенене Stem elongation	Контрола Control	28.1	100.0	12.1	100.0
	Мегафол Megafol	23.8	84.7	10.1	83.5
	Мегафол протеин Megafol protein	32.0	113.9	14.3	118.2
Изкласяване Heading	Контрола Control	23.4	100.0	10.7	100.0
	Мегафол Megafol	23.6	100.8	10.9	101.9
	Мегафол протеин Megafol protein	27.2	116.2	12.4	115.9
GD 5 %		3.6	15.4	2.3	16.1

На Таблица 2 са представени резултатите от изследваните показатели, които са изразени в процент и представляват средно по три повторения за трите изследвани години. От направения химичен анализ е установено, че приложението на Мегафол протеин води до увеличаване съдържанието на суров протеин в зърното на сорт Предел. Това се наблюдава при трите фази на развитие, като увеличението е най-силно изразено след прилагането във фаза братене (14 % суров протеин) в сравнение с контролата (12.5 %). Тези резултати са в положителна корелация с азотното съдържание (2.5%) и съдържанието на глутен (мокър – 31.2 % и сух – 14.7 %) по време на третирането във фаза братене (Таблица 3).

По-високото качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел е в резултат на положителното въздействие на изпитваните органо-минерални продукти върху изследваните показатели.

The Table 2 presents the results of the surveyed indicators, which are expressed as a percentage and represent an average of three repetitions for the three consecutive years. From the analysis of grain chemistry, it has been found that application of Megafol-protein results in an increase in the crude protein content of the Predel grain.

This was observed in the three phases of development, with the increase being most pronounced after application in phases tillering (14% crude protein) compared to the control (12.5%). These results were in positive correlation with the nitrogen content (2.5%) and gluten (wet – 31.2% and dry – 14.7%) during the tillering phase treatment (Table 3).

The higher grain quality of Durum wheat Predel variety is a result of the positive impact of studied organo-mineral products on the tested indicators.

ИЗВОДИ

Изпитаните нови органо-минерални продукти Мегафол и Мегафол протеин влияят положително върху качеството на зърното на твърдата пшеница сорт Предел.

Те съдействат за повишаване стойностите на показателите маса на 1000 зърна, хектолитрова маса и стъкловидност, като при варианта третиран с Мегафол във фаза братене с доза 3000 ml/ha те са най-високи – съответно 48.8 g; 81.2 kg и 96.3 %.

Приложението на Мегафол протеин води до увеличаване съдържанието на суров протеин в зърното на сорт Предел. Това се наблюдава при трите фази на развитие, като увеличението е най-силно изразено след прилагането във фаза братене (14 % суров протеин) в сравнение с контролата (12.5 %). Тези резултати са в положителна корелация с азотното съдържание (2.5%) и

CONCLUSIONS

The tested organo-mineral products influence positively the quality of the Durum wheat variety Predel.

The new products have helped to increase the values of 1000 grams per mass, test weight and vitriouness in the variant treated with the organo-mineral product Megafol in the tillering phase with a dose of 3000 ml/ha they are the highest, respectively, 48.8 g; 81.2 kg and 96.3%.

From the analysis of grain chemistry, it has been found that application of Megafol-protein results in an increase in the crude protein content of the Predel grain.

This was observed in the three phases of development, with the increase being most pronounced after application in phases tillering (14% crude protein) compared to the control (12.5%). These results were in positive correlation with the nitrogen content (2.5%) and gluten съдържанието на глутен (мокър – 31.2 % и сух – 14.7 %) по време на третирането.

(wet – 31.2% and dry – 14.7%) during the tillering phase treatment.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1**. Abad, A., J. Lloveras and A. Michelena**, 2004. Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops Res*., 87: 257-269 (Sp).

2. **Blandino, M., P. Vaccino and A. Reyneri**, 2015. Late-Season Nitrogen Increases Improver Common and Durum Wheat Quality. *Agronomy Journal*, 107(2), 680-690 (It).

3. **Brown, B.D. and S. Petrie**, 2006. Irrigated hard winter wheat response to fall, spring, and late season applied nitrogen*. Field Crops Res*. 96: 260-268.

4. **Delchev, G., I. Ivanova and D. Nenkova**, 2004. Study of some combinations of growth regulators and complex foliar fertilizers in durum wheat. *Plant Growth Sciences*, XLI(6), 552-555 (Bg).

5. **Delchev, G.**, 2010. Grain yield and quality of durum wheat when treated with some complex and organic foliar fertilizers. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, XLIV(3), 46-51 (Bg).

6. **Delchev, G. and A. Stoyanova**, 2013. Changes in the sowing properties of durum wheat seed in the use of leaf fertilizers, stimulants and antitranspirants. *Plant studies*. III(6), 215-216 (Bg).

7. **Delfine, S., R. Tognetti, E. Desiderio and A. Alvino**, 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agron. Sustain. Dev*., 25, 183-191 (It).

8. **Kolev, T., I. Petrova, Zh. Todorov, L. Koleva-Valkova**, 2015. The influence of natural organic products on the productivity of Durum wheat. 4-th International Scientific and Practical Conference. 21-29 May 2015. Irkutsk. 29-33 (Bg).

9. **Orcen, N., M. Tosun, and E. Irget**, 2013. Effect of nitrogen fertilizer timing and source on some yield and quality parameters of durum wheat (Triticum durum). *J. Food Agric. Environ*., 11: 943-948 (Tr).

10. **Smith, G.H., K. Chaney, Ch. Murray and M.S. Le**, 2015. The Effect of Organo-Mineral Fertilizer Applications on the Yield of Winter Wheat, Spring Barley, Forage Maize and Grass Cut for Silage. *Journal of Environmental Protection*, 6, 103-109.

11. **Stoyanova, A.**, 2010. Foliar fertilizers and wheat grain quality. *Agriculture plus,* N 5, 33-39 (Bg).

12. **Wolber, D. and E. Seemann**, 2006. Use of growth regulators in cereals in 2006. *Getreide Magazin,* (1), 22-29 (D).

13. **Yanev, Sh., D. Dechev, Ts. Lalev, I. Saldzhiev, G. Panayotova, G. Delchev, T. Kolev and S. Rashev**, 2008. Technology for growing Durum wheat. Publishing Temko, Stara Zagora (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (2), 93-100 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Оценка стабилността на смеси със синтетичен произход прилагани за контрол на основни неприятели при люцерна

Ивелина Николова[1]*, Наталия Георгиева[1], Грози Делчев[2]

[1]*Институт по фуражните култури, Плевен, ул. "Генерал Владимир Вазов" 89*
[2]*Тракийски университет, Стара Загора, студенски град*

Evaluation of the stability of mixtures products with synthetic origin applied to control of major insect pests in alfalfa

Ivelina Nikolova[1]*, Natalia Georgieva[1], Grozi Delchev[2]

[1]*Institute of Forage Crops, Pleven, "General Vladimir Vazov" str. 89*
[2]*Thracian University, Stara Zagora, Studentski Grad*

**E-mail: imnikolova@abv.bg*

Received: 17.04.2018 *Accepted:* 23.07.2018 *Published:* 20.09.2018

РЕЗЮМЕ

Направена е статистическа оценка за характеризиране представителността и достоверното влияние на синтетичния инсектицид Ефория, приложен самостоятелно и в редуцирани дози с минерално масло Акарзин, върху продуктивността на надземната маса при люцерна чрез дисперсионен анализ и параметричния критерий F на Фишер. Обобщаващият критерий за стабилност YS_i на Kang, отчитайки едновременно и стабилността, и стойността на добива дава негативна оценка на нетретираната контрола, характеризирайки я като най-ниско добивна. Според този критерий технологично най-ценен е варианта Акарзин + Ефория – 0.03 %, следван от Акарзин + Ефория – 0.01 % и самостоятелната употреба на Ефория. Тези варианти съчетават високи стойности на добива и много висока стабилност на показателя през различните години. От глед-

SUMMARY

A statistical evaluation was carried out to characterize the representativeness and credibility of the synthetic insecticide Eforia, applied alone and in reduced doses with mineral oil Acarzine, on the productivity of the dry aboveground biomass in alfalfa by dispersion analysis and Fischer's parametric F criterion. Kang's YS_i aggregate stability criterion, taking into account both stability and yield value gave a negative evaluation of the untreated control characterizing it as the lowest yield.

According to this criterion, the most technologically valuable was variant Akarzin + Eforia - 0.03%, followed by Akarzin + Eforia - 0.01% and Eforia, which was applied alone.

Those options combined high yield and very high stability of the indicator over the years. In terms of technology for growing

на точка на технологията за отглеждане на люцерна за фураж, самостоятелното третиране с Акарзин получава оценка 0. То съчетава добри добиви, но с по-ниска стабилност през отделните години на проучването.

Ключови думи: люцерна, синтетичен инсектицид, минерално масло, смеси, стабилност

alfalfa for forage alone treatment with Akarzin received a score of 0.

It combined good yields, but with lower stability over the years of the study.

Key words: alfalfa, synthetic insecticide, mineral oil, mixed, mixtures, stability

УВОД

Все повече проучвания си поставят за цел не само търсене на варианти и решения за повишаване продуктивността и качеството на културите, но и подобряване контрола на вредителите чрез комбинирано използване на инсектициди с растежни регулатори, биостимулатори и листни торове в условията на интегрирано производство (Georgieva and Nikolova, 2010; Nikolova and Georgieva, 2015). От голямо значение е и прилагането на селективни пестициди с минимално странично действие върху биоценозите и оптимизиране на дозите им. Прилагането на различни методи ще способства както за повишаване ефективността на селскостопанското производство, така и за преодоляване на негативните последици от абиотичен и биотичен стрес (Deka et al., 2011; Mascarin and Delalibera, 2012).

Редуцираната употреба на препарати за растителна защита и съвместното им прилагане с различни продукти, стимулиращи растежа и развитието на растенията, е друг екологосъобразен подход в интегрираната борба с неприятелите и цели намаляване негативното пестицидно въздействие върху околната среда. Това осигурява не само добра защита на растенията и реализиране на значително по-висока продуктивност, но и възможност за повишаване устойчивостта на растенията към някои неприятели (Tsybulko et al., 2000; Demkin, 2008). Проучванията, относно стабилността на използвани срещу неприятелите инсектициди и тяхната съвместимост с продукти с различно биологично действие, са също от значение за провеждане на успешен интегриран контрол. У нас този род

INTRODUCTION

The aim of more studies was not only looking options and solutions to improve productivity and quality of crops, but also improve pest control through the combined use of insecticides with growth regulators, biostimulators, and leaf fertilizers in the context of integrated production (Georgieva and Nikolova, 2010; Nikolova and Georgieva, 2015). It is also important to apply selective pesticides with a minimum side effect on the biocenosis and optimization of their doses. Application of various methods will contribute both to increase the efficiency of agricultural production and to overcome the negative consequences of abiotic and biotic stress (Deka et al., 2011; Mascarin and Delalibera, 2012).

The reduced use of pesticides doses and their application with various products stimulating plant growth and development is another environmentally friendly approach in the integrated pest control. The method leads to a reduction of the negative pesticide impact on the environment. This provides not only better plant protection and higher productivity but also an opportunity to increase plant resistance to certain insect pests (Tsibulko et al., 2000; Demkin, 2008).

Studies on the stability of insecticides and their compatibility with products of different biological activity are also important for successfully integrated control. That kind of research is still in an initial stage in Bulgaria and information is изследвания са все още в начален етап и информацията е оскъдна (Delchev et al., 2013; Georgieva et al., 2015).

Целта на изследването е да се оцени стабилността на проявите на синтетичния инсектицид Ефория, приложен самостоятелно и в комбинация при редуцирани дози с минерално масло Акарзин въз основа на продуктивността на надземна биомаса при люцерна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Третирането със синтетичния инсектицид Ефория 043 ЗК, приложен самостоятелно и в редуцирани дози при комбинация с минерално масло Акарзин (вариантите на опита са дадени в Таблица 1) е осъществено в началото на цъфтежа на втори подраст на люцерна (във фенофаза BBCH 59-60) за контрол на икономически важни неприятели, като метод от системата за интегрирана растителна защита. Опитът е изведен през 2014 и 2015 година на Второ опитно поле върху слабо излужен чернозем при неполивни условия със сорт „Дара". Използван е методът на дългите парцели в три повторения и естествена запасеност на почвата с хранителни вещества.

Направена е статистическа оценка чрез дисперсионен анализ и параметричен критерий F на Фишер (Shannin, 1977; Barov, 1982) за характеризиране представителността и достоверното влияние върху добива на фураж при люцерна след третиране със синтетичния инсектицид Ефория при горепосочените варианти. При анализа на варианса за изчисляване е използвана програмата ANOVA (Лидански, 1988).

Изчислени са параметрите на стабилност за добив надземната маса [вариансите на стабилност (σ_i^2 и S_i^2) по Shukla (1972) и еколаленса W_i по Wricke (1962)]. Чрез критерия за стабилност (YS_i) на Kang (1993) е представена ценността на всеки вариант, при едновременно отчитане стойността на

scarce (Delchev et al., 2013; Georgieva et al., 2015).

The purpose of the research was to evaluate the stability of the synthetic insecticide Eforia, applied alone and in reduced doses in combination with mineral oil Acarsin based on the productivity of aboveground biomass in alfalfa.

MATERIAL AND METHODS

The treatment with the synthetic insecticide Eforia 043 ZK applied alone and in reduced doses in combination with mineral oil Akarzin (the test variants are given in Table 1) was performed at the beginning of the flowering in the second regrowth of alfalfa (BBCH 59-60) to control of economically important insect pests as a method of the integrated plant protection system. The experimental work was conducted in the Institute of Forage Crops (Pleven, Bulgaria) in field conditions during the period of 2014 to 2015 on slightly leached chernozem with alfalfa variety "Dara" without irrigation. It was used the split plot method with three replications and natural background of soil supply with the major nutrients.

It was made a statistical assessment by the analysis of variance and the parametric criterion (F) of Fisher (Shannin, 1977; Barov, 1982) for the characterization of the representativeness and significant influence of the alfalfa forage after treatment with Eforia in the above-mentioned variants. The programme ANOVA was used for calculation in the analysis of variance (Lindanski, 1988).

The parameters of stability for the productivity of aboveground biomass were calculated [variances of stability σi and Si (Shukla, 1972) and ecovalence Wi (Wrickle, 1962)]. The value of each variant was presented through the criterion of stability (Ysi) of Kang (1993), simultaneously recording the worth of the показателя и стабилността на варианта. Ценността на този критерий е, че използвайки непараметрични методи и статистическа доказаност на разликите, се получава обобщена оценка, подреждаща вариантите в низходящ ред според стопанската им ценност. За изчисляване на тези параметри е използвана програмата STABLE на Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, USA (1993).

indicator and the stability of the variant. The value of this criterion consisted in the fact that through the use of nonparametric methods and statistical significance of the differences, it was obtained a generalized assessment arranging the variants in a descending order according to their economic value. The programme Stable of Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, USA (1993) was used to calculate these parameters.

Таблица 1. Характеристика на синтетични продукти
Table 1. Characteristic of synthetic products

Търговски продукт Commercial product	Активно вещество Active substance	Доза Dose	Приложение Application
1.Контрола / Control	Нетретирана / Untreated	-	-
2.Ефория 045 ЗК 2.Eforia 045 ZK	30 g l^{-1} тиаметоксам + 15 g l^{-1} ламбдацихалотрин 30 g l^{-1} thiamethoxam + 15 g l^{-1} lambda-cyhalothrin	0.05%	Вегетационно Vegetative
3.Акарзин 3.Akarzin	85% минерално масло-парафинов тип + 15% емулгатор 85% mineral oil - paraffin type + 15% emulsifier	400 ml da^{-1}	Вегетационно Vegetative
4.Ефория 045 ЗК + Акарзин 4.Eforia 045 ZK + Akarzin	30 g l^{-1} тиаметоксам + 15 g l^{-1} ламбдацихалотрин + 85%+ Минерално масло + 15% Емулгатор 30 g l^{-1} thiamethoxam + 15 g l^{-1} lambda-cyhalothrin + 85% mineral oil - paraffin type + 15% emulsifier	0.03%+400 ml da^{-1}	Вегетационно Vegetative
5.Ефория 045 ЗК + Акарзин 5.Eforia 045 ZK + Akarzin	30 g l^{-1} тиаметоксам + 15 g l^{-1} ламбдацихалотрин + 85%+ Минерално масло + 15% Емулгатор 30 g l^{-1} thiamethoxam + 15 g l^{-1} lambda-cyhalothrin + 85% mineral oil - paraffin type + 15% emulsifier	0.01%+400 ml da^{-1}	Вегетационно Vegetative

*Дозите на търговските продукти са в зависимост от направената от фирмата производител регистрация на продукта
*Doses of commercial products are according to the registration of the product by the manufacturer

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Чрез направения анализ на варианса по отношение на добива се установява, че годините оказват значително влияние върху този показател (Таблица 2) – 17.0 % от общото вариране при изпитваните варианти (данните за средния добив са представени в Таблица 3). То е обусловено от нееднаквата реакция на вариантите към промяната в условията на средата. Причина за това са различията в агрометеорологичните условия през годините на експеримента. Силата на влияние на препаратите е най-голяма – 65.5 % при ниво на вероятност $p \leq 0.01$. Влиянието на годините и препаратите е доказано при достоверност $p \leq 0.5$.

RESULTS AND DISCUSSION

By the analysis of variance with regard to the productivity of aboveground biomass (Table 2) it was established that the years had a significant influence on the parameter, 17.0% of the total variation of the variants (data on average yield are presented in Table 3). It was determined by the unequal reaction of variants to the change in environmental conditions. The large differences in the meteorological conditions during the years of the trial were the reason for that. The influence of products had the highest significance at a level of probability $p \leq 0.01$ – 65.5%. There was a significant interaction of products and the conditions of the years (A×B), 2.6% at a level of probability $p \leq 0.5$.

Таблица 2. Дисперсионен анализ по отношение на продуктивност на надземна маса при люцерна (kg ha^{-1}) след третиране
Table 2. Analysis of variance for productivity of aboveground biomass (kg ha^{-1}) of alfalfa after treatment

Източник на вариране Source of variation	Степени на свобода Degrees of freedom	Сума от квадрати Sum of squares	Влияние на фактора, % Influence of factor,%	Средни квадрати Mean square
Общо / Total	44	101721.5	100	-
Блокове / Tract of land	2	189.0	0.2	94.5
Варианти / Variants	14	86572.5	85.1	6183.8***
Фактор А – Години Factor A – Years	2	17261.0	17.0	8630.5***
Фактор В - Препарати Factor B - Products	4	67655.0	65.5	16913.6***
A x B	8	1656.5	2.6	207.1*
Грешка / Pooled error	28	14960.0	14.7	534.3

*p≤0.5 **p≤0.1 ***p≤0.01

На основата на доказаното взаимодействие година х препарат (А х В) е оценена стабилността на проявите на всеки вариант по отношение на годините (Таблица 3). Вариансите на стабилност (σ_i^2 и S_i^2) на Shukla, които отчитат съответно линейните и нелинейни взаимодействия, еднопосочно оценяват стабилността на вариантите. Тези от тях, които показват по-ниски стойности се характеризират като по-стабилни, защото по-слабо взаимодействат с условията на средата. Отрицателните стойности на показателите σ_i^2 и S_i^2 се приемат за 0. Вариантите се разглеждат като нестабилни при достоверно високи стойности на който и да е от двата параметъра - σ_i^2 или S_i^2. По отношение на ековаленсът W_i по Wricke, колкото по-високи са стойностите на показателя, толкова по-нестабилен е съответния вариант.

Отчитайки тези три параметъра на стабилност се установява, че вариантът с минералното масло Акарзин е нестабилен. При него стойностите на вариансите на стабилност σ_i^2 и S_i^2 по Shukla и на еквиваленса W_i по Wricke са най-високи. При третиране с Акарзин съществува нестабилност от линеен тип – стойностите на σ_i^2 са доказани, докато стойностите на S_i^2 са недоказани. Тази нестабилност се дължи основно на разликите в добивите през

On the basis of the significant interactions of product × year (A×B), the stability of manifestations of each variant was evaluated with respect to the years (Table 3). The variances of stability, σi^2 and Si^2, which take account of the linear and nonlinear interactions, respectively, evaluate unidirectionally the stability of the variants.

Those variants, which showed lower values, were estimated as more stable because they interacted more weakly with the environmental conditions. The negative values of the indicators σi^2 and Si^2 were taken for 0. At significantly high values of any one of the two parameters (σi^2 or Si^2) the variants were considered as unstable. At the ecovalence Wi, the higher the values of the parameter, the more unstable the corresponding variant.

On that basis, using these three parameters of stability, it was found that the variant with mineral oil Akarzin was unstable. For that variant, the values of the variances of stability σi^2 and Si^2 and ecovalence Wi were highest. By treatment with Akarzin there was instability of a linear type - the values of σi^2 were mathematically significant, while the Si^2 values were insignificant. That instability was mainly due to the significant differences in the productivity отделните години на проучването, като агрометеорологичните условия оказват силно влияние.

during the different experimental years, as the meteorological conditions influenced strongly.

Таблица 3. Параметри на стабилност на вариантите за продуктивност на надземна маса по отношение на годините
Table 3. Stability parameters of the variants for productivity of aboveground biomass in regard to the years

Варианти	kg ha^{-1}	$\bar{x}$	σ_i^2	S_i^2	W_i	YS_i
Контрола / Control	3012.0 a	301.2	226.7	-0.4	355.0	-2
Ефория 045 ЗК / Eforia 045 ZK – 0.05%	3748.0 c	374.8	-26.4	-0.8	51.3	4+
Акарзин / Akarzin-400 ml/da	3274.0 b	327.6	428.6*	-0.9	597.2	0
Акарзин + Ефория (0.03%) Akarzin+Eforia (0.03%)	3998.3 d	399.8	240.8	-0.6	371.9	8+
Акарзин + Ефория (0.01%) Akarzin+Eforia (0.01%)	3946.7 cd	394.7	167.1	0.9	283.4	6+
LSD $_{0.05\%}$	208.800					

За да се направи цялостна оценка на ефективността на всеки вариант, трябва да се отчете, както влиянието му върху добива, така и неговата стабилност - реакцията на културата през различните години. Особено важна информация за технологичната ценност на вариантите дава показателя YS_i на Kang за едновременна оценка по добив и стабилност, като се основава на достоверността на разликите в добива и варианса на взаимодействието със средата.

Необходимо е да се отбележи, че третирането на люцерната с Ефория в редуцирани дози и в комбинация с минералното масло е свързано с висока ефикасност и реализиране на най-висока продуктивност, с доказани разлики спрямо останалите варианти. Сходни резултати съобщават Yankova и колектив (2009), където при комбинирано използване на синтетични инсектициди с Акарзин, както и при самостоятелно прилагане на минералното масло срещу *Myzus persice* се установява висока ефикасност на продуктите. Според авторите този факт дава друга алтернативна възможност за контролиране плътността на

In order to make a complete evaluation of the effectiveness of each variant, both its influence on the productivity of alfalfa and its stability, the reaction of the crop in the different years should be taken into account. Very valuable information about the technological value of the variants was given by the indicator YSi for a simultaneous evaluation of yield and stability, based on the significance of the differences in the yield and the variance of interaction with the environment.

It should be noted that the treatment of alfalfa with Eforia in reduced doses and in combination with the mineral oil was associated with the highest efficacy and realization of the highest productivity, as differences compared to the other variants were significant. Similar results reported Yankova and colleagues (2009), where the combined use of synthetic insecticides with Akarzin and it alone application against *Myzus persice* resulted in high product efficacy.

According to the authors, that fact gives another alternative possibility to control green peach aphid density in greenhouse зелената прасковена листна въшка при оранжерийно производство на пипер.

Обобщаващият критерий за стабилност YS_i на Kang, отчитайки едновременно и стабилността, и стойността на добива дава негативна оценка на нетретираната контрола, характеризирайки я като най-ниско добивна. Според този критерий технологично най-ценен е варианта Акарзин + Ефория – 0.03 %, следван от Акарзин + Ефория - 0.01 % и самостоятелната употреба на Ефория. Тези варианти съчетават високи стойности на добива и много висока стабилност на показателя през различните години.

От гледна точка на технологията за отглеждане на люцерна за фураж, самостоятелното третиране с Акарзин получава оценка 0. То съчетава добри добиви, но с по-ниска стабилност през отделните години на проучването.

pepper production.

The generalizing criterion of stability YSi, which considered both stability and value of productivity, gave a negative evaluation only for the untreated control, characterizing it as the most unstable and low-yielding variant. According to that criterion, Akarzin + Eforia 0.03% was the technologically most valuable variant, followed by Akarzin + Eforia 0.01% and alone use of Eforia. These variants united high values of yield and high stability of this indicator during the different years.

The treatment with Akarzin given a score of 0 in terms of technology for alfalfa grown for forage. It combined good yields, but with lower stability over the years of the study.

ИЗВОДИ

— С най-висока стабилност се отличава комбинираното третиране на люцерна с Ефория 045 ЗК в редуцирана доза 0.03% и минералното масло Акарзин, следван от Акарзин + Ефория – 0.01 % и самостоятелната употреба на Ефория.

— Технологично най-ценни, съчетаващи висока стабилност и продуктивност през различните години, се явяват вариантите с приложение на синтетичния инсектицид Ефория в редуцирани дози и Акарзин.

CONCLUSIONS

— The combined treatment of alfalfa with Eforia 043ZK in a reduced dose of 0.03% and mineral oil Akarzin was the technologically most valuable variant, followed by Akarzin + Eforia 0.01% and alone use of Eforia.

— Variants of combined use of the synthetic insecticide Eforia in reduced doses and Akarzin were technologically the most valuable, uniting high stability and productivity over the years.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Barov, V.**, 1982. Analysis and schemes of field experience. NAPS, Sofia (Bg).

2. **Deka, S., RK. Tanwar, R. Sumith, N. Sabir, OM. Bambawale and B. Singh**, 2011. Relative efficacy of agricultural spray oil and azadirachtin against two-spotted spider mite (Tetranychus urticae) on cucumber (Cucumis sativus) under greenhouse and laboratory conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81 (2), 158-62.

3. **Delchev, G., N. Georgieva and I. Nikolova**, 2013. Stability evaluation of mixtures among preparations with different biological effect on the basis of grain yield in spring vetch. *Agricultural science and technology*, 5 (3), 313-317.

4. **Demkin, VA**, 2008. Agroecological aspects of pea protection from a complex of harmful insects in the zone of unstable moistening of the Stavropol Territory. Dissertation, Stavropol, Russia (Ru).

5. **Georgieva, N. and I. Nikolova**, 2010. Study of influence of new biologically active substances on the grain yield and density of Acyrthosiphon pisi Kalt. (Homoptera, Aphididae) in sprung forage pea. *General and applied plant physiology*, 36 (1-2), 40-48.
6. **Georgieva, N., I. Nikolova and G. Delchev**, 2015. Organic cultivation of field pea by use of products with different action. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13 (4), e0906, 13 pages.
7. **Kang, M.**, 1993. Simultaneous selection for yield and stability: Conseguence for growers. *Agronomy Journal*, 85, 754-757.
8. **Lidanski, T.**, 1998. Statistical methods in biology and agriculture. Zemizdat, Sofia (Bg).
9. **Mascarin, GM. and I.Jr. Delalibera**, 2012. Insecticidal activity of the granulosis virus in combination with neem products and talc powder against the potato tuberworm phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop. Entomol.* (2012) 41:223-231.
10. **Nikolova, I. and N. Georgieva**, 2015. Systems of organic farming in spring vetch II: Biological response of Aeolothrips intermedius Bagnall and Coccinella septempunctata L. *Pesticides and Phytomedicine*, 30(3), 147-153.
11. **Shannin, J.**, 1977. Methodology of Field Experience. Bulgarian Academy of Sciences, Sofia (Bg).
12. **Shukla, G.**, 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype – environmental components of variability. *Heredity*, 29, 237-245.
13. **Tsibulko, VS, Yu. Buryak, S. Popov and O. Chornobab**, 2000. Pea, winter vetch, lucerne. Novelties in the technology of cultivation for seed, Kharkov, University Press, Ukraine.
14. **Wricke, G.**, 1962. Über eine Methode zur Erfassung der ekologischen Strekbreitein Feldersuchen. *Pflanzenzuecht*, 47, 92-96.
15. **Yankova, V., D. Markova, V. Todorova and G. Velichkov**, 2009. Biological activity of certain oils in control of green peach aphid (Myzus persice Sulz.) on pepper. *Acta Hortic*, 830: 619-626.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (2), 101-111 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Сравнителна оценка на толерантността към ниски температури на образци грах

Наталия Георгиева[1]*, Ивелина Николова[1], Валентин Косев[1], Анна Илиева[1], Нуреттин Тахсин[2]

[1]*Институт по фуражни култури, Ген. Владимир Вазов 89, 5800 Плевен, България*
[2]*Аграрен Университет, Менделеев 12, 4000 Пловдив, България*

Comparative assessment of tolerance to low temperatures of pea accessions

Natalia Georgieva[1]*, Ivelina Nikolova[1], Valentin Kosev[1], Anna Ilieva[1], Nurettin Tahsin[2]

[1]*Institute of forage crops, 89 Gen. Vladimir Vazov str., 5800 Pleven, Bulgaria*
[2]*Agricultural University, 12 Mendeleev str., 4000 Pleven, Bulgaria*

**E-mail: imnatalia@abv.bg*

Received: 27.03.2018 *Accepted:* 20.07.2018 *Published:* 20.09.2018

РЕЗЮМЕ

Настоящето проучване има за цел оценка толерантността към ниски температури на десет образци грах (Kolorado, Arkta, P-342, Wt 6806, №3981, Fenn, BR 2-P, Szegedi szurke, WPM, Mir). Експериментът е осъществен през 2016 г., в лабораторната база на Института по лозарство и винарство (Плевен), в хладилна камера по метода на пряко замразяване до температура -11 °C. Подложените на стрес растения проявяват различна чувствителност като процентът преживяемост варира в границите от 35.0 до 100.0%. Образците Kolorado, Arkta, Fenn и Мир се отличават с най-висока процент преживели растения (85.0-100.0%) и според изчислените стойности на доверителния интервал за всеки от тях, формират една група, определяща ги като толерантни. Четири от образците (P-342, Wt 6806, № 3981 и WPM) показват сравнително ниска преживяемост (от 35.0 до 48.3%) и се определят като чувстви-

SUMMARY

The present study aimed to assess the tolerance to low temperatures of 10 pea accessions (Kolorado, Arkta, P-342, Wt 6806, №3981, Fenn, BR 2-P, Szegedi szurke, WPM, Mir). The experiment was carried out during 2016, in the laboratory base of the Institute of viticulture and enology (Pleven), in a frost camera up to -11 °C, by the direct freezing method. The stress-exposed plants exhibited different susceptibility as the percentage of surviving plants varied in the limits of 35.0 to 100.0%. Accessions Kolorado, Arkta, Fenn and Mir were distinguished with the highest survival (85.0-100.0%) and according to the calculated values of the confidence interval for each of them, they formed one group defining them as tolerant. Four of the accessions (P-342, Wt 6806, № 3981 and WPM) showed a relatively low survival (from 35.0 to 48.3%) and were determined as

телни на нискотемпературен стрес. Със стойност на преживяемост от 75.0%, образец Szegedi szurke заема междинно положение и е среднотолерантен. Параметрите, корелиращи с високи стойности с толерантността към ниски температури са съдържание на водоразтворими захари на растенията (r = 0.833), относително водно съдържание на листата (r = -0.862) и индекс на жизненост на семената (r = 0.691).

Ключови думи: толерантност, ниски температури, грах, образци

susceptible to low-temperature stress. With a survival value of 75.0%, accession Szegedi szurke occupied an intermediate position and was moderately tolerant. The parameters correlating with high values with the tolerance to low temperatures were the content of soluble sugars (r = 0.833) in plants, relative water content (r = -0.862) of leaves and seedling vigor index (r = 0.691).

Key words: tolerance, low temperatures, pea, accessions

УВОД

Грахът е икономически важна бобова култура. Той има основно значение за системите на селскостопанско производство, осигурявайки устойчи-вост и възможност за ротация на кул-турите. Предимствата на ротациите включват повишаване на азотното съдържание в почвата чрез биологична фиксация и възможности за контрол на плевелите (Shafiq, 2012). Семената и биомасата на граха са богати на протеини, поради което се използват широко за фураж в свежо състояние, за зелено торене, като сено и силаж (Mihailović and Mikić, 2004; Nunes et al., 2006).

Един от основните фактори, ограничаващи високата продуктивност на културата и разширяването на районите на отглеждането ú в световен мащаб, е чувствителността към ниски температури (Shafiq, 2012). Ниските температури представляват сериозен проблем за граха както във вегетативната, така и в репродуктивната фаза на развитие. При температурните условия на страните от Европа и Северна Америка студът през зимата или сланата през ранна пролет могат значително да повредят или унищожат растенията (Stoddard et al., 2006). Понижаването на температурата на нива под 0 °C води до трансформиране на водата в растителните тъкани в ледени кристали, вътрешноклетъчна дехидратация и повреди. Възможно е разрушаване на плазмената мембрана, последвано от клетъчна смърт (Jacobsen et a., 2005).

Отглеждането на граха като зимна

INTRODUCTION

Pea is an economically important legume culture. It has a fundamental meaning for agricultural production systems, providing sustainability and possibilities for crop rotation. Advantages of crop rotation include increasing nitrogen content in the soil through biological fixation and improved weed control (Shafiq, 2012). The seeds and biomass of pea are rich in proteins wherefore are widely used for fresh fodder, green manure, as hay and silage (Mihailović and Mikić, 2004; Nunes et al., 2006).

One of the main factors limiting the high productivity of the crop and the enlargement of the cultivated areas in the world is the sensitivity to low temperatures (Shafiq, 2012). Low temperatures are a serious problem for pea in both the vegetative and reproductive stages of development. Under the temperature conditions of the countries of Europe and North America, cold in the winter or frost in early spring could significantly damage or kill the plants (Stoddard et al., 2006).

Lowering the temperature below 0 °C results in the water transformation into plant tissues in ice crystals, intracellular dehydration and damages. It is possible a rupturing the plasma membrane followed by cellular death (Jacobsen et al., 2005).

Growing pea as a winter crop for

култура за условията на страната изисква образци, издържащи температури до -12 ÷ -20°C при полски условия (Kostov and Pavlov, 1999) или проявяващи толерантност и ниска степен на повреди при ниски температури. Редица изследователи са тествали чувствителността към ниски температури през първите няколко седмици от развитие на грахови растения (Ali et al., 1999; Meyer and Badaruddin, 2001), като е установено вариране между образците и прояви на толерантност в ранните вегетативни фази (Badaruddin and Meyer, 2001; Bourion et al., 2003). Според Shafiq (2012) идентифицирането на образци със слабо проявена чувствителност към ниски температури е основа за селекция на образци грах с повишена толерантност към подобен стрес.

Целта на изследването е да се сравни чувствителността към ниски температури на образци грах в хладилна камера и определяне на образци с изразена толерантност.

country conditions requires accessions that can withstand temperatures up to -12 ÷ -20 °C under field conditions or exhibit tolerance and low level of damage at low temperatures (Kostov and Pavlov, 1999). A number of researchers have investigated the sensitivity to low temperatures during the first few weeks of pea development (Ali et al., 1999; Meyer and Badaruddin, 2001), with a variation between accessions and manifestations of tolerance in the early vegetative stages were found (Badaruddin and Meyer, 2001; Bourion et al., 2003). According to Shafiq (2012), the identification of accessions with slightly expressed sensitivity to low temperatures is the base for breeding of pea varieties with increased tolerance to such stress.

This study aimed to compare the sensitivity to low temperatures of pea accessions in frost camera and determination of tolerant ones.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Сравнителната оценка на десет образци грах (Таблица 1) е осъществена през 2016 г. в лабораторната база на Институт по лозарство и винарство, в хладилна камера по метода на пряко замразяване (Tsenov and Petrova, 1984; Shafiq, 2012).

MATERIAL AND METHODS

The comparative assessment of 10 pea accessions (Table 1) was carried out in 2016 in the laboratory base of the Institute of viticulture and enology, in a frost camera by the direct freezing method (Tsenov and Petrova, 1984; Shafiq, 2012).

Table 1. Произход и видова принадлежност на образци грах, тествани в условия на нискотемпературен стрес

Table 1. Origin and species affinity of pea accessions tested under low-temperature stress conditions

№	Образци/Accessions	Произход/Origin	Вид/Species
1.	Kolorado	САЩ/USA	*P.sativum var. arvense*
2.	Arkta	Чехия/ Czech Republic	*P.sativum var. arvense*
3.	P-342	Сърбия/ Serbia	*P.sativum var. arvense*
4.	Wt 6806 (wild population)	Полша/ Poland	*P.sativum var. arvense*
5.	№3981	Грузия/ Georgia	*P.sativum var. arvense*
6.	Fenn	САЩ/ USA	*P.sativum var. arvense*
7.	BR 2-P	Сърбия/ Serbia	*P.sativum var. arvense*
8.	Szegedi szurke	Унгария/ Hungary	*P.sativum var. arvense*
9.	WPM (wild population)	Чехия/ Czech Republic	*P. sativum var. melanocarpum*
10.	Mir	България/ Bulgaria	*P. sativum var. arvense*

Сеитба е извършена през първата седмица на месец октомври във вегетационни съдове с размери 47×17×13 cm с вместимост 5-6 kg почва. Растенията поникват и се развиват при естествени условия, при необходимост се поливат и своевременно се отстранява снежната покривка (Petrova and Chipilski, 2014). През втората половина на месец декември, при достигане на температурата на въздуха до -6 °C, растенията (във фаза 3-5 лист) във вегетационните съдове се подлагат на нискотемпературен стрес в хладилна камера при контролирани условия. Първоначалната температура в камерата е -5 °C, като на всеки час стойността ú е понижена с 2 °C до достигане на -11°C (Popova, 1991; Shafiq, 2012). Въздействието на крайната температура продължава 3 часа, след което съдовете с граха се изваждат от хладилната камера и се аклиматизират постепенно до температура на околната среда (-2°C).

След пълното размразяване на почвата, те се пренасят за възстановяване и отрастване на растенията в лабораторни условия. На 14-я ден след осъществяване на експеримента са отчетени степента на повреда (визуално, чрез процента на повредена растителна площ от 0 /без повреда/ до 100% /напълно загинали растения/) и преживяемостта на растенията по формулата (Vinogradova and Barshkova, 1976):

Sowing was conducted in the first week of October in vegetation pots measuring 47×17×13 cm, filled with 5-6 kg soil. The plants germinated and developed under natural conditions, if necessary they were watered and the snow cover was removed (Petrova and Chipilski, 2014). In the second half of December, when the air temperature reached -6 ° C, the plants (in the stage of 3-5 leaf) as they were in the vegetation pots, were exposed to a low-temperature stress in a frost camera under controlled conditions.

The initial camera temperature was -5 ° C, and the value was decreased by 2 ° C every hour to reaching -11 ° C (Popova, 1991; Shafiq, 2012). The effect of the final temperature lasted for 3 hours, after which the pots with pea were removed from the frost camera and gradually acclimatized to ambient temperature (-2 ° C).

After complete thawing of the soil, the plants were carried for restoration and regrowth in laboratory conditions. On the 14th day after the experiment, the degree of damage (visually, by the percentage of damaged plant area of 0 / no damage / to 100% / completely killed plants) and the survival plants (%) were recorded according to the formula (Vinogradova and Barshkova, 1976):

$$p = \frac{n}{N} \times 100(\%)$$

където: p-% живи растения; n-брой живи растения; N-общ брой растения

Въз основа на изчислената преживяемост и подобрената 3-бална скала на Erskine et al. (1981) (по Muehlbauer and Kaiser, 2012), тестваните образци се класифицират като: толерантни (бал 1) = над 75% преживяемост, средно толерантни (бал 2) =

where: p-% survival plants; n-number of survival plants; N-total number of plants

Based on the calculated survival of plants and improved 3-scored scale of Erskine et al. (1981) (Muehlbauer and Kaiser, 2012), the tested accessions were classified as: 1 (tolerant) = more than 75% surviving, 2 (moderately tolerant) = between 50 and 75%, and 3 от 50 до 75%, и чувствителни (бал 3) = под 50% преживяемост.

Физиологичните параметри относително водно съдържание (RWC, %) (по метода на Barrs and Weatherley, 1962) на листата и съдържание на разтворими захари (SSC, %) (Ermakov et al., 1987) в граховите растения са определени преди налагане на въздействието на ниски температури. Индексът на жизненост на семената (SVI, %) е изчислен по формулата на Abdul–Baki and Anderson (1973). Математическата обработка на експерименталните данни е осъществена с помощта на софтуерен продукт Statgraphics Plus.

(susceptible) = less than 50% surviving.

The physiological parameters, the relative water content (RWC) (by the method of Barrs and Weatherley, 1962) of the leaves and the content of soluble sugars (SSC) (Ermakov et al., 1987) of the pea plants were determined prior to the impact of low temperatures. The seedling vigour index (SVI, %) was calculated according to Abdul–Baki and Anderson (1973). The statistical processing of experimental data was conducted using the Statgraphics Plus software program.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През последните десет години през месеците декември, януари и февруари в района на Плевен, който се характеризира с типично континентален климат, отрицателни температури на въздуха достигат до -15 ÷ -17 °C – стойности, които са критични за граховите растения в ранните фази на развитие. Подложените на нискотемпературен стрес образци грах, обект на настоящото проучване, проявяват различна чувствителност. Данните относно процента на преживелите растения след пряко замразяване в хладилна камера до -11 °C варират съществено, в границите от 35.0 до 100.0% (Таблица 2). Образците Kolorado, Arkta, Fenn и Мир се отличават с най-висока преживяемост и според изчислените стойности на доверителния интервал за всеки от тях, те попадат в една група, определяща ги като толерантни (Т).

RESULTS AND DISCUSSION

In the last ten years, in December, January and February, in the region of Pleven, which was characterized by a typical continental climate, the negative air temperatures reached -15 ÷ -17 °C – values that were critical for the pea plants in the early stages of development. Pea accessions, objects of the present study, exposed to the low-temperature stress exhibited different susceptibility. Data regarding the percentage of surviving plants after direct freezing in frost camera up to -11 ° C varied substantially in the limits of 35.0 to 100.0% (Table 2). Accessions Kolorado, Arkta, Fenn and Mir were distinguished with the highest survival and according to the calculated values of the confidence interval for each of them, they fell into one group defining them as tolerant (T).

Таблица 2. Толерантност към ниски температури на образци грах в хладилна камера
Table 2. Tolerance to low temperatures of pea accessions in frost camera

Образци Accessions	Преживяемост на растенията Survival of plants, %	Доверителен интервал Confidence interval, %	Скала на толерантност Degree of tolerance*	Степен на повреда Degree of damage, %	Доверителен интервал Confidence interval, %
Kolorado	100.0	85.1-114.9	T	2.7	3.5-8.8
Arkta	100.0	85.1-114.9	T	2.4	3.8-8.5
P-342	45.0	30.1-59.9	S	91.0	84.8-97.2
Wt 6806	35.0	20.1-49.9	S	86.5	80.5-92.8
№3981	35.0	20.1-49.9	S	87.6	81.5-93.8
Fenn	100.0	85.1-114.9	T	17.1	10.8-23.2
BR 2-P	85.0	70.1-99.9	T	32.3	26.2-38.5
Szegedi szurke	75.0	60.1-89.9	MT	55.3	49.2-61.5
WPM	48.3	33.4-63.2	S	88.5	82.5-94.8
Mir	100.0	85.1-114.9	T	48.3	42.4-54.5
средно	72.3			51.2	
$LSD_{0.05}$	10.1			4.2	

*T - Tolerant, MT - Moderately Tolerant, S - Susceptible

Четири от образците (P-342, Wt 6806, №3981 и WPM) имат сравнително ниска преживяемост в диапазона от 35.0 до 48.3%. Горната граница на доверителния интервал при тях не съвпада с границите на доверителния интервал на образците от толерантната група. Образците, включени в тази група, се определят като чувствителни (S) на нискотемпературен стрес. Със стойност на преживяемост от 75.0%, Szegedi szurke заема междинно положение и според посочената по-горе скала се определя като средно-толерантен (MT).

Показателят степен на повреда, изчислен въз основа %-та повреда при растенията, които са преживели успешно нискотемпературния стрес, е допълнителен критерий за оценка на образците и възможността им да преодолеят абиотичния стрес с минимални повреди. Особено внимание заслужават образците от толерантната група Kolorado и Arkta, които се характеризират с нисък процент на повреда (2.4-2.7%), за разлика от Fenn и Мир от същата група, при които процентът на повреда е значително по-висок (17.1 - 48.3%). В групата на

Four of the accessions (P-342, Wt 6806, №3981 and WPM) had a relatively low survival ranging from 35.0 to 48.3%. The upper limit of the confidence interval did not match the limits of the confidence interval of the accessions from the tolerant group. The accessions included in this group were defined as susceptible (S) of low-temperature stress. With a survival value of 75.0%, Szegedi szurke occupied an intermediate position and was determined as moderately tolerant (MT) according to the above-mentioned scale.

The degree of damage, calculated on the base of the percentage of damaged area in plants which were successfully survived the low-temperature stress, was an additional criterion for assessment of the accessions and their ability to overcome the abiotic stress with minimal injuries. A special attention deserved accessions of the tolerant group Kolorado and Arkta, which were characterized by a low percentage of damage (2.4-2.7%), in contrast to Fenn and Mir of the same group, where the percentage of damage was considerably higher (17.1 - 48.3%).

чувствителните образци, процентът на повреда бележи съществено повишение и стойности в диапазона 86.5 – 91.0%, което според редица изследователи (Mahajan and Tuteja, 2005; Liang et al., 2007) е свързано с неблагоприятни последици върху растежа и развитието на растенията, и понижена продуктивност.

Според Shafiq (2012) магнитудът на температурен стрес и фенологичната фаза на развитие на културата са двата основни фактора, които определят реакцията към стреса и възстановяването след неговото преустановяване. При проучването на няколкоседмични грахови поници, Badaruddin and Meyer (2001) установяват 32% оцеляване при -4 °C в продължение на 4 часа. При подобни скрининг експерименти, най-подходящата температура и продължителност на въздействие е тази, която позволява диференциране на толерантни и чувствителни образци в рамките на вида. Тестването при по-ниска температура в условията на настоящия експеримент подчертава толерантността на Kolorado и Arkta, които показват най-висок процент на преживяемост и същевременно ниска степен на повреда. На основа на варирането в студоустойчивостта, установена в различни фенологични фази на грах, някои изследователи (Shafiq, 2012) считат че този параметър може да бъде подобрен ефективно чрез фенотипен подбор.

Факторите, определящи толерантност към ниски температури, могат да се свързани с географския произход на образците, някои морфологични и растежни параметри (Shafiq, 2012), фенологични особености (Kendal et al., 2016) и биохимични показатели (Guy, 1990). При проучване на 83 сорта от вида *Pisum sativum*, Shafiq (2012) наблюдава повишена студоустойчивост при тези с произход Англия, Естония, Казахстан и Китай. Според автора условията на отглеждане на грах в тези страни се характеризират с

In the group of susceptible accessions, the damage percentage showed significantly increase and values ranging from 86.5 to 91.0%, which according to a number of researchers (Mahajan and Tuteja, 2005; Liang et al., 2007) was related with adverse effects on plant growth and development, and reduced productivity.

According to Shafiq (2012), the magnitude of temperature stress and the phenological stage of crop development were two main factors that determine the response to stress and recovery after its termination. When studying several weeks seedlings, Badaruddin and Meyer (2001) found 32% survival at -4 ° C for 4 hours.

In similar screening experiments, the most appropriate temperature and duration of impact is that which allows the differentiation of tolerant and sensitive accessions within the species. Testing at a lower temperature in the context of this experiment highlights the tolerance of Kolorado and Arkta, which show the highest percentage of survival and, at the same time, a low degree of damage. Based on the variation in cold resistance established in different phenological phases of pea, some researchers (Shafiq, 2012) consider that this indicator can be improved effectively by phenotypic selection.

Factors determining low-temperature tolerance may relate to the geographical origin of the accessions, some morphological and growth parameters (Shafiq, 2012), phenological peculiarities (Kendal et al., 2016), and biochemical indicators (Guy, 1990). In studying 83 cultivars Pisum sativum species, Shafiq (2012) observed an increased frost resistance in those originating in England, Estonia, Kazakhstan and China. According to the author, the conditions of pea cultivation in these countries were characterized by ниски температури в началните фази от развитието на растенията, което ги прави слабочувствителни и подходящи при избор на родителски форми с повишена студо и зимоустойчивост. Подобна толерантност, свързана с географския произход на сортовете, проявяват и образците с произход Англия (Kolorado и Fenn) и в настоящето изследване.

Особен интерес представляват проучвания, свързани с установяване на зависимост между зимо- и студоустойчивост и някои физиологични параметри. Според Nagao et al. (2005) повишената концентрация на разтворими карбохидрати играе важна роля за оцеляване при температури на замръзване чрез осигуряване на резервна енергия за растежа и развитието на растенията. Разтворимите захари служат като осмолити (регулиратори на флуидния баланс) и предпазват клетъчните мембрани от промяна в пропускливостта и повреда вследствие клетъчната дехидратация по време на нискотемпературен стрес (Nagao et al., 2005). Друг физиологичен показател, водното съдържание (MC) и относителното водно съдържание (RWC) в листата, също имат отношение към температурния стрес. Ниското съдържание на вода ограничава наличието на свободна вода, предотвратява образуването на лед в клетките и междуклетъчните пространства и подобрява толеранса към замръзване (Guy, 1990).

Варирането между образците, обект на настоящото проучване, е съществено по отношение на RWC (75.84 - 84.56%) и е в значително по-тесни граници по отношение съдържание на SS (10.2 - 13.0%), но следва зависимостите, установени в посочените по-горе изследвания (Фигура 1). Така например чувствителните образци P-342, Wt 6806, № 3981 и WPM, се характеризират със сравнително по-високо RWC и ниско SSC (средни стойности от 82.8 и 11.1%, съответно).

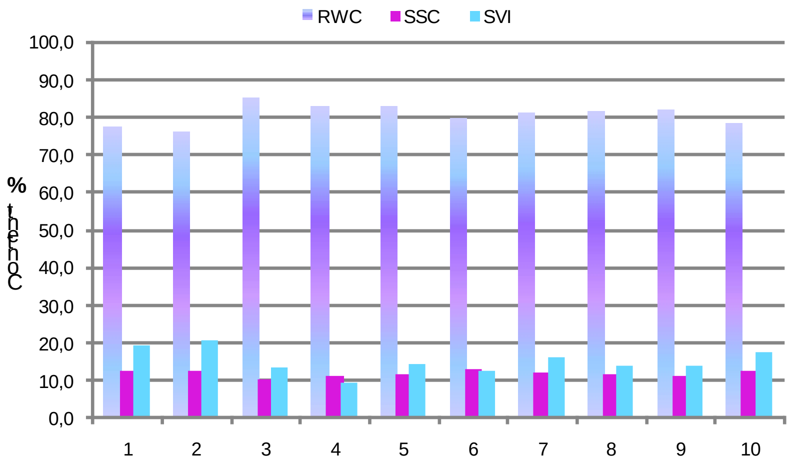
low temperatures in the early stages of plant growth, making them less sensitive and suitable for choosing parental forms with increased cold and winter resistance. Similar tolerance related to the geographical origin of the cultivars was also demonstrated by accessions originating in England in the present study (Kolorado and Fenn).

A particular interest presents studies related to establishing dependence between winter and cold resistance and some physiological parameters. According to Nagao et al. (2005) an increased concentration of soluble carbohydrates plays an important role in survival at freezing temperatures by providing reserve energy for plant growth and development.

Soluble sugars serve as osmolytes (fluid balance regulators) and protect cell membranes from permeability changes and damage due to cell dehydration during low temperature stress (Nagao et al., 2005). Another physiological indicator, moisture content (MC) and relative water content (RWC) in the leaves also has a relationship to temperature stress.

The low water content limits the availability of free water, prevents ice formation in cells and intercellular spaces and improves tolerance to frost (Guy, 1990).

The variation among accessions which were subjects of the present study was considerable with respect to RWC (75.84 - 84.56%) and in narrower limits for SSC (10.2 - 13.0%), but followed the dependencies found in abovementioned investigations (Figure 1). For example, the susceptible accessions P-342, Wt 6806, № 3981 and WPM were characterized by relatively higher RWC and low SSC (average values of 82.8 and 11.1%, respectively).



1-Kolorado, 20-Arkta, 3-P-342, 4-Wt 6806, 5-№ 3981, 6-Fenn,7-BR 2-P, 8-Szegedi szurke, 9-WPM, 10-Mir
RWC-relative water content, SSC-soluble sugars content, SVI-seedling vigor index

Фиг. 1. Относително водно съдържание, водоразтворими захари и индекс на жизненост при образци грах
Fig. 1. Relative water content, soluble sugars content and seedling vigor index in pea accessions

В противовес, при образците от толерантната група (Kolorado, Arkta, Fenn и Мир) се наблюдава повишение в SSC и понижение в RWC, съответно с 13.5% и с 5.4%. Корелационният анализ на данните показва отрицателна зависимост между толерантността към ниски температури и RWC (r = -0.862) и положителна с SSC (r = 0.833). Последната зависимост е в потвърждение на резултатите, получени от Palonen et al. (2000), според които високото ниво на разтворими въглехидрати (фруктоза, глюкоза, захароза, рафиноза и сорбитол) корелира положително с нивото на толерантност към температури под 0 °C. Изчисленият индекс на жизненост (SVI) при десетте сорта грах също корелира поло-жително (r = 0.691) с толерантността на образците грах към ниски температури. Това кореспондира с установената от Shafiq (2012) способност при образци грах с повишена жизненост на семената да компенсират и редуцират поражения вследствие температурен стрес в ранните етапи от развитие на растенията.

In contrast, in accessions from the tolerant group (Kolorado, Arkta, Fenn and Mir), an increase in SSC and a decrease in RWC (by 13.5% and 5.4%, respectively) was observed. The correlation analysis of data showed a negative dependence between low-temperature tolerance and RWC (r = -0.862), and a positive one with SSC (r = 0.833). The last dependence confirmed the results obtained by Palonen et al. (2000), according to which the high level of soluble carbohydrates (fructose, glucose, sucrose, raffinose and sorbitol) correlated positively with the level of tolerance to sub-zero temperatures. The calculated seedling vigor index (SVI) for the ten pea accessions also correlated positively (r = 0.691) with the tolerance to low temperatures. This corresponded to the established by Shafiq (2012) ability in pea varieties with increased seed vigor to compensate and reduce damages due to temperature stress in the early stages of plant growth.

ИЗВОДИ

Подложените на нискотемпературен стрес десет сорта грах проявяват различна чувствителност като процентът преживели растения след пряко замразяване в хладилна камера до -11 °С варира в границите от 35.0 до 100.0%.

Образците Kolorado, Arkta, Fenn и Мир се отличават с най-висока преживяемост (85.0-100.0%) и според изчислените стойности на доверителния интервал за всеки от тях, формират една група, определяща ги като толерантни. Четири от образците (P-342, Wt 6806, № 3981 и WPM) показват сравнително ниска преживяемост (в диапазона от 35.0 до 48.3%) и се определят като чувствителни на нискотемпературен стрес. Със стойност на преживяемост от 75.0%, Szegedi szurke заема междинно положение и е среднотолерантен.

Толерантността на образците към ниски температури корелира положително със съдържанието на водоразтворими захари на растенията (r = 0.833) и индекса на жизненост на семената (r = 0.691), и отрицателно с относителното водно съдържание (r = -0.862) на листата.

CONCLUSIONS

The ten pea accessions exposed to a low-temperature stress exhibited different susceptibility as the percentage of surviving plants after direct freezing in frost camera up to -11 °C varied in the limits of 35.0 to 100.0%.

Accessions Kolorado, Arkta, Fenn and Mir were distinguished with the highest survival (85.0-100.0%) and according to the calculated values of the confidence interval for each of them, they formed one group defining them as tolerant. Four of the accessions (P-342, Wt 6806, № 3981 and WPM) showed a relatively low survival (from 35.0 to 48.3%) and were determined as susceptible to low-temperature stress. With a survival value of 75.0%, accession Szegedi szurke occupied an intermediate position and was moderately tolerant.

The tolerance of accessions to low temperatures correlated positively with the content of soluble sugars (r = 0.833) in plants and seedling vigor index (r = 0.691), and negatively with the relative water content (r = -0.862) of leaves.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ali, A., D. L. Johnson and C. Stushnoff**, 1999. Screening lentil (Lens culinaris) for cold hardiness under controlled conditions. *Journal of Agricultural Science*, 133(3) 131-319.

2. **Abdul-Baki, A. A. and J. D. Anderson**, 1973. Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13(6), 630-633

3. **Badaruddin, M. and D. W. Meyer**, 2001. Factors modifying frost tolerance of legume species. *Crop Science*, 41(6), 1911-1916.

4. **Bourion, V., I. Lejeune-Henaut, N. Munier-Jolain and C. Salon**, 2003. Cold acclimation of winter and spring peas: carbon partitioning as affected by light intensity. *European Journal of Agronomy*, 19(4), 535-548.

5. **Barrs, H.D. and P. E. Weatherley**, 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Australian Journal of Biological Science*, 15(3), 413-428.

6. **Ermakov, A., V. Arasimovich, N. Yarosh, Y. Peruanski, G. Lukovnikova, M. Ikonomova**, 1987. Methods of biochemical surveys of plants. Agropromizdat, Moscow (Ru).

7. **Guy, C.L.**, 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: Role of protein metabolism. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 41, 187-223.

8. **Jacobsen, S. E., C. Monteros, J. L. Christiansen, L. A. Bravo, L. J. Corcuera and A. Mujica**, 2005. Plant response of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.)

to frost at various phonological stages. *European Journal of Agronomy*, 22(2), 131-139.
9. **Kendal, E., S.M. Salih, S. Tekdal, H. Aktas and M. Karaman**, 2016. Assessment of the impactof ecological factors on yield and quality parameters in triticale using GGE biplot and AMMI analysis. *Pakistan Journal of Botany*, 48(5), 1903-1913.
10. **Kostov, K. and D. Pavlov**, 1999. Forage production. Academic press, AU, Plovdiv (Bg).
11. **Liang, Y., H. Chen, M.J. Tang, P.F. Yang and S.H. Shen**, 2007. Responses of Jatropha curcas seedlings to cold stress: photosynthesis-related proteins and chlorophyll fluorescence characteristics. *Physiologia Plantarum,* 131(3), 508-517.
12. **Mahajan, S. and N. Tuteja**, 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics,* 444, 139-158.
13. **Meyer, D.W. and M. Badaruddin**, 2001. Frost tolerance of ten seedling legume species at four growth stages. *Crop Science*, 41(6), 1838-1842.
14. **Mihailović, V. M. and A. M. Mikić**, 2004. Leaf type and grain yield in forage pea. *Genetika*, 36(1), 31-38.
15. **Muehlbauer, F. J. and W.J. Kaiser**, 2012. Expanding the production and use of cool season food legumes: A global perspective of peristent constraints and of opportunities and strategies for further increasing the productivity and use of pea, lentil, faba bean, chickpea and grasspea in different farming systems. Springer Science & Business Media, USA.
16. **Nagao, M., A. Minami, K. Arakawa, S. Fujikawa and D. Takezawa**, 2005. Rapid degradation of starch in chloroplasts and concomitant accumulation of soluble sugars associated with ABA-induced freezing tolerance in the moss *Physcomitrella patens*. *Journal of Plant Physiology*, 162(2), 169-180.
17. **Nunes, M.C., A. Raymundo and I. Sousa,** 2006. Rheological behaviour and microstructure of pea protein/k-carrageenan/starch gels with different settings conditions. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 106-113.
18. **Petrova, S. and R. Chipilski**, 2014. Study of frost resistance of chickpea accessions (Cicer arietinum) in frost chamber. In: Proceedings of X Jubille National Scientific Conference with national participation “Ecology and Health” (L. Hadzhinikolova, M. Mihov, M., G. Somov, T. Prokopov, P. Gatseva, A. Karova, eds), Plovdiv, Bulgaria, pp.169-172 (Bg).
19. **Popova, J.,** 1991. Study on cold resistance of forage pea hybrids. *Rastenievadni nauki*, 3/6, 4-43 (Bg).
20. **Shafiq, Sh.**, 2012. Reproductive frost tolerance in field pea (Pisum sativum L.). Dissertation, University of Adelaide, USA.
21. **Stoddard, F.L., C.Balko, W.Erskine, H.R. Khan, W. Link and A. Sarker**, 2006. Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool-season food legumes. *Euphytica*, 147(1-2), 167-186.
22. **Tsenov, A. and D. Petrova**, 1984. Methods for evaluation of breeding materials of winter cereal and grain-legume crops to stress impacts. *Rastenievadni nauki*, 6, 77-86 (Bg).
23. **Vinogradova, V. and E. Barshkova**, 1976. Statistical processing of results of freezing and distribution of winter grain varieties by groups of resistance. Methods for assessing the resistance of plants to adverse environmental conditions. *Scientific Works of VASHIL,* Leningrad, 138-151 (Ru).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (2), 112-120 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Наблюдение и събиране на растителен генетичен материал от ливадни тревни видове в България и Словакия

Янка Мартинкова[1]*, Мириам Кизекова[1], Цветослав Миховски[2], Марияна Янкова[1], Йозеф Кундерлик[1], Зузана Дугатова[1], Татяна Божанска[2], Минко Илиев[2]

[1]*Национален център по земеделие и храните - Изследователски институт по пасища и планинско земеделие, Банска Бистрица, Словакия*
[2]*Институт по планинско животновъдство и земеделие, Троян, България*

Monitoring and collecting of plant genetic resources from meadow grass species in Bulgaria and Slovakia

Janka Martincová[1]*, Miriam Kizeková[1], Tsvetoslav Mihovsky[2], Mariana Jančová[1], Jozef Čunderlík[1], Zuzana Dugátová[1], Tatyana Bozhanska[2], Minko Iliev[2]

[1]*National Agricultural and Food Centre - Grassland and Mountain Agriculture Research Institute, Banská Bystrica, Slovakia*
[2]*Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan, Bulgaria*

**E-mail: martincova@vutphp.sk*

Received: 26.04.2018 *Accepted:* 10.09.2018 *Published:* 20.09.2018

РЕЗЮМЕ

През периода 2016-2017 г. се реализира проект "Събиране и изследване на генетичен материал от местен произход на тревни фуражни видове за нуждите на селекцията" чрез двустранното научно и технологично сътрудничество между правителството на Словашка република и правителството на Република България. Проектът беше насочен към наблюдение на важни местообитания на тревни съобщества и събиране на семена от житни и бобови треви, които могат да се използват в селското стопанство, растениевъдството и опазването на околната среда. В началото на август и септември 2017 г., Национален център по земеделие и

SUMMARY

During 2016-2017 the project „Collection and research of genetic material of local origin of grass forage species of for the need of selection“ was implemented through the bilateral Scientific and Technological Cooperation between the Government of the Slovak Republic and the Government of the Republic of Bulgaria. The project was focused at monitoring of important grassland habitat localities and collection of seeds of grasses and legumes which can be used in agriculture, plant breeding and environment protection. At start of August and September 2017 the National Agricultural and Food Centre – Grassland and Mountain Agriculture Research Institute

храните - Изследователски институт по пасища и планинско земеделие в Банска Бистрица и Институт по планинско животновъдство и земеделие в Троян осъществиха две съвместни експедиции за събиране на семена (BGSK и SKBG) в България и Словакия. Събирането се съсредото-чи върху важни житни и бобови треви: *Dactylis glomerata L., Festuca rubra* L.*, Festuca arundinacea* L.*, Phleum pratense* L.*, Trifolium pratense L., Trifolium repens* L.*, Trifolium hybridum* L., *Lotus corniculatus* L. В централната част на Стара планина са събрани 37 образци на житни и бобови култури и са описани местообитанията (GPS, тип пасища, ботанически състав). В Централна Словакия са събрани 23 образци от растителни видове.

В настоящата статия е описано съвместното проучване на местообитанията на тревни съобщества и базата данни за събраните образци.

Ключови думи: генетични ресурси, събиране, треви, бобови растения, ливади

Banská Bystrica and Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture Troyan carried out two joint seed collecting expeditions (BGSK and SKBG) in Bulgaria and Slovakia. The collection was focused at important forage grasses and legumes: *Dactylis glomerata* L.*, Festuca rubra* L.*, Festuca arundinacea* L., *Phleum pratense* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Trifolium hybridum* L., *Lotus corniculatus* L.. In central part of Stara Planina Mts. 37 accessions of grasses and legumes were collected and source localities were described (GPS, grassland type, botanical composition). In central Slovakia 23 accessions of plant species were collected.

In this paper, joint study on source grassland habitats and database of collected accessions is described.

Key words: genetic resources, collection, grasses, legumes, grasslands

УВОД

Растителните генетични източници са важна част от селскостопанското биоразнообразие. Те представляват разнообразието на генетичен материал, съдържащ се в дивите растения, традиционните и съвременните сортове. Използването на генетични ресурси е от решаващо значение за устойчивото производство на селскостопански продукти (Ramirez-Villegas et al., 2012). Събирането на семена представлява значително и широко разпространено средство за опазване на растителните генетични източници. В допълнение към събирането, документацията и описанието на местата, от които произхождат растителните семена, е важен източник на информация за околната среда и нейното управление. Пасищата играят важна роля в продоволствената сигурност, облекчаването на бедността и допринасят за екологичната устойчивост (Batello et al., 2008). Събирането на семена от диви житни видове и детелина от полуестествени тревостои е ключова дейност за получаване на ценен

INTRODUCTION

Plant genetic sources are an important part of agricultural biodiversity. They represent the diversity of genetic material contained in wild plants, traditional and modern varieties as well. The use of genetic resources is crucial for the sustainable production of agricultural products (Ramirez-Villegas et al., 2012). Seed collection represents a significant and widespread means of conserving plant genetic sources. In addition to collection, documentation and description of the sites of plant seed origin is an important source of information on the environment and the management of them.

Grasslands play an important role in food security, poverty alleviation and contribute to environmental sustainability (Batello et al., 2008). The collection of wild grass and clover seeds from semi-natural grasslands is a key activity for obtaining valuable genetic material. Moreover, an генетичен материал. Освен това международното сътрудничество създава условия за повишаване нивото на знанията за разширението на отделните видове житни треви и детелината и тяхното потенциално използване за размножаване (Okumura et al., 2007). Пример за съвместно изследване на фуражни генетични ресурси от две екологично разнообразни области е двустранният проект APPV-SK-BG-2013-0005 "Събиране и изследване на фуражен генетичен материал от фуражен произход за селекционни цели" между Словакия и България.

Основната цел на съвместния проект "Събиране и изследване на генетичен материал от местен произход на тревни фуражни видове за нуждите на селекцията" е:

- да събира семена от диви екотипове от избрани житни и бобови видове в Словакия и България;
- да следи избраните райони за събиране и да им направи изчерпателни характеристики;
- да обменя генетични растителни материали за отглеждане на нов сорт от фуражни треви или бобови растения.

international collaboration creates conditions for increasing the level of knowledge about the extensions of individual species of grass and clover and their potential use for breeding purposes (Okumura et al., 2007). An example of a joint research of forage genetic resources from two environmentally diverse areas is the bilateral project APPV-SK-BG-2013-0005 "Collection and research of fodder genetic material of fodder origin for breeding purposes" between Slovakia and Bulgaria".

The main aim of joint project "*Collection and research of genetic material of local origin of grass forage species for the need of selection" was:*

- to collect seeds of wild ecotypes of selected grass and legume species in Slovakia and Bulgaria;
- to monitor of selected collecting localities and to make comprehensive characteristics of collecting area;
- to exchange of genetic plant materials for breeding a new variety of forage grass or legume.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Институтът по планинско животновъдство и земеделие в Троян (ИПЖЗ) организира експедиция за събиране на растителен материал от 1 до 8 август 2017 г. в рамките двустранното научно и технологично сътрудничество. Експедицията в Словакия е организирана от Национален център по земеделие и храните – Изследователски институт по пасища и планинско земеделие в Банска Бистрица от 5 до 12 септември 2017 г. Експедициите са насочени към дивите видове растителни генетични ресурси, особено върху житните треви (*Dactylis glomerata*, *Phleum pratense, Festuca arundinacea, Festuca rubra*) и бобови (*Trifolium pratense, Trifolium repens*, *Trifolium hybridum*, *Lotus corniculatus*). Отдел "планински тревни асоциации и поддържане на тяхното биологично разно-

MATERIAL AND METHODS

The Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture Troyan (RIMSA) organized collecting expedition from 1 to 8 August 2017 under the International Bilateral Scientific and Technology Cooperation. The collecting expedition in Slovakia was organized by the National Agricultural and Food Centre – Grassland and Mountain Agriculture Research Institute Banská Bystrica from 5 to 12 September 2017. The expeditions were focused on wild species of plant genetic resources, especially on grasses (*Dactylis glomerata*, *Phleum pratense, Festuca arundinacea, Festuca rubra*) and legumes (*Trifolium pratense, Trifolium repens*, *Trifolium hybridum*, *Lotus corniculatus*). The Department of Mountain Grassland Associations and Maintenance of their Biological Diversity at the Research Institute of Mountain образие към Института по планинско животновъдство и земеделие под ръководството на проф. Миховски е специализиран в отглеждането на фуражни житни и бобови треви, адаптирани към планинските условия (*Phleum pratense, Festuca arundinacea, Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Festuca arundinacea, Trifolium pratense, Trifolium repens)* и особено *Festuca arundinacea, Phleum pratense* и *Trifolium pratense.* В България се отглеждат следните сортове фуражни житни и бобови треви: *Festuca arundinacea* сорт 'Елена', *Phleum pratense* сорт 'Троян' в Институт по планинско животновъдство и земеделие, и *Medicago sativa, Onobrychis Gaerth, Bromus inermis, Dactylis glomerata, Festuca arundinacea* сорт 'Албена' в Институт по фуражите в Плевен. В Словакия развъдната станция Levočské Lúky се занимава със селектиране на треви. *Festuca arundinacea* със сорт 'Лекора' се отглежда в тази станция.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

България е разположена в Югоизточна Европа на Балканския полуостров между 41° и 44° N и 22° и 28° E. Балканският полуостров, като югоизточен край на европейския континент, е добре познат с богатата си флора и добре запазена растителност. Климатът в България е съчетание от континентално и средиземноморско влияние. Griffiths et al. (2004) описват тази област като ледниково убежище за животински и растителни видове и като кръстопът за обмен на флора и фауна между Централна Европа и Мала Азия. Нещо повече, в България, която покрива североизточната част на Балканския полуостров, полуестествени тревостои с висока природна стойност продължават да съществуват до днес, до степен, която надвишава повечето други европейски страни (Meshinev et al., 2005, 2009; Beaufoy et al., 2012; Stefanova and Kazakova, 2012). Флората и растителността в България са богати и разнообразни.

Stockbreeding and Agriculture, under the leadership of prof. Mihovski, is dedicated to breeding of forage grasses and legumes adapted to mountain conditions (*Phleum pratense, Festuca arundinacea, Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Festuca arundinacea, Trifolium pratense, Trifolium repens),* and especially *Festuca arundinacea, Phleum pratense* and *Trifolium pratense.* In Bulgaria the following varieties of forage grasses and legumes were bred: *Festuca arundinacea* cv. Elena, *Phleum pratense* cv. Troyan at the Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, and *Medicago sativa, Onobrychis Gaerth, Bromus inermis, Dactylis glomerata, Festuca arundinacea* cv. Albena at the Forage Reserach Institute Pleven. In Slovakia, the Breeding Station Levočské Lúky is engaged in grass breeding. The variety *Festuca arundinacea* cv. Lekora was bred at this station.

RESULTS AND DISCUSSION

Bulgaria is situated in south-east Europe on the Balkan Peninsula between latitudes 41° and 44° N and longitudes 22 and 28 ° E. The Balkan Peninsula, as south-east corner of the European continent, is well known for its rich flora and well-preserved vegetation. Bulgaria's climate is a combination of continental and Mediterranean influences. Griffiths et al. (2004) describe this area as glacial refuge for animal and plant species and as a crossroad for fauna and flora exchange between Central Europe and Asia Minor. Moreover, in Bulgaria, which covers the north-eastern part of the Balkan Peninsula, semi-natural grasslands of high nature value (HNV grasslands) persisted until today to an extent that exceeds most other European countries (Meshinev et al., 2005, 2009; Beaufoy et al., 2012; Stefanova and Kazakova, 2012). The flora and vegetation in Bulgaria is rich and diverse.

Растителността включва следните видове тревостои:

- сухи тревостои - 81,02%
- умерено влажни тревостои – 17,22 %
- сезонно влажни и влажни тревостои - 1,31%
- алпийски и субалпийски пасища - 0,07%
- вътрешни солени степи - 0,37%

Наблюдението и събиране на растителни генетични ресурси се извърши в райони в Северозападна България. Експедицията се проведе в западната част на Стара планина и Национален парк "Централен Балкан", в района на Троян, Ловеч, Карлово, Рибарица. В сравнение с алпийските природни паркове Рила и Пирин, Национален парк "Централен Балкан" има по-голямо разнообразие от флора и фауна и са открити повече от 2000 васкуларни растения. В Таблица 1 е показана база данни за местонахож-дения на растителни образци в България.

В България са събрани 37 образци от житни и бобови растения. Извън наблюдаваните местности, най-голям район заемат сухите тревостои, особено асоциацията Festuco - Brometea. При пасищата растителната, асоциация *Digitaria sanguinalis* е най-богата. Подобна изследователска екс-педиция в две контрастиращи области в северозападни български планини (Враца и Копривница) е проведена от Европейската група за сухи тревостои. Членове на тази група идват от различни страни, включително Словакия (Pedashenko et al., 2013).

The vegetation includes the following grassland types:

- dry grassland – 81,02 %
- mesic grassland – 17,22 %
- seasonally wet and wet grassland – 1,31 %
- alpine and subalpine grassland – 0,07 %
- inland salt steppes – 0,37 %

Monitoring and collecting of plant genetic resources was conducted in areas of north-western Bulgaria. The expedition was carried in the western part of the Balkan (Stara planina) and Tsentralen Balkan National Park, the district of Troyan, Lovech, Karlovo, Ribaritsa. Comparing to Rila and Pirin alpine nature parks, the Tsentralen Balkan National Park has higher diversity of flora and fauna, and there were found more than 2,000 vascular plants. Database of accessions and donor site localities collected in Bulgaria is shown in Table 1.

In Bulgaria, 37 accessions of grasses and legumes were collected. Out of the monitored localities, dry grasslands especially association *Festuco - Brometea* occupied the largest area. At pastures, plant association *Digitaria sanguinalis* was the most abundant. The similar research expedition in two contrasting areas in north-west Bulgarian mountains (Vratsa and Koprivnitsa) was conducted by the European Dry Grasslands Group. Members of this group came from various countries including Slovakia (Pedashenko et al., 2013).

Таблица 1. База данни Българска колекция от ливадни тревни видове BGSK 2017
Table 1. Database Bulgarian collection from meadow grass species BGSK 2017

№ на съкращение Acronym number	Вид/Species	Местоположение/Locality	Местообитание/Habitat	н. в. Altidude
BGSK-1	*Trifolium pratense*	Голец/Golets	високопл. ливада/ upland meadow	405
BGSK-2	*Lotus corniculatus*	Голец/Golets	upland meadow	405
BGSK-3	*Phleum pratense*	Сопот/Sopot	нископл. суха ливада/ lowland dry meadow	329
BGSK-4	*Dactylis glomerata*	Сопот/Sopot	lowland dry meadow	341
BGSK-5	*Trifolium pratense*	Български извор Bulgarski Izvor	lowland dry meadow	282
BGSK-6	*Dactylis glomerata*	Български извор Bulgarski Izvor	upland meadow	466
BGSK-7	*Trifolium hybridum*	Ябланица/Jablanica	upland meadow	467
BGSK-8	*Lotus corniculatus*	Ябланица//Jablanica	upland meadow	468
BGSK-9	*Dactylis glomerata*	Ябланица//Jablanica	upland meadow	469
BGSK-10	*Trifolium pratense*	Малък извор/Malak Izvor	lowland dry meadow	555
BGSK-11	*Trifolium repens*	Малък извор/Malak Izvor	lowland dry meadow	556
BGSK-12	*Dactylis glomerata*	Малък извор/Malak Izvor	lowland dry meadow	557
BGSK-13	*Dactylis glomerata*	Тетевен/Teteven	неокосена ливада/ non-mowed meadow	558
BGSK-14	*Trifolium pratense*	Рибарица/Ribaritsa	upland meadow	560
BGSK-15	*Trifolium repens*	Рибарица/Ribaritsa - exit	upland meadow	654
BGSK-16	*Dactylis glomerata*	Богоя/Bogoja	upland meadow	1014
BGSK-17	*Trifolium hybridum*	Богоя/Bogoja	upland meadow	1014
BGSK-18	*Phleum pratense*	Терзийско/Terzisko	lowland dry meadow	614
BGSK-19	*Dactylis glomerata*	Терзийско/Terzisko	lowland dry meadow	614
BGSK-20	*Trifolium pratense*	Добродан/Dobrodan	пасище/pasture	361
BGSK-21	*Trifolium repens*	Добродан/Dobrodan	пасище/pasture	616
BGSK-22	*Trifolium pratense*	Врабево/Vrabevo	сливова градина plum orchard	436
BGSK-23	*Trifolium repens*	Врабево /Vrabevo	plum orchard	436
BGSK-24	*Festuca rubra*	Врабево /Vrabevo	plum orchard	436
BGSK-25	*Trifolium repens*	Велчево/Velchevo	окосена ливада mowed meadow	375
BGSK-26	*Trifolium hybridum*	Велчево/Velchevo - exit	mowed meadow	417
BGSK-27	*Trifolium pratense*	Видина/Vidima	влажна ливада wet meadow	539
BGSK-28	*Lotus corniculatus*	Видима/Vidima	wet meadow	539
BGSK-29	*Trifolium repens*	Vidima - exit to the mountain	wet meadow	643
BGSK-30	*Lotus corniculatus*	Drashkova Polyana	wet meadows	440
BGSK-31	*Trifolium pratense*	Drashkova Polyana	wet meadows	440
BGSK-32	*Phleum pratense*	Drashkova Polyana	wet meadows	440
BGSK-33	*Lotus corniculatus*	Troyan - Livadeto	wet meadows	437
BGSK-34	*Phleum pratense*	Troyan - Livadeto	wet meadows	437
BGSK-35	*Trifolium pratense*	Troyan - Livadeto	wet meadows	437
BGSK-36	*Dactylis glomerata*	Troyan - Livadeto	wet meadows	437
BGSK-37	*Trifolium pratense*	Беклеме/Beklemeto	планински ливади mountains meadows	1640

В Словакия променливите географски, почвени и екологични условия водят до богато растително разно-

In Slovakia, the variable geographic, soil and ecological conditions result in rich plant diversity of semiобразие на полуестествени тревостои. Установени са 20 вида местообитания на тревостои, които са сред най-важните местообитания на Централна и Източна Европа. За да се поддържат местообитанията на тревостоите, те се използват по традиционен начин и с екстензивно управление.

В Словакия са събрани 23 екземпляра от фуражни треви и бобови култури (Таблица 2) от седем местоположения за събиране, разположени при различни почвени и климатични условия в Централна Словакия: Podzámčok (Pliešovská kotlina valley), Detva Krné (Zvolenská kotlina valley), Zbojská, Chlipavica, Предна гора (Национален парк Muráň plain), Martinské hole (Национален парк Malá Fatra), Donovaly (Национален парк Veľká Fatra и Nízke Tatry).

Полуестествените тревостои в Podzámčok и Detva Krné са алувиални влажни ливади. Местообитания на тревостоите в равнината Muráň, Mala Fatra и Veľká Fatra включват мезофилни ливади за сено, пасища, пасирани от говеда, ароматни пасища близо до замък и ливади в близост до ски лифтове. Растителността в местностите е предимно мезофилни и влажни поляни. Тези пасища могат да се разглеждат като местообитания от национално или европейско значение. Равнини с ливади за сено (Natura 2000 код – 6510) – разред Arrhenatherion elatioris Koch 1926 (Lk1), мезофилни пасища (местообитание от национално значение) – разред Cynosurion cristati (Lk3), алувиални ливади с лисича опашка (местообитания от национално значение) – разред Alopecurion pratensis (Lk7) са най-важните местообитания.

natural grasslands. There have been identified 20 types of grassland habitats which are among the most important habitats of Central and Eastern Europe. In order to maintain grassland habitats, they are used by traditional way and extensive management.

In Slovakia, 23 accessions of forage grasses and legumes were collected (Table 2) at seven collecting sites located under different soil and climatic conditions of Central Slovakia: Podzámčok (Pliešovská kotlina valley), Detva Krné (Zvolenská kotlina valley), Zbojská, Chlipavica, Predná hora (National park Muráň plain), Martinské hole (National park Malá Fatra Mts.), Donovaly (National park Veľká Fatra Mts. and Nízke Tatry).

Semi-natural grasslands in Podzámčok and Detva Krné were alluvial wet meadows. Grassland habitats on Muráň plain, Malá Fatra Mts. and Veľká Fatra Mts. included mesophillous hay meadows, pastures grazed by cattle, amenity grassland near to castle and meadows near to ski lifts. The vegetation at the localities was mostly of mesophillous and wet meadows. These grasslands can be considered as habitats of national or European importance. Lowland hay meadows (Natura 2000 code – 6510) – alliance Arrhenatherion elatioris Koch 1926 (Lk1), mesophillous pastures (habitat of national importance) – alliance Cynosurion cristati (Lk3), foxtail alluvial meadows (habitat of national importance) – alliance Alopecurion pratensis (Lk7) are the most important habitats.

Таблица 2. База данни от събрания материал от ливадни тревни видове в Словакия SKBG 2017
Table 2. Database Slovak collection from meadow grass species SKBG 2017

№ на съкращение Acronym number	Вид/Species	Местоположение Locality	Местообитание Habitat	н.в. Altitude
SKBG-1	*Festuca arundinacea*	Podzámčok	влажна окосена ливада wet mowed meadow	358
SKBG-2	*Dactylis glomerata*	Podzámčok	wet mowed meadow	358
SKBG-3	*Phleum pratense*	Podzámčok	wet mowed meadow	358
SKBG-4	*Trifolium pratense*	Podzámčok	wet mowed meadow	358
SKBG-5	*Trifolium repens*	Podzámčok	wet mowed meadow	358
SKBG-6	*Trifolium hybridum*	Podzámčok	wet mowed meadow	358
SKBG-7	*Trifolium hybridum*	Detva, Krné	wet mowed meadow	329
SKBG-8	*Trifolium repens*	Detva, Krné	wet mowed meadow	329
SKBG-9	*Trifolium pratense*	Detva, Krné	wet mowed meadow	329
SKBG-10	*Dactylis glomerata*	Detva, Krné	wet mowed meadow	329
SKBG-11	*Phleum pratense*	Zbojská, Muránska planina	пасище/grazed pasture	369
SKBG-12	*Festuca rubra*	Zbojská, Muránska planina	пасище/grazed pasture	557
SKBG-13	*Phleum pratense*	Chlipavica, Muránska planina	планинска ливада mountain meadow	847
SKBG-14	*Dactylis glomerata*	Chlipavica, Muránska planina	пл.л./mountain meadow	847
SKBG-15	*Trifolium pratense*	Chlipavica, Muránska planina	пл.л /mountain meadow	847
SKBG-16	*Trifolium repens*	Chlipavica, Muránska planina	пл.л /mountain meadow	847
SKBG-17	*Trifolium pratense*	Predná hora, Muránska planina	окосена ливада lawn mowing	883
SKBG-18	*Festuca rubra*	Martinské Hole, ski resort	планинска ливада mountain meadow	1251
SKBG-19	*Dactylis glomerata*	Martinské Hole, ski resort	пл. л./mountain meadow	1251
SKBG-20	*Phleum pratense*	Martinské Hole, ski resort	пл. л./mountain meadow	1251
SKBG-21	*Trifolium pratense*	Martinské Hole, ski resort	пл. л./mountain meadow	1251
SKBG-22	*Dactylis glomerata*	Donovaly	край на ливада edge of meadow	1000
SKBG-23	*Phleum pratense*	Donovaly	edge of meadow	1000

ИЗВОДИ

Природните и полуестествените тревни съобщества в България принадлежат към най-богатите местообитания в Европа. Експедицията за събиране на растителен материал се фокусира върху фуражни треви и бобови растения. Събирането на видовете *Phleum pratense, Festuca arundinacea, Festuca rubra, Dactylis glomerata, Lotus corniculatus, Trifolium pratense, Trifolium repens, Trifolium hybridum* увеличи биологичното разнообразие, което може да се използва в земеделието и размножаването на растения.

CONCLUSIONS

Natural and semi-natural grasslands in Bulgaria belong to the most riches habitats in Europe. The collecting expedition was focused on forage grasses and legume. The collecting of species *Phleum pratense, Festuca arundinacea, Festuca rubra, Dactylis glomerata, Lotus corniculatus, Trifolium pratense, Trifolium repens, Trifolium hybridum* has increased the biological diversity that can be used for agriculture and plant breeding.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите изказват благодарност на Словашката агенция за изследвания и развитие за финансовата подкрепа по проект № APPV-SK-BG-2013-0005 "Събиране и изследване на генетичен материал от местен произход на тревни фуражни видове за нуждите на селекцията"

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the Slovak Research and Development Agency for the financial support via the Project No. APPV-SK-BG-2013-0005 "Collection and research of genetic material of local origin of grass forage species for the need of selection".

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Batello, C., R. Brinkman, L. Mannetje, A. Martinez and J. Suttie**, 2008. Plant Genetic Resources of Forage Crops, Pasture and Rangelands. Thematic background study. FAO report. 63p.

2. **Beaufoy, G., R. Oppermann and M.L. Paracchini**, 2012. European overview of HNV farmland types. – In: High Nature Value Farming in Europe: 35 European countries – experiences and perspectives (Oppermann, R. Beaufoy, G. and Jones, G., ed.). Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher, pp. 27-57.

3. **Griffiths, H.I., B. Kryštofek and J.M. Reed**, 2004. Balkan biodiversity – pattern and process in the European hot spot. Kluwer, Dordrecht, pp. 357 .

4. **Meshinev, T., I. Apostolova, V. Georgiev, V. Dimitrov, , A. Petrova and P. Veen**, 2005. Grasslands of Bulgaria. Final report on the National Grassland Inventory Project– Bulgaria, 2001–2004 (PINMATRA/2001/020). Dragon 2003, Sofia.

5. **Meshinev, T., I. Apostolova, A. Petrova and V. Georgiev**, 2009. Grasslands in North-Eastern Bulgaria – tradition and changes. In: Grasslands in Europe of high nature value (Veen, P., Jefferson, R., De Smidt, J. and J. Var Der Straaten, J. Ed). KNNV Publishing, Zeist, pp. 246-255.

6**. Okumura, K., T. Hayashi, Y. Guteva and Ts. Mihovski**, 2007. Collaborative exploration and collection of forage legume genetic resources in the mountainous areas of Bulgaria in 2006. *Breeding Science*, (23), 25-35.

7. **Pedashenko, H., I. Apostolova, S. Boch, A. Ganeva, M. Janišová, D. Sopotlieva, S. Todorova, A. Ünal, K. Vassilev, N. Velev and J. Dengler**, 2013. Dry grasslands of NW Bulgarian mountains: first insights into diversity, ecology and syntaxonomy. *Tuexenia* (33), 309-346.

8. **Ramirez-Villegas, J., A. Jarvis, J. Hanson, C. Leibing and S. Fujisaka**, 2012. Crop and Forage Genetic Resources: International Interdependence in the Face of Climate Change. In: Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in international law and governance (Halewood, M., López Noriega, I. and S. Louafi, ed.). Routledge, Taylor and Francis Group, London and New York.

9. **Stefanova, V. and Y. Kazakova**, 2012. Bulgaria. In: High Nature Value Farming in Europe: 35 European countries – experiences and perspectives (Oppermann, R. Beaufoy, G. and Jones, G., ed.). Verlag Regional kultur, Ubstadt-Weiher, pp. 146-155.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (2), 121-129 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Продуктивност и поддържане на екосистема от житна монокултура и смески от житно-бобови треви

Мириам Кизекова[1]*, Янка Мартинкова[1], Мариана Янкова[1], Любица Янкова[1], Зузана Дугатова[1], Стефан Полак[1], Радослава Канианска[2], Ярмила Маковникова[3]

[1]Национален център по земеделие и храните - Изследователски институт по пасища и планинско земеделие, Банска Бистрица, Словакия
[2]Матей Бел "Университет на Банска Бистрица, Факултет по природни науки, Катедра по околна среда, Банска Бистрица, Словакия
[3]Национален център по земеделие и храните - Институт за научни изследвания и опазване на почвите, Регионална станция, Банска Бистрица, Словакия

Primary production and provision ecosystem service of grass monoculture and grass-legume mixtures

Miriam Kizeková[1]*, Janka Martincová[1], Mariana Jančová[1], Ľubica Jančová[1], Zuzana Dugátová[1], Štefan Pollák[1], Radoslava Kanianska[2], Jarmila Makovníková[3]

[1] National Agricultural and Food Centre – Grassland and Mountain Agriculture Research Institute, Banská Bystrica, Slovakia
[2] Matej Bel University BanskáBystrica, Faculty of Natural Sciences,Department of Environment, Banská Bystrica, Slovakia
[3]National Agricultural and Food Centre - Soil Science and Conservation Research Institute Bratislava, Regional Station, Banská Bystrica, Slovakia
**E-mail: kizekova@vutphp.sk*

Received: 08.05.2018 *Accepted:* 07.09.2018 *Published:* 20.09.2018

РЕЗЮМЕ

През 2014 е наблюдавано влиянието на климатичните променливи (валежи и средна температура на въздуха) върху добива на сухо вещество и параметрите от анализа на растежа (относителен темп на растеж (RGR), относителен темп на растеж на листата (RGRA), темп на нетна асимилация (NAR), темп на растеж на културите (CGR) на междувидов хибрид Festulolium braunii cv. Achilles, смески от червена

SUMMARY

In 2014 an impact of weather variables (rainfall and mean air temperature) on dry matter yield and growth analysis parameters (RGR, RGRA, NAR, CGR) of intergeneric hybrid Festulolium braunii cv. Achilles, red clover/grass and alfalfa/grass mixtures was observed.

The red clover/grass and alfalfa/grass

детелина/житни и люцерна/житни смески. Смеските от червена детелина/житни и люцерна/житни смески произведоха 30 % и 37 % по-малко добив сухо вещество в сравнение с монокултурата Festulolium braunii. Средно, смеската на Medicago sativa + Festulolium braunii показа най-високи стойности на RGR (16.49 $mg.g^{-1}.d^{-1}$) и CGR (35.45 $mg.g^{-1}.d^{-1}$).

Резултатите ни потвърдиха най-ниска зависимост от климатичните променливи на смеска от люцерна/житни треви. Тъкмо обратното, монокултурата Festulolium показва значително негативно съотношение между климатичните променливи (валежи и температура) и параметрите на анализа на растежа (първична продукция, RGR и NAR).

Ключови думи: първична продукция, фотосинтеза, *Festulolium*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*

mixtures produced 30 % and 37 % less dry matter yield comparing to monoculture of Festulolium braunii. On average, the mixture of Medicago sativa + Festulolium braunii showed the highest values of RGR (16.49 $mg.g^{-1}.d^{-1}$) and CGR (35.45 $mg.g^{-1}.d^{-1}$).

Our results confirmed the lowest dependency of alfalfa/grass mixture on weather variables. On the contrary, Festulolium monoculture showed significant negative correlation between weather variables (rainfalls and temperature) and growth analysis parameters (primary production, RGR and NAR).

Key words: primary production, photosynthesis, *Festulolium*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*

УВОД

Всички тревостои, както многогодишните, така и едногодишните, осигуряват различно поддържане на екосистемите. Най-важното на засятите тревостои е е да осигурят висококачествен фураж на за животните. Обаче околната среда и управлението влияят на способността на едногодишните тревостои да произвеждат достатъчно количество, като климатичните променливи – температура и валежи са двете основни променливи податливи да променят първичната продукция.

Фуражните бобови треви играят важна роля в устойчивото производство на тревостои, обхващащи студен до топъл климат (Søegaard et al., 2007). *Trifolium pratense* е най-важната бобова култура от едногодишните и многогодишни тревостои върху по-малко плодородни почви. Докато *Medicago sativa* е широко засят в Централна и Източна Европа поради голямата адаптивност към климатичните условия conditions (Wilkins and Kirilov, 2003).

Понастоящем изменението на климата засяга поддържането на екосистемата на тревните съобщества.

INTRODUCTION

All grasslands, permanent and temporary as well, provide several ecosystem services (Humphreys et al. 2014). The most important service of sown grasslands is to provide high quality forage for livestock. However the environment and management effect the ability of temporary grasslands to produce sufficient amount of weather variables - temperature and rainfalls are the two main variables susceptible to alter primary production.

Forage legumes plays a valuable role in sustainable grassland production encompassing cold to warm climes (Søegaard et al., 2007). *Trifolium pratense* is the most important legume crop of temporary and permanent grassland on less fertile soils. Whereas *Medicago sativa* is widely sown in Central and Eastern Europe due to high adaptability to climate conditions (Wilkins and Kirilov, 2003).

At present climate change affect grassland ecosystem services.

Недостигът на валежи и повишената температура на въздуха през летния период предизвикват промени в ботаническия състав, което се отразява както в промените в производствения потенциал, така и в други качествени и количествени характеристики на тревостоите. Тези промени определят функционалността на екосистемата на тревостоя като доставчик на блага в екосистемата. Параметрите на растежа на културите се считат за ключови за количественото измерване на растителността (Shen et al., 2014; Tribouillois et al., 2015). Тези параметри се използват широко в селскостопанските и екологичните изследвания, за да се включи оценката на различните стресови фактори за растенията, изпарение, хранителни цикли и въглеродни цикли. Те са важни променливи за различните модели, които позволяват да се предвиди управлението на производството на тревна биомаса (Reich et al., 2003).

Shortage of the precipitation and increased air temperature during the summer period cause changes in the botanical composition, which is reflected in changes in both production potential and other qualitative and quantitative characteristics of grasslands. These changes determine the functionality of the grassland ecosystem as a provider of ecosystem services. Crop growth parameters are considered as key parameters for quantitative measurement of vegetation (Shen et al., 2014; Tribouillois et al., 2015). These parameters are widely used in agricultural and environmental studies to including the evaluation of various plant stresses, transpiration, nutrient cycles and carbon cycles, and they are important variables for various models that allow predicting management of grassland biomass production (Reich et al., 2003).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е заложен през 2013 г. в централната част на Словакия (Suchý vrch, 49° 43’ 05.11 ”N, 19° 06’22.86 ”E, 480 m н. в.). Мястото е разположено в умерено топъл район (средна годишна температура от 9.2 °C, годишен валеж от 759 mm), почвата е камбисол. Проучването е организирано по рандомизиран пълен блок с три повторения и включва следните 3 варианта: Вариант1 - монокултура на *Festulolium braunii сорт "Ахил"*; Вариант2 - смес от *Trifolium pratense* сорт "Фреско" + *Festulolium braunii* сорт "Ахил" (смес от детелина/житни); Вариант3 - смес от *Medicago sativa* сорт "Тереза" + *Festulolium braunii* сорт "Ахил" (смес от люцерна/житни).

Сеитбената норма на *Festulolium braunii* е 35 kg.ha^{-1}, а сеитбените норми за смеските е 26 kg.ha^{-1}, от които 16 kg.ha^{-1} са за *Festulolium braunii* и 10 kg.ha^{-1} за *Trifolium pratense* или *Medicago sativa*. Прилагането на торове включваше 60 kg N ha^{-1} (монокултура),

MATERIAL AND METHODS

In 2013, the trial was set up in the central Slovakia (Suchý vrch, 49°43’05.11”N, 19°06’22.86”E, 480 m a.s.l.). The site was located in a moderately warm region (an average annual temperature - 9.2°C, annual rainfall - 759 mm), the soil was Cambisol. The trial was arranged in a randomized complete block design with tree replications and comprised the following 3 treatments: Treatment 1 – monoculture of *Festulolium braunii cv. Achilles*; Treatment 2 – mixture of *Trifolium pratense* cv. Fresko + *Festulolium braunii* cv. Achilles (clover/grass mixture); Treatment 3 – mixture of *Medicago sativa* cv. Tereza + *Festulolium braunii* cv. Achilles (alfalfa/grass mixture).

The seeding rate of the *Festulolium braunii* was 35 kg.ha^{-1}, and the seeding rates for mixtures were 26 kg.ha^{-1}, of which 16 kg.ha^{-1} was for *Festulolium braunii* and 10 kg.ha^{-1} for *Trifolium pratense* or *Medicago sativa*, respectively. The fertiliser application included 60 kg N

30 kg N ha^{-1} (смески), 30 kg P ha^{-1} и 60 kg K ha^{-1}, прилагани преди засяване през пролетта на 2013 г. и 60 kg N ha^{-1} монокултура) след 1-ви откос. През 2014 г. се извършва следното торене: *Festulolium braunii* монокултура - 120 kg N ha^{-1} (60 kg N ha^{-1} пролет + 60 kg N ha^{-1} след 1-ви откос), 30 kg P ha^{-1} и 60 kg K ha^{-1}; смески - 30 kg P ha^{-1} и 60 kg K ha^{-1}. Климатичните променливи (валежи - R, средна температура - T) се отчитат ежедневно. Местата са косени по три пъти в годината.

Анализите на растежа се проведоха с помощта на класическия подход. Областта на листата се определя с помощта на електронен уред за измерване на листата AREAMETER LI-COOR 3000. Изчисляването на параметрите на растежа на културата – относителен темп на растеж (RGR), относителен темп на растеж на листата (RGR_A), темп на нетна асимилация (NAR), темп на растеж на културата (CGR) се извършва съгласно формулите, дадени в статията на Šesták и Čatský (1966). Добивът на сухо вещество (DMY) се определя чрез изсушаване до постоянно тегло при 60° C в пещ. Данните за RGR, RGR_A, NAR, CGR и DMY се анализират чрез метода еднофакторен дисперсионен анализ (ANOVA). Корелацията на Pearson се използва за определяне на връзката между две променливи. Статистическите анализи са извършени с помощта на софтуер Statgraphics Centurion версия 5.0.

ha^{-1} (monoculture), 30 kg N ha^{-1} (mixtures), 30 kg P ha^{-1}and 60 kg K ha^{-1} applied before seeding in spring 2013 and 60 kg N ha^{-1} (monoculture) after the 1st cut. In 2014, fertilisation was as follows: *Festulolium braunii* monoculture - 120 kg N ha^{-1} (60 kg N ha^{-1} spring + 60 kg N ha^{-1} after the 1st cut), 30 kg P ha^{-1}and 60 kg K ha^{-1}; mixtures - 30 kg P ha^{-1}and 60 kg K ha^{-1}. The climate variables (rainfall – R, average temperature – T) were recorded daily. The stands were cut three times a year.

Growth analyses were conducting using the classical approach. Leaf area was determinate by using an electronic leaf area meter AREAMETER LI-COOR 3000. The calculation of the crop growth parameters - relative growth rate (RGR), relative growth rate of leaf area (RGR_A), the net assimilation rate (NAR) and the crop growth rate (CGR) was performed according to the formulas given in Šesták and Čatský (1966).The dry matter yield (DMY) was determined by drying to a constant weight at 60°C in an oven. The data for RGR, RGR_A, NAR, CGR, and DMY were analysed by One-way analysis of variance method (ANOVA). The Pearson correlation was used to determine the relationship between two variables. Statistical analyses were performed using Statgraphics Centurion software version 5.0.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В района на Suchý vrch средните годишни валежи са 795.5 mm, сумата на валежите през сезона на растеж е 431.5 mm, средната годишна температура е 8.1°C, а средната температура през вегетационния сезон е 14.6 °C. Въпреки, че 2014 г. беше влажна, разпределението на валежите по време на вегетативния период е неравномерно. Най-обилните валежи са паднали през май, юли и август съответно с 101.7, 161.2 и 121.2 mm. В

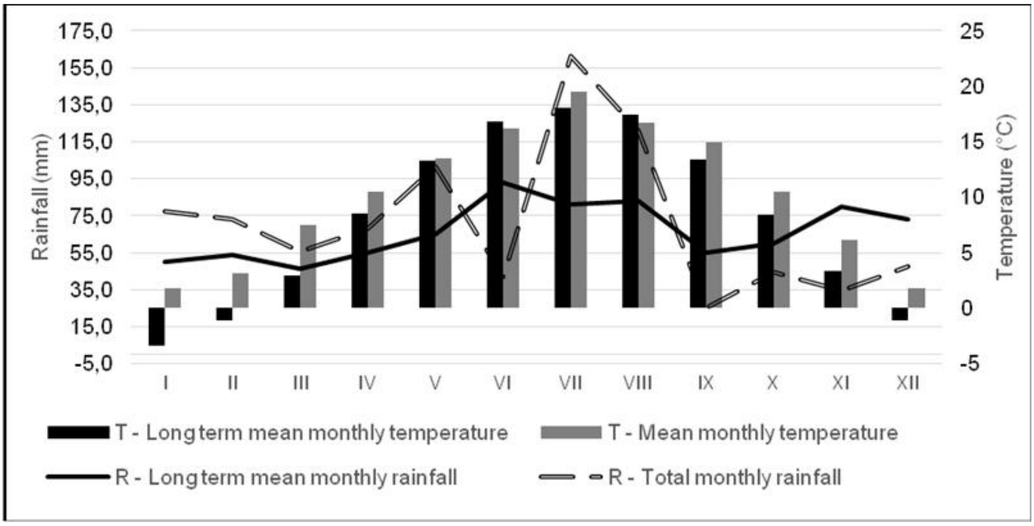
RESULTS AND DISCUSSION

At the Suchý vrch site, the mean annual rainfall is 795.5 mm, the sum of rainfall over growing season is 431.5 mm, mean annual temperature is 8.1°C and mean temperature over growing season is 14.6°C. Despite the 2014 year was wet, distribution of rainfall during the growing season was irregular. The highest rainfall occurred in May, July and August with 101.7, 161.2 and 121.2 mm, respectively. Compared to long-term averages, the sum of rainfall in June and September сравнение с дългосрочните средни стойности, сумата от валежите през юни и септември е по-малка съответно с 55 и 54% и тези месеци могат да се определят като много сухи (Фигура 1).

Средната температура през вегетативния сезон на 2014 е по-висока с 0.6° C. В сравнение с дългосрочните средни стойности, средната температура през юли и септември е по-висока съответно с 1,4 и 1,5 ° C.

were lower by 55 and 54 %, respectively, and these months could be classified as very dry (Figure 1).

The mean temperature over growing season 2014 was higher by 0.6°C. Compared to long-term averages, the average temperature in July and September was higher by 1.4 and 1.5 °C, respectively.



Фиг. 1. Средна месечна температура (ºC), общите месечни валежи (mm) през 2014 г. и дългосрочната средна температура и валежи в Suchý vrch, Словакия

Fig. 1. Monthly mean temperature (ºC), total monthly rainfall (mm) in 2014, and long-term mean temperature and rainfall at Suchý vrch, Slovakia

Средно, RGR в периода на растеж на $1^{-вия}$ откос е 50.84 $mg.g^{-1}.d^{-1}$, докато в периода на растеж на $2^{-ри}$ откос RGR достигат отрицателни стойности (-22.78 $mg.g^{-1}.d^{-1}$). Ilavská et al. (2001) също съобщават за намаляване на RGR по време на вегетативния период. Най-високите средни стойности на RGR за вегетативния сезон са отчетени за смеската от *Medicago sativa* + *Festulolium braunii* (Таблица 1).

On average, RGR in the growth period of the 1^{st} cut was 50.84 $mg.g^{-1}.d^{-1}$, while in the growth period of the 2^{nd} cut RGR reached negative values (-22.78 $mg.g^{-1}.d^{-1}$). Ilavská et al. (2001) also reported decreasing of RGR during the growing season. The highest average RGR values for the growing season were recorded with the mixture of *Medicago sativa* + *Festulolium braunii* (Table 1).

Таблица 1. Относителен темп на растежа (RGR) и относителен темп на растеж на листата (RGR_A) в периода на растеж на различните откоси

Table 1. Relative growth rate (RGR) and Relative growth rate of leaf area (RGR_A during growth period of different cuts

Откос Cut	RGR [$mg.g^{-1}.d^{-1}$]				RGR_A [$mm^2.m^{-2}.d^{-1}$]			
	Вариант/Treatment			Средно Average	Вариант/Treatment			Средно Average
	1	2	3		1	2	3	
$1^{ви}/1^{st}$	45,95	57,97	48,60	50,84c	44,31	45,97	43,78	44,68b
$2^{ри}/2^{nd}$	-19,47	-26,09	-22,79	-22,78a	-12,36	-10,56	-10,96	-11,29ab
$3^{ти}/3^{rd}$	-8,56	3,03	15,26	1,44b	-160,39	1,08	11,41	-56,89a
Средно/Average	5,97a	11,63a	16,49a	-	-42,81a	12,16a	15,16a	-

Стойностите с букви са значително по-различни при ниво P <0,05

The values with different superscript letters are significantly different at $P < 0.05$ level

По време на периода на растеж на $1^{-ви}$ откос, NAR варира от 5697.92 $mg.m^{-2}.d^{-1}$ със смеска *Medicago sativa* + *Festulolium braunii* до 8229.31 $mg.m^{-2}.d^{-1}$ с монокултурата на *Festulolium braunii* Средните стойностите на NAR в периода на растеж на втори откос за всички обработки са значително по-ниски в сравнение с периода на $1^{ви}$ откос. Противоположно на вариантта с монокултурата на *Festulolium braunii*, обработки със смески житни/бобови растения показва увеличение на NAR в $3^{ти}$ откос (Таблица 2). Нашите открития не съответстват с тези на Ilavská et al. (2001), които посочват ясна тенденция за намаляване на NAR от временните тревостои площи от $1^{ви}$ откос до $3\text{-}^{ти}$.

During the growth period of the 1^{st} cut, NAR varied from 5697.92 $mg.m^{-2}.d^{-1}$ with the mixture of *Medicago sativa* + *Festulolium braunii* to 8229.31 $mg.m^{-2}.d^{-1}$ with the monoculture of *Festulolium braunii*. The means of NAR values in the growth period of the 2^{nd}cut for all treatments were significantly lower than in the period of the 1^{st} cut. Contrary to treatment with the monoculture of *Festulolium braunii*, treatments with grass/legume mixtures showed increase of NAR in the 3^{rd} cut (Table 2). Our findings are not consistent with Ilavská et al. (2001) who stated clear tendency for the decrease of NAR with temporary grasslands from the 1^{st} cut to the 3^{rd} one.

Таблица 2. Темп на нетна асимилация (NAR) и темп на растеж на културите (CGR) в периода на растеж на различните откоси

Table 2. Net assimilation rate (NAR) and crop growth rate (CGR) during growth period of different cuts

Откос Cut	NAR [$mg.m^{-2}.d^{-1}$]				CGR [$g.m^{-2}.d^{-1}$]			
	Вариант/ Treatment			Средно Average	Вариант/Treatment			Средно Average
	1	2	3		1	2	3	
$1^{ви}/1^{st}$	6617,04	8229,31	5697,92	6848,09b	473,99	428,36	222,47	374,95c
$2^{ри}/2^{nd}$	-1262,10	-1658,12	-1170,71	-1363,69a	-413,79	-430,45	-206,49	-380,26a
$3^{ти}/3^{rd}$	-1571,44	286,12	1606,83	-80,28a	-79,86	23,31	117,88	9,39b
Средно Average	1261,17a	2285,15a	2099,39a		-5,55a	7,06a	35,45a	

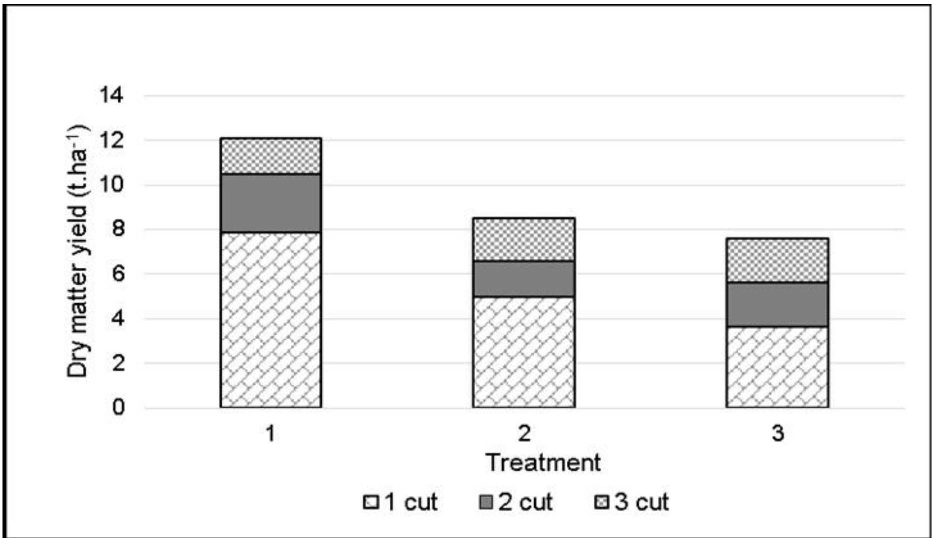
Стойностите с букви са значително по-различни при ниво P <0,05

The values with different superscript letters are significantly different at $P < 0.05$ level

През 2014 г. добивът на сухо вещество е значително по-висок при варината с монокултура на *Festulolium braunii* в сравнение със смеската от

In 2014, DMY was significantly higher with the treatment of the monoculture of *Festulolium braunii* when compared to alfalfa/grass mixture (Figure люцерна/житни треви (Фигура 2). Средно всички обработки показват един и същ модел с най-висок добив на сухо вещество от $1^{-ви}$ откос. При вариантна монокултура на *Festulolium braunii*, добивът на сухо вещество намалява при $2^{-ри}$ и $3^{-ти}$ откос с 66% и 80% в сравнение с $1^{ви}$ откос. Точно обратното, сезонният модел с житни/бобови смески се различава от монокултурното третиране с най-ниския добив на сухо вещество при в $2^{-ри}$ откос (Фигура 2).

2). On average, all treatments demonstrated the same pattern with the highest DMY in the 1^{st} cut. In treatment with monoculture of *Festulolium braunii*, the DMY decreased in the 2^{nd} and the 3^{rd} cut by 66 % and 80 % compared to the 1^{st} cut. To the contrary, seasonal pattern with the grass/legume mixtures differed to the monoculture treatment with the lowest DMY in the 2^{nd}cut (Figure 2).



Фиг. 2. Добив на сухо вещество (t.ha^{-1}) в монокултура на *Festulolium braunii*, смес от *Trifolium pratense* + *Festulolium braun*ii и смес от *Medicago sativa* + *Festulolium braunii*

Fig. 2. Dry matter yield (t.ha^{-1}) in monoculture of *Festulolium braunii,* mixture of *Trifolium pratense* + *Festulolium braunii,* and mixture of *Medicago sativa* + *Festulolium braunii*

Таблица 3 показва стойностите на корелационния коефициент на Pearson за променливите на времето, свързани с параметрите на растеж на културите. RGR, NAR и добив на сухо вещество на монокултурата на *Festulolium braunii* показват значително отрицателно съотношение с валежите (r = -0.77*, P<0.0143; r = -0.84*, P<0.0043; r = -0.87*, P<0.0096) и температурата (r = -0.94*, P<0.0002; r = -0.94*, P<0.0001; r = -0.98*, P<0.0001). За разлика от тях, RGR и CGR на смеската от *Trifolium pratense* +

Table 3 shows values of the Pearson correlation coefficient for the weather variables associated with the crop growth parameters. RGR, NAR and DMY of the monoculture of *Festulolium braunii* displayed significantly negative correlation with rainfall (r = -0.77*, P<0.0143; r = -0.84*, P<0.0043; r = -0.87*, P<0.0096) and temperature (r = -0.94*, P<0.0002; r = -0.94*, P<0.0001; r = -0.98*, P<0.0001) as well.

By contrast, RGR and CGR of the mixture of *Trifolium pratense* +

Festulolium braunii показват отрицателна корелация само със средната температура през периода на растеж на различните откоси (r = -0.84*, P<0.0043; r = -0.62*, P<0.043). Чувствителността на червената детелина и нейните смески към температурата е отчетена от Trucak et al. (2016), Kizeková et al. (2013). Ниските стойности на корелационните коефициенти показват, че дъждът или средната температура през периода на растеж не влияят значително на CGR и добивът на сухо вещество при смеска от люцерна/житни треви.

Festulolium braunii showed negative correlation mainly with the average temperature during the growth period of different cuts (r = -0.84*, P<0.0043; r = -0.62*, P<0.043). The sensibility of red clover and its mixtures to temperature was recorded by Trucak et al. (2016), Kizeková et al. (2013). The low values of correlation coefficients indicated that either rainfall or average temperature during the growth period did not significantly affect the CGR and DMY at alfalfa/grass mixture.

Таблица 3. Корелационен коефициент на Pearson между променливите на времето и параметрите на растежа на културата през периода на растеж на различните откоси

Table 3. Pearson correlation coefficient between weather variables and crop growth parameters during growth period of different cuts

Параметър Parameter	Променлива на времето Weather variable	Вариант / Treatment					
		1		2		3	
		r	P	r	P	r	P
RGR	R [mm]	-0,77*	0,0143	-0,62	0,0717	-0,52	0,1827
	T[ºC]	-0,94*	0,0002	-0,84*	0,0043	-0,78*	0,0210
RGR_A	R [mm]	-0,56	0,1148	-0,74	0,0220	-0,84	0,1009
	T[ºC]	-0,47	0,1951	-0,92*	0,0004	-0,84*	0,0077
NAR	R [mm]	-0,84*	0,0043	-0,69*	0,0372	-0,62	0,0992
	T[ºC]	-0,94*	0,0001	-0,85*	0,0030	-0,84*	0,0075
CGR	R [mm]	-0,60	0,0823	-0,43	0,268	-0,32	0,4303
	T[ºC]	-0,89*	0,0046	-0,62*	0,0430	-0,62	0,0948
DMY	R [mm]	-0,87*	0,0096	-0,63	0,1250	-0,52	0,7723
	T[ºC]	-0,98*	0,0001	-0,90*	0,045	-0,69	0,7806

R - общ месечен валеж по време на периода на растеж / total monthly rainfall during the growth period

T - месечна средна температура през периода на растеж / monthly mean temperature during the growth period

* - значително различни при P <0.05 ниво / significantly different at P < 0.05 level

ИЗВОДИ

Най-високите стойности на параметрите на растеж на културите потвърждава, че 1-ви откос е най-продуктивния период на растеж за житната монокултура и смеската от житни/бобови треви. Неравномерните валежи и високи температури по време на периода на растеж при 2-ри и 3-ти откос повлияха на производството при всички варианти Влиянието на валежите и средната температура няма връзка с CGR и добивът на сухо вещество със смеската на *Medicago sativa* + *Festulolium braunii*.

CONCLUSIONS

The highest values of crop growth parameters confirmed that the 1st cut is the most productive growth period for grass monoculture and grass/legume mixtures as well. Irregular rainfall and warm temperatures during the growth period in the 2nd and 3rd cut impacted the production of all treatments. The effect of rainfall and average temperature was not significantly correlated with CGR and DMY with the mixture of *Medicago sativa + Festulolium braunii.*

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите изказват благодарност на Министерството на земеделието и развитието на селските райони на Словашката република и Словашката агенция за изследвания и развитие за финансова подкрепа по проекти № 645/2015-310/MPRV SR/2170-1700037 и № APPV-0098-12.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the Ministry of Agriculture and Rural Development of the Slovak Republic and the Slovak Research and Development Agency for the financial support via the Projects No. 645/2015-310/MPRV SR/2170-1700037 and No. APPV-0098-12.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ilavská, I., D. Rataj, N. Gáborčík and Ľ. Gonda**, 2001. The effect of mineral fertilization on selected parameters of growth process. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 1(4), 5-9 (Sk).
2. **Humphreys, M.W., G. O´Donovan and M. Sheehy-Skeffington**, 2014. Comparing synthetic and natural grasslands for agricultural production and ecosystem service. *Grassland Science in Europe*, 19, 215-229.
3. **Kizeková, M., J. Tomaškin, J. Čunderlík, Ľ. Jančová and J. Martincová**, 2013. The yield stability and quality of legumes during two consecutive, extremely dry years. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 59(4), 167-177.
4. **Reich, P.B., C. Buschena, M.G. Tjoelker, K Wrage., J. Knops, D. Tilman and J.L. Machado**, 2003. Variation in growth rate and ecophysiology among 34 grassland and savanna species under contrasting N supply: a test of functional group differences. *New Phytologist*, 157, 617-631.
5. **Shen, L., Z. Li and X. Guo**, 2014. Remote sensing of leaf area index (LAI) and a spatiotemporally parameterized model for mixed grasslands. *International Journal of Applied Science and Technology*, 4(1), 46-61.
6. **Šesták, Z. and J. Čatský**, 1966. Methods for study of photosynthetic production of plants. Academia, Praha.
7. **Søegaard, K., M. Gierus, A. Hopkins and M. Halling**, 2007. Temporary grassland – challenges in the future. *Grassland Science in Europe*, 12, 27-38.
8. **Tribouillois, H., F. Fort, P. Cruz, R Charles and O. Flores**, 2015. A functional characterisation of a wide range of cover crop species: growth and nitrogen acqisition rates, leaf traits and ecological strategies. *PLoS ONE* 10(3): e0122156. doi:10.1371/journal.pone.0122156
9. **Trucak, M., S. Popović, T. Čupić, G. Krizmanić, V. Španić, V. Meglič and J. Radović**, 2016. Assessment of red clover (*Trifolium pratense* L.) productivity in environmental stress. *Poljoprivreda/Agriculture*, 22(2), 3-9.
10. **Wilkins, R.J. and A.P. Kirilov**, 2003. Role of forage crops in animal production systems. *Grassland Science in Europe*, 11, 531-534.