Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 80-87 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на инокулати върху наличието на гъбички в ризосферата на два сорта люцерна

Снежана Анджелкович[1]*, Таня Васич[1], Ясмина Радович[1], Снежана Бабич[1], Ясмина Миленкович[1], Зоран Лугич[1], Тимеа Хайнал-Джавари[2]

[1]*Институт по фуражни култури, Крушевац, Република Сърбия*
[2]*Аграрен факултет, 21000 Нови Сад, Република Сърбия*
**E-mail: snezana.andjelkovic@ikbks.com*

The influence of inoculates on abundance of fungi in rhisosphere two cultivars of alfalfa

Snežana Andjelković[1]*, Tanja Vasić[1], Jasmina Radović[1], Snežana Babić[1], Jasmina Milenković[1], Zoran Lugić[1], Timea Hajnal-Jafari[2]

[1]*Institute for forage crops, Kruševac, Republic of Serbia*
[2]*Faculty of Agriculture, Novi Sad, Republic of Serbia*

РЕЗЮМЕ

Люцерната (*Medicago sativa* L.) е многогодишна бобова култура характеризираща се с висок добив и качествена биомаса. Ризосферата на люцерната изобилства от различни микроорганизми, които имат различно влияние върху развитието на растението. Голям брой микроорганизми се вкарват в почвата чрез микробиални инокулати, което променя броя и състава на местната популация. Цел на изследването е да се проучи въздействието на азотофиксиращите бактерии (*Sinorhizobium meliloti* и *Azotobacter chroococcum*) и фитопатогенните гъбички (*Colletotrichum trifolii* - изолат Coll-4 и два изолата на *Colletotrichum destructivum* - Coll 11 и Coll 657) върху броя на гъбичките в ризосферата на почвата на сортове люцерна (’Афинити+Z’ и ’Пери’). В сравнение с контролата, в броя на гъбичките във всички обработки с инокулат има статистически значими понижения в ризосферата при двата изследвани сорта люцерна.

Ключови думи: ризосфера, гъбички, люцерна

SUMMARY

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is a perennial legume characterized by high yield and good quality biomass. The rhizosphere of alfalfa abounds in different microorganisms which can have either a different effect on the plant development. A large number of microorganisms is introduced into the soil by application of microbial inoculation that brings changes in the abundance and composition of the indigenous population. The aim of the research was to investigate the effect of nitrogen-fixing bacteria (*Sinorhizobium meliloti* and *Azotobacter chroococcum*) and phytopahtogenic fungi (*Colletotrichum trifolii* - isolate Coll-4 and two isolates of *Colletotrichum destructivum* – Coll 11 and Coll 657) on the number of fungi in the rhizospheric soil of alfalfa cultivars (Affinity+Z and Perry). In comparison to the control, the number of fungi in all inoculation treatments there were statistically significant decreases in the rhizosphere in both examined cultivars of alfalfa.

Key words: rhizosphere, fungi, alfalfa

УВОД

Люцерната е една от най-старите и най-важни фуражни култури, която освен високия потенциал за добив и качеството на биомасата се характеризира със способността да фиксира азот. Този растителен вид може да фиксира 100-400 kg N ha^{-1} годишно заедно със *Sinorhizobium meliloti* (Peoples et al., 1995). Ризосферата на люцерна изобилства от множество микроорганизми. Някои от тези микроорганизми живеят в корените или в близост до тях (*azotobacter*, *actinomycetes* и т.н.), докато грудковите бактерии (rhizobium) обитават кореновата тъкан. Също така, те синтезират ензими и потискат активността на фитопатогените (Jemcev et al., 2004). Определени ризосферни микроорганизми, като например *S. meliloti*, снабдяват люцерната с азот, произвеждат полизахариди (Ramos et al., 1987), витамините B12, B1, B2 (Denison and Kiers, 2004). По този начин, чрез техните метаболични продукти, грудковите бактерии усилват растежа и развитието на растенията (Stajković et al., 2011). Тази бактерия често се използва при производството на люцерна поради благоприятното ú въздействие. Друга силно активна ризосферна бактерия е *Azotobacter*, която фиксира елементарен азот и произвежда биологично активни вещества: ауксини, гиберелини, пиродоксин, биотин и никотинова киселина (Dobbelaere et al., 2003). *Azotobacter* се използва при производството на различни от бобовите растения, но дава добри резултати при производството на бобови растения (Andjelković et al., 2014). Някои микроорганизми, по-специално тези, които физически взаимодействат с растенията в ризосферата, също могат да повлияят неблагоприятно върху растежа на растенията чрез причиняване на заболяване или положително чрез подобряване растежа на растенията (Ellouze et al., 2014). Освен полезни микроорганизми, ризосферната почва съдържа фитопатогенни микроорганизми, които причиняват различни растителни заболявания. Една от най-значимите болести при люцерната е

INTRODUCTION

Alfalfa is one of the oldest and most important forage crops that, in addition to high yield potential and biomass quality, is characterized by the ability to fix nitrogen. This plant species can fix 100-400 kg N ha^{-1} per year in association with *Sinorhizobium meliloti* (Peoples et al., 1995). The rhizosphere of alfalfa abounds in numerous microorganisms. Some of these microorganisms live on the roots or near it (azotobacter, actinomycetes etc.), while rhizobium enters the root tissue.

Also, they synthesize enzymes and suppress the activities of phytopathogens (Jemcev et al., 2004). Certain rhizospheric microorganisms such as *S. meliloti* provide alfalfa with nitrogen, produce polysaccharides (Ramos. et al, 1987), vitamins B12, B1, B2 (Denison and Kiers, 2004). That way, by means of their metabolic products, rhizobia enhance the growth and development of plants (Stajković et al., 2011). This bacterium is often used in alfalfa production because of its favourable effects.

Another highly active rhizospheric bacterium is azotobacter, which fixes elementary nitrogen and produces biologically active substances: auxins, gibberellins, pyrodoxine, biotin and nicotinic acid (Dobbelaere et al., 2003). Azotobacter is used in the production of non-legumes but has given good results in the production of legumes (Andjelković et al., 2014). Certain microorganisms, in particular those interacting physically with plants in the rhizosphere, can also influence plant productivity negatively by causing disease or positively by enhancing plant growth (Ellouze et al., 2014).

Apart from useful microorganisms, rhizospheric soil contains phytopahtogenic microorganisms which cause different plant diseases. One of the most important alfalfa diseases is антракнозата (Vasić et al., 2009). Антракнозата причинява значителни загуби при посевите от люцерна в Сърбия (Vasić, 2013). Най-често бива причинявана от *Colletotrichum trifolii* Bain et Essary, но също и от *Colletotrichum destructivum* O'Gara (Boland and Brochu, 1989). Фитопатогенните гъби имат отрицателно въздействие върху растежа на растенията и дори причиняват тяхната смърт. Други възможни последици са по-ниската микробиологична активност в ризосферата на нападнатите растения.

Целта на изследването е да проучи въздействието от инокулирането на люцерна с две азотофиксиращи бактерии (*Sinorhizobium meliloti* и *Azotobacter chroococcum*) и два вида фитопатогенни гъби Colletotrichum (*C. trifolii* и *C. destructivum*) върху броя на гъбите в ризосферата на люцерната.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментът е извършен през пролетта (май и юни) 2016 г. в саксии при полуконтролирани условия в Институт по фуражни култури в Крушевац. Химическите характеристики на почвата са следните: pH KCl 5,90; pH/H_20 6.44; общ азот 0.138%; хумус 2.62%; P_2O_5 6,6 mg/100 g; K_2O 24.05 mg/100 g. В експеримента са избрани следните сортове люцерна поради тяхната устойчивост към антракноза: 'Афинити+Z' (силно резистентен) и 'Пери' (податлив). Експериментът е двуфакторнен с 5 повторения, като първият фактор е изолат на фитопатогенни гъбички, а вторият е вариант на микробиални инокулати.

Преди засяването семената се инокулират със *Sinorhizobium meliloti и Azotobacter chroococcum* (10 ml инокулум във всяка саксия със 108 клетки в 1 ml). Културите на *S. meliloti* се отглеждат върху YM субстрат от Vincent (1970), културите от *A. Chroococcum* се отглеждат върху течния субстрат от Feodorov (1949). Растенията се косят след шест-седем седмици във фаза начало на цъфтеж, след което се

anthracnose (Vasić et al., 2009). Anthracnose causes significant losses in alfalfa crops in Serbia (Vasić, 2013). It is most commonly caused by *Colletotrichum trifolii* Bain et Essary but also by *Colletotrichum destructivum* O'Gara (Boland and Brochu, 1989). Phytopahtogenic fungi have a negative effect on the plant growth and even cause *plant death. Another possible consequences is a lower microbiological activity in the rhizosphere of the attacked plants.*

The aim of the research was to investigate the effect of inoculating alfalfa with two nitrogen-fixing bacteria (*Sinorhizobium meliloti* and *Azotobacter chroococcum*) and two species of the phytopathogenic fungus Colletotrichum (*C. trifolii* and *C. destructivum*) on the number of fungi in the alfalfa rhizosphere.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in vegetation pots in semi-controlled conditions at the Institute for Forage Crops in Kruševac during the spring (May and June) 2016, The soil chemical characteristics were the following: pH/KCl 5.90; pH/H_2O 6.44; total nitrogen 0.138 %; humus 2.62 %; P_2O_5 6.6 mg/100g; K_2O 24.05 mg/100g. The alfalfa varieties used in the experiment were chosen upon their resistance to anthracnose and they were: Affinity+Z (highly resistant) and Perry (susceptible). The experiment was a two-factorial with 5 replicates, where the first factor was the isolate of phytopathogenic fungi and the second was the variant of microbial inoculation.

Before sowing, the seed was inoculated with *Sinorhizobium meliloti* and *Azotobacter chroococcum* (10 ml of inoculum per pot with 10^8 cells in 1 ml). The *S. meliloti* cultures were grown on YM substrate by Vincent (1970), *A. Chroococcum* cultures were grown on the liquid substrate by Feodorov (1949). The plants were mown after six-seven weeks at the beginning of flowering and thereafter treated with *Colletotrichum* обработват с конидии на *Colletotrichum destructivum* (изолат Coll-11 и изолат CC 657) и *Colletotrichum trifolii* (изолат Coll-4). Броят на конидите е 4-6x104/ml. Броят на конидиите се определи чрез хемоцитометър според метода на Tom.

Вариантите на експеримента са следните:
1. *C. destructivum* (Coll-11) +*S. meliloti*;
2. *C. destructivum* (Coll-11) + *A. chroococcum*;
3. *C. destructivum* (Coll-11);
4. *C. destructivum* (CC 657) +*S. meliloti*;
5. *C. destructivum* (CC 657) + *A. chroococcum*;
6. *C. destructivum* (CC 657);
7. *C. trifolii* (Coll-4) + *S. meliloti*;
8. *C. trifolii* (Coll-4) +*A. chroococcum*;
9. *C. trifolii* (Coll-4);
10. Контрола.

Въздействието на инокулацията е определено в края на вегетационния период. Броят на микроорганизмите е определен по метода на агаровите плочки (Wollum, 1982) чрез въвеждане на разредена почвена суспензия в подходяща среда и преброяване на един грам абсолютно суха почва. Броят на гъбите е определен върху агарова среда на Чапек (разреждане 10-4) (Jarak and Djurić, 2006).

Резултатите са обработени чрез програма STATISTICS 8.0. Значението на разликата между изследваните обработки е определено с дисперсионен анализ, т.е. LSD тест.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Гъбичките са много разпространени в ризосферата на растенията. Почвените гъбички са важен компонент в агроекосистемите и осигуряват екологични услуги, които влияят върху производството на храни и биопродукти (Ellouze et al., 2014). За селскостопанското производство най-важни са сапрофитните гъбички, които предизвикват гниене (Jarak et al., 2008). Нашите резултати показват, че изпол-

destructivum (Coll-11 isolate and CC 657 isolate) and *Colletotrichum trifolii* (Coll-4 isolate) conidia. The number of conidia was 4-6x10^4/ml. The number of conidia was determined by means of hemocytometer according to Tom.

The variants of the experiment were the following:
1. *C. destructivum* (Coll-11) + *S. meliloti*;
2. *C. destructivum* (Coll-11) + *A. chroococcum*;
3. *C. destructivum* (Coll-11);
4. *C. destructivum* (CC 657) + *S. meliloti*;
5. *C. destructivum* (CC 657) + *A. chroococcum*;
6. *C. destructivum* (CC 657);
7. *C. trifolii* (Coll-4) + *S. meliloti*;
8. *C. trifolii* (Coll-4) + *A. chroococcum*;
9. *C. trifolii* (Coll-4);
10. Control.

The effect of inoculation was determined at the end of the vegetation period. The number of microorganisms was determined by the method of agar plates (Wollum, 1982) by introducing a diluted soil suspension into proper media and counted per one gram of absolutely dry soil. The number of fungi was determined on Capek's agar medium (dilution 10^{-4}) (Jarak and Djurić, 2006).

The results were processed by means of STATISTICS 8.0 programme. The significance of the difference between the investigated treatments was determined upon the analysis of variance, i.e. LSD test.

RESULTS AND DISCUSSION

Fungi are very widespread in the rhizosphere of plants. Soil fungi are a critical component of agroecosystems and provide ecological services that impact the production of food and bioproducts (Ellouze et al., 2014). For agricultural production most important are saprophytic fungi that act as decomposers (Jarak et al., 2008).

Our results indicate that the use of

зването на различни видове и различни изолати на фитопатогенната гъбичка *Colletotrichum* има различно въздействие върху броя на гъбичките в почвената ризосфера на люцерната.

different species and different isolates of a phytopathogenic fungus *Colletotrichum* has different effects on the number of fungi in alfalfa rhizosphere soil.

Снимка 1. Колонии от гъбички върху агарова среда на Чапек (оригинална снимка)
Picture 1. Colonies of fungi on agar Čapek (photo orig.)

Прилагането на микробни инокуланти, особено при обработката с *C. destructivum* (CC 657)на сорт люцерна ’Афинити+Z’ оказва положително въздействие върху броя на гъбичките, което се потвържадава от данните представени в таблицата (Таблица 1). В сравнение с контролата, само при обработката на този сорт люцерна с коинуккулацията с Coll-11 + *A. chroococcum* се постига статистически значимо понижаване, докато при обработката с CC 657+ *S. meliloti* няма статистически значима разлика с контролата. Голям брой микроорганизми се въвеждат в почвата чрез прилагане на микробна инокулация, което води до промени в изобилието и състава на местнта популация. Въздействието на инокулацията зависи от изобилието на местната популация, активността на растението гостоприемник, свойствата на почвата и т.н. (Brockwell et al., 1995).

The application of microbial inoculants, especially those on the treatment with *C. destructivum* (CC 657) incultivarof alfalfa Affinity+Z had a positive effect which is confirmed by the data presented in the table (Table 1). Compared to the control only in the treatment this cultivar of alfalfa of co-inuculation with Coll-11+ *A. chroococcum* a statistically significant reduction is achieved and the treatment with CC 657+ *S. meliloti.* was not statistically different with the control. A large number of microorganisms is introduced into the soil by application of microbial inoculation that brings changes in the abundance and composition of the indigenous population. The effect of inoculation depends on the abundance of indigenous population, activity of the host plant, soil properties, etc. (Brockwell et al., 1995).

Таблица 1. Въздействие на инокулатите върху броя (логаритъм на число) на гъбички в ризосферата на люцерна

Table 1. The effect of inoculants on the number (log of number) of fungi in the rhizosphere of alfalfa

Вариант/Variant		Сорт люцерна/Cultivar of alfalfa	
		Афинити +Z/Affinity+Z	Пери/Perry
1.	Coll-11+ *S. meliloti*	4.602 [e]	4.334 [d]
2.	Coll-11+ *A. chroococcum*	4.215 [h]	4.675 [b]
3.	Coll-11	4.755 [b]	4.316 [d]
4.	CC 657+ *S. meliloti*	4,382 [g]	4.771 [a]
5.	CC 657+ *A. chroococcum*	4.522 [f]	4,182 [e]
6.	CC 657	4.942 [a]	3.986 [f]
7.	Coll-4+ *S. meliloti*	4.680 [c]	4.486 [c]
8.	Coll-4+ *A. chroococcum*	4.517 [f]	3.986 [f]
9.	Coll-4	4.618 [d]	4.505 [c]
10.	Control	4.382 [g]	4.790 [a]

Забележка: Средните стойности със същия надпис(и) нямат значима разлика според LSD теста на Фишер ($p < 0.05$)

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

При сорт люцерна 'Пери', най-голям брой микроорганизми са регистрирани в контролния вариант (4.790 – логаритъм на число). В този сорт във всички варианти на инокулация има статистически значими отрицателни разлики в сравнение с контролата, с изключение на варианта, при който е приложен изолат CC 657 на C. *destructivum* и S. *meliloti*. Според Schwieger и Tebbe (2000), въведените организми може да окажат или да не окажат влияние върху съществуващата структура на микробната популация.

Промените в броя на гъбичте в сортове люцерна – Афинити + Z и 'Пери' при приложената инокулация са различни. Обикновено при сорт "Афинити + Z" може да се направи заключение за увеличението в броя на гъбичките при почти всички обработки, докато при сорт "Пери" се отчете отрицателното въздействие на тества-ните микроорганизми.

Ризосферните микроорганизми образуват затворена общност с корена и са директно повлияни от кореновите секрети (Gransee and Wittemnayer, 2000). Кореновите секрети са източник на въглерод и енергия за ризосфер-

In cultivar of alfalfa Perry, the largest number of microorganisms was recorded in the control variant (4.790 – log of number). In this cultivar in all variants of inoculation, there were statistically significant negative differences comparing to the control, except for the variation where the isolate CC 657 of C. destructivum and *S. meliloti* were applied. According to Schwieger and Tebbe (2000), introduced organisms may or may not have to have the influence on the existing structure of the microbial population.

Changes to the number of fungi in alfalfa cultivars – Affinity + Z and Perry to applied inoculation were different. Generally at Affinity + Z can be concluded increase in the number of fungi in almost all treatments, while in cultivar Perry the negative effect of the tested microorganisms recorded.

Rhizospheric microorganisms form a closed community with the root and are directly influenced by root secretions (Gransee and Wittemnayer, 2000) Root secretions are the source of carbon and energy for rhizospheric microorganisms ните микроорганизми и техният химичен състав и количество зависят от растителните видове (Harsh et al., 2006).

and their chemical composition and amount depend on the plant species (Harsh et al., 2006).

ИЗВОДИ

Получените резултати показват, че приложението на микроорганизми и тяхната комбинация може да повлияе различно върху числеността на изследваните микроорганизми. Прилагането на микроорганизми и комбинации от тях може да повлияе върху броя на гъбичте, които варират в зависимост от варианта на инокулация и сорта на люцерната. Това са предварителни проучвания и за да се получи пълна информация за наличието на гъбички или дали те са сапрофити или патогени, е необходимо да се продължи изследването в тази посока.

CONCLUSIONS

The obtained results showed that the application of microorganisms and their combination can different affect on abundance investigated microorganisms.

The application of microorganisms and combinations thereof can affect on the number of fungi varied depending on the variant of inoculation and cultivar of alfalfa. These are preliminary studies and to obtain complete information about presence of fungi or whether they are saprophytes or pathogens, it is necessary to continue research in this direction.

БЛАГОДАРНОСТИ

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

ACKNOWLEDGEMENTS

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

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Andjelković, S., T. Vasić, J. Radović, S. Babić, M. Jarak, S. Djurić and S. Ćirić**, 2013. Effect of inoculates on abudance of fungi and actinomycetes in alfalfa rhizosphere. In: Proceedings of the 1st International Congress on Soil Science, Belgrade, Serbia, 23-26 September, pp. 232-238.
2. **Andjelković, S., T. Vasić, Z. Lugić, S. Babić, S. Milenković, G. Jevtić and S. Živković**, 2014. The Influence of individual and combined inoculants on development of alfalfa on acidic soil. In: Quantitative Traits Breeding for Multifunctional Grasslands and Turf. (Soković, D., C. Huyghe, J Radović., eds.), Springer, Ch. 48, pp. 353-357.
3. **Boland, G.J. and L.D. Brochu**, 1989*. Colletotrichum destructivum* on alfalfa in Ontario and cultivar response to anthracnose. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 11, 303-307.
4. **Brockwell, J., P. J. Bottomley and J. E. Thies**, 1995. Manipulation of rhizobia microflora for improving legume productivity and soil fertility: a critical assessment. *Plant and Soil,* 174, 143-180.
5. **Denison, R.F. and E.T. Kiers**, 2004. Why are most rhizobia beneficial to their host plants, rather than parasitic. *Microbes & Infection*, 6, 1235-1239.
6. **Dobbelaere, S., Vanderleyden, J. and O**. **Yaacov**, 2003. Plant growth promotingeffect of diazothrophs in the rhizosphere. *Critical Reviews in Plant Science*, 22, 107–148.
7. **Ellouze, W., E.A. Taheri, L.D. Bainard, C. Yang, N Bazghaleh., A. Navarro-Borrell, K. Hanson and C**. **Hamel**, 2014. Soil fungal resources in annual cropping

systems and their potential for management. Hindawi Publishing Corporation, BioMed Research International, Volume 2014, Article ID 531824, 15 pages. http://dx.doi.org/10.1155/2014/531824
8. **Feodorov, M.V.**, 1949. Mikrobiologija. Seljhozgiz, Moskva.
9. **Gransee, A. and L. Wittemnayer**, 2000.Quantitative and qualitative analysis of water-soluble root exudates in relation to plant species and development. *J.Plant Nutr. Soil Sci.,* 163, 381-385.
10. **Harsh, B., L. Tiffany, L. Perry, S. Gilroy and J. Vivanco**, 2006. The role of root exudates in rhizosphere interaction whith plants and other organisms. *Ann. Rew. Plant Biol.*, 57, 233-266.
11. **Jarak, M. and S. Đurić**, 2006. Practicum of Microbiology. Faculty of Agriculture, Novi Sad (Sr).
12. Presence of filar fungi and actinomycetes in the rhizosphere of wheat grown on different soil compaction. Agricultural Engineering. *Tractors and power generating machinery*, 13(2), 99-104 (Sr).
13. **Jarak, M., M. Vasić, S. Đurić, J. Gvozdanović-Varga, J. Červenski, J. Čolo and T**. **Hajnal-Jafari**, 2011. Plant growth promoting rhizobacteria in bean production. In: V Balkan Symposium on vegetables and potatoes, October 9-12, Tirana, Albania (Abstracts), pp. 107.
14. **Jemcev, V.T.**, 2004. The effect of different doses of mineral nitrogen in the effectiveness of the inoculation of legume symbiotic (*Rhizobium*) and associative fixing bacteria (*Pseudomonas and Klebsiella*). *Acta Agriculturae Serbica*, 9, 185-193 (Sr).
15. **Peoples, M.B., D.F. Herridge and J.K. Ladha**, 1995. Biological nitrogen fixation: an efficient source ofnitrogen for sustainable agricultural production. *Plant Soil*, 174, 3–28.
16. **Ramos, G.M.L, N.F.M. Magalhe and M.R. Boddey**, 1987. Native and inoculated rhizobia isolated from filed grown *Phaseolus vulgaris*: effects of liming acid soil on antibiotic resistance. *Soil Biol. Biochem*, 19 (2), 179-185.
17. **Schwieger, F. and C.C**. **Tebbe**, 2000. Effect of field inoculation with *Sinorhizobium meliloti* L33 on the composition of bacterial communities in rhizosphere of a target plant (*Medicago sativa*) and a non-target plant (*Chenopodium album*)-Linking of 16S rRNA gene-based single-strand conformation polymorphism community profiles to the diversity of cultivated bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66 (8), 3556-3565.
18. **Stajković, O., D Delić., D. Jošić, Đ. Kuzmanović, N. Rasulić and J. Knežević-Vukčević**, 2011. Improvement of common bean growth by coinoculation with *Rhizobium* and plant growth-promoting bacteria. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(1), 5919-5926.
19. **Vasić, T., J. Radović, Z. Lugić, J. Marković, G Jevtić. and S. Gajić**, 2009. Occurrence of *Colletotrichum trifolii* (Bain et Essary), the inducer of alfalfa anthracnose in Serbia. In: C. Huyghe (ed.) Sustainable Use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding. Springer. Ch 53, pp. 369-374.
20. **Vasić, T.**, 2013. Characterization of Colletotrichum species, causing the anthracnose of alfalfa in Serbia and genotype susceptibility. Doctoral thesis. Univeristy of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia, 1-178 (Sr).
21. **Vincent, J.M.**, 1970. A manual for the practical study of root nodule bacteria. Blackwell Scientific, Oxford.
22. **Wollum, A.G.**, 1982. Cultural Methods for soil microorganisms. Methods of soil analysis-part 2, Chemical and Microbiological Properties, Pb. Madison,Wisconsin USA, pp. 781-801.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 88-97 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Качествена характеристика на зелен фураж от самостоятелни и смесени грахово овесени тревостои

Йордан Маркович[1]*, Миряна Петрович[1], Ясмина Миленкович[1], Драган Терзич[1], Ратибор Щърбанович[2], Ивица Костич[1], Деян Соколович[1]

[1]*Институт по фуражни култури ООД, 37251 Глободер, Крушевац, Сърбия*
[2]*Институт по растителна защита и опазване на околната среда, Teodora Drajzera 9, 11000 Белград, Сърбия*
**E-mail: jordan.markovic@ikbks.com*

Qualitative characterization of green forage from monoculture and mixture pea : oat swards

Jordan Marković[1]*, Mirjana Petrović[1], Jasmina Milenković[1], Dragan Terzić[1], Ratibor Štrbanović[2], Ivica Kostić[1], Dejan Sokolović[1]

[1]*Institute for Forage Crops d.o.o., 37251 Globoder, Kruševac, Serbia*
[2]*Institute for plant protection and environment, Teodora Drajzera 9, 11000 Beograd, Serbia*

РЕЗЮМЕ

Фуражният грах и овес се отглеждат в двукомпонентни смески в експерименталното поле на Института за фуражни култури, Крушевац - Сърбия (21º19’35 "E, 43º34’58" N). Експериментът е заложен в три повторения по рандомизиран блоков метод, като е започнат през есента на 2012 г. на 20 октомври, а пробите са взети през пролетта на 2013 г. Грахът и овесът са изследвани в пет различни смески: А1-100% грах; А2-100% овес; А3-25% грах + 75% овес; А4-50% грах + 50% овес и А5- 75% грах + 25% овес. Пробите от зелен фураж са анализирани за СВ (сухо вещество), СП (суров протеин), ОСВ (общо съдържание на въглехидрати), неструктурни въглехидрати (НСВ), нишесте, БВВ (безвлакнинни въглехидрати), НДВ (неутрално детергентни влакнини), КДВ (киселинно детергентни влакнини), ХЦЛ (хемицелулоза), лигнин, ССВ (смилаемост на сухо вещес-

SUMMARY

Field pea and oat were grown in binary mixtures at the experimental field of the Institute for forage crops, Kruševac - Serbia (21º19'35" E, 43º34'58" N).

The experiment was designed with three replications according to a randomized complete block. Experiment was established in autumn in 2012, on October the 20th and the samples were taken in spring in 2013. The pea and oat were tested at five different mixture rates: A_1-100% pea; A_2-100% oat; A_3- 25% pea + 75% oat; A_4-50% pea + 50% oat and A_5-75% pea + 25% oat. Green forage samples were assayed for DM (Dry Matter), CP (Crude Protein), CHO (Total Carbohydrates), NSC (Non-Structural Carbohydrates), Starch, NFC (Non-Fiber Carbohydates), aNDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber), HCL (Hemicellulose), Lignin, DMD (Dry Matter Digestibility) and CHO fraction by CNCPS тво) и ОСВ са изчислени според CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System). Установи се, че грахът и овесът могат да бъдат отглеждани успешно за зелена маса. Грахът като монокултура има най-ниски стойности на НДВ (435.9 g kg-1 СВ). Грахът като монокултура и смеска с по-големи съотношения от него имат по-високо съдържание на калций (CA), което показва че грахът и смеската с по-високо съотношение на грах са по-добри източници на ферментиращ ОСВ за преживните животни. Най-високата ССВ е отчетена при грах като монокултура (774.0 g kg-1 DM).

Ключови думи: смески на грах : овес, структурни и неструктурни въглехидрати

(Cornell Net Carbohydrate and Protein System) were calculated. It was realized that pea and oat can be planted succesfully for herbage production. Monoculture pea had the lowest values of aNDF (435.9 g kg^{-1} DM).

Pea monoculture and mixture with higher pea proportions contained higher CA fraction indicating that pea and mixture with higher pea proportions were better sources of fermentable CHO to ruminants.

The highest DMD was recorded for pea monoculture (774.0 g kg^{-1} DM).

Key words: pea : oat mixtures, structural and nonstructural carbohydrates

УВОД

Двукомпонентните посеви от различни зърнено-бобови и житни култури са обект на голямо внимание поради високите си добиви (Salawu et al., 2001). По-специално, двукомпонентните посеви със сортове грах или смески с високо съотношение на зърно спрямо слама се считат за добро равновесие между енергия и съдържание на протеини. (Anil et al., 1998). Едно от очакваните предимства при храненето с двукомпонентни смески от житни култури и бобови растения е подобряването на ефективността в усвояването на хранителни вещества поради възможното синхронно доставяне на лесно ферментираща енергия и протеини в търбуха (Adesogan and Salawu, 2002).

Граховите фуражи имат по-висок СП (суров протеин) и *in vitro* смилаеми органични вещества, по-ниски неутрално детергентни влакнини (НДВ) и киселинно детергентни влакнини (КДВ) в сравнение с пшеницата (Salawu et al., 1985), както и по-високо съдържание на СП в сравнение с овеса (Faulkner, 1985). Все пак, добавянето на грах към пшеница, овес или ечемик увеличава концентрацията на СП във фуража и намалява НДВ и КДВ (Salawu et al., 2001). Познаването на възможността за разграждане в търбуха

INTRODUCTION

Bi-crops of various grain legumes and cereals have received much attention because of their high yields (Salawu et al., 2001). In particular, bi-crops with pea varieties or mixtures with high grain to straw ratios are considered to have a good balance of energy and protein contents (Anil et al., 1998). One anticipated advantage of feeding bi-crop mixtures of cereal and legumes is an improvement in the efficiency of nutrient utilization due to the possible synchronous supply of readily fermentable energy and protein in the rumen (Adesogan and Salawu, 2002).

Pea forages have higher CP (Crude Protein) and *in vitro* digestible organic matter, and lower neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) than wheat (Salawu et al., 2001), and higher CP contents than oats (Faulkner, 1985).

However, adding pea to wheat, oat or barley increases forage CP concentration and decreases NDF and ADF (Salawu et al., 2001).

Knowledge of potential rumen

на фракциите на фуража е от ключово значение за оценката на тяхната хранителна стойност и степента на използване на преживните животни. Системата Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) отчита влиянието на промяната, дължаще се на ОСВ фракциите на фуража (въглехидрати), техните относителни скорости на разграждане в търбуха и в крайна сметка скоростта на преминаване през червата (Lanzas et al., 2007).

Целта на този експеримент е да се оцени въздействието на съотношението на граха върху структурните и неструктурните въглехидратни фракции в зеления фураж от смеска на грах:овес.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Фуражният грах и овес се отглеждат в двукомпонентни смески в експерименталното поле на Института за фуражни култури, Крушевац – Сърбия (21º19’35 "E, 43º34’58" N). Районът на проучването е разположен на 166 m н.в. в Централна Сърбия. Типът на почвата е със съдържание на органични вещества приблизително 3.5% и pH 6.5.

Експериментът е заложен в три повторения по рандомизиран блоков метод, като е започнат през есента на 2012 г. на 20 октомври, а пробите са взети през пролетта на 2013 г. Грахът и овесът са тествани при пет различни съотношения на смеските: A1-100% грах; A2-100% овес; A3-25% грах + 75% овес; A4-50% грах + 50% овес и A5- 75% грах + 25% овес. Всички смески са засяти на парцели с размер от 20 m^2. Приложена е еднаква доза тор, 300 kg ha^{-1} NPK (15:15:15) преди сеитбата. Растителни проби са взети през пролетта на 2013 г., при образуване на първите шушулки при 2/3 от граховите растения.

Пробите от зеления фураж са анализирани за СВ (сухо вещество) чрез сушене в пещ при 60 ° C в продължение на 48 часа. За определяне на пепелта (AOAC, 942.05), суров протеин (СП; AOAC 984.13) и етерния екстракт (EE, AOAC 954.02) се използват

degradability of feed fractions is key to assess their nutritive value and extent of utilization in ruminants. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) accounts for the effects of variation due to feed CHO (Carbohydrate) fractions, their relative ruminal degradation rates and ultimately their rate of passage through the intestine (Lanzas et al., 2007).

The objective of this experiment was to assess the effect of pea proportion on structural and nonstructural carbohydrate fractions in pea:oat mixture green forage.

MATERIAL AND METHODS

Field pea and oat were grown in binary mixtures at the experimental field of the Institute for forage crops, Kruševac - Serbia (21º19'35" E, 43º34'58" N). The study area was situated at altitude of 166 m above sea level in Central Serbia. Soil type was with an organic matter content of approximately 3.5% and a pH of 6.5.

The experiment was designed with three replication according to a randomized complete block. Experiment was established in autumn in 2012, on October the 20^{th} and the samples were taken in spring in 2013. The pea and oat were tested at five different mixture rates: A_1-100% pea; A_2-100% oat; A_3- 25% pea + 75% oat; A_4-50% pea + 50% oat and A_5- 75% pea + 25% oat. All mixtures were sown on plots of 20 m^2. One level of fertilizer was applied, 300 kg ha^{-1} NPK (15:15:15) before the seeding. Plant samples were taken in spring 2013, at forming the first pods on 2/3 plants of pea.

Green forage samples were assayed for DM (Dry Matter) by oven drying at 60º C for 48 h. Standard procedures described by the AOAC (1990) were used to determine ash (AOAC, 942.05), Crude Protein (CP; AOAC 984.13) and ether extract (EE, AOAC 954.02), but ash and EE were not стандартни процедури, описани от AOAC (1990), но пепелта и ЕЕ не са представени в настоящата статия. Общите въглехидрати [ОСВ = 1000 - (СП+ пепел + ЕЕ)] и безвлакнинни въглехидрати [БВВ = 1000 - (НДВ + СП + пепел + ЕЕ)] са изчислени съгласно NRC (2001). НДВ са анализирани с термоустойчива α-амилаза (aNDF), киселинно детергентните влакнини (КДВ), съдържание на хемицелулоза (ХЦЛ) и лигнин са определени съгласно Van Soest et al. (1991). НСВ (неструктурни въглеводороди – монозахариди и дизахариди) са определени като общи въглеводороди, разтворими в етанол, съгласно процедурите, описани от Hall et al. (1999) и съдържанието на нишесте се определя по ензиматичен метод от Hall (2000). Двустепенният пепсин-целулазен метод се използва за *in vitro* смилаемост на СВ (De Boevar et al., 1986).

Експерименталните данни са анализирани чрез факторен дисперсионен анализ на проби от зелени фуражи в напълно рандомизиран план, като се използва модел, който отчита основните въздействия на смеските от грах: овес. Въздействията се считат като различни въз основа на значително F съотношение ($p < 0.05$) (STATISTICA 6, Stat. Soft. 2006).

presented in this paper. Total carbohydrates [CHO = 1000 – (CP + Ash + EE)] and Non-Fiber carbohydrates [NFC = 1000 – (aNDF + CP + Ash + EE)] were calculated according to NRC (2001). NDF assayed with heat stable α-amylase (aNDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HCL) and lignin content were determined according to Van Soest et al. (1991). NSC (Non-Structural Carbohydrates – monosaccharides and disaccharides) were determined as total ethanol soluble carbohydrates according procedures described by Hall et al. (1999), and starch content was determined according enzymathic method by Hall (2000). Two stage pepsin-cellulase method was used for *in vitro* DM digestibility (De Boevar et al., 1986).

The experimental data were analyzed by a factorial analysis of variance for green forage samples in a completely randomized design using a model that accounted for the main effects of pea:oat mixtures. Effects were considered different based on significant ($p < 0.05$) F ratio (STATISTICA 6, Stat. Soft. 2006).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Структурните и неструктурните ОСВ фракции на смеската между грах:овес са представени в Таблица 1. Въздействието на съотношението на компоненти е значително при съдържанието на сухо вещество. По отношение на съотношението на компонентите в смеската, най-голямото СВ е получено от парцелите със 100% овес (Таблица 1). Няколко проучвания показват, че СВ се увеличава с нарастващия процент на овес в смеските на овес с грах (Uzun и Asik, 2012). Освен това, овесът физически поддържа граховите растения в такива смески и осигурява по-голямата част от производството на СВ.

Дисперсионният анализ установява статистически значими разлики между съотношението на компонентите в смес-

RESULTS AND DISCUSSION

The structural and nonstructural CHO fractions of the pea:oat mixture are presented in Table 1. The effects of the mixture rates were significant for the dry matter content. With regard to the mixture rates, the highest DM was obtained from the 100% oat plots (Table 1).

Several studies showed that the DM increased with the increasing rate of oat in mixtures of oat with pea (Uzun and Asik, 2012). Furthermore, oat physically supported the pea plants in such mixtures and provided most of the DM production.

An anlasys of variance found statistically significant differences among mixture rates for crude protein ratio (Table ката при съотношението на суровия протеин (Таблица 1). Както се вижда от Таблица 1, най-високият процент на суров протеин (190.3 g kg-1 СВ) се наблюдава в парцелите със 100% грах, а най-ниския процент на суров протеин е получено от 100% овес (114.5 g kg-1 СВ). Сред смеските, най-високият процент на суров протеин (167.3 g kg-1 СВ) е установен в смеска със 75% грах (Таблица 1). Тъй като грахът има високо съдържание на азот, процентът на суров протеин се увеличава с увеличаване на процентът на грах в смеската. Uzun и Asik (2012) посочват подобни резултати за СП в смески с грах:овес.

Най-ниското съдържание на ОСВ е регистрирано в СВ на грах като монокултура (685.3 g kg^{-1} СВ), тъй като грахът има относително по-високо съдържание на СП от овеса. Увеличаването на съотношението на граха в смеските намалява съдържанието на ОСВ във всички смески (Таблица 1). Фракцията на НСВ (монозахариди и дизахариди), която представлява по-смилаемата част от общото ОСВ е най-висока при монокултурно отглеждане на грах. При смеските на грахът: овес, най-високо съдържание на БВВ е отчетено при монокултурния грах, а съдържанието на БВВ се увеличава с увеличаване на съотношението на грах в смеските от грах: овес. Das et al. (2015) посочват, че фуражите с по-ниско съдържание на клетъчни стени (НДВ, КДВ, хемицелулоза и лигнин) регистрират по-високо съдържание на БВВ и фуражи с по-високо съдържание на клетъчни стени имат по-ниско съдържание на БВВ, което е в съответствие с резултатите, получени в настоящето проучване. Количествата нишесте (g kg^{-1} СВ) са подобни при почти всички обработки в това проучване. Съдържанието на нишесте в смеската от грах:овес/75:25 се различава значително (p <0,05) от други обработки и е най-ниско при това третиране.

1). As seen in Table 1 the highest crude protein ratio (190.3 g kg^{-1} DM) was observed in the 100% pea plots, and the lowest crude protein ratio was obtained from the 100% oat (114.5 g kg^{-1} DM).

Among the mixtures, the highest crude protein ratio (167.3 g kg^{-1} DM) was found in the 75% pea mixture (Table 1). Since pea had a high nitrogen content, crude protein ratio increased as the percentage of pea in mixture increased. Uzun and Asik (2012) reported the similarly results for CP in pea:oat mixtures.

The lowest CHO content was recorded in DM of pea monoculture (685.3 g kg^{-1} DM), because pea had relatively higher CP content than oat. Increasing pea proportion in mixtures decreased CHO contents in all mixtures (Table 1). The NSC fraction (monosaccharides and disaccharides) which represents the more digestible fraction of total CHO was the highest in pea monoculture. Among pea:oat mixtures, the highest NFC content was recorded in pea monoculture and NFC content increased with increasing pea proportion in pea:oat mixtures.

Das et al. (2015) indicated that forages with lower cell wall contents (NDF, ADF, hemicellulose and lignin) recorded higher NFC content and forages with higher cell wall content had lower NFC content, which is in consistant with results obtained in this study. The quantities of starch (g kg^{-1} DM) were similar for almost all treatments in this study. Starch content in 75:25 pea:oat mixture differed significantly ($p < 0.05$) from other treatments, and was the lowest in this treatment.

Таблица 1. Химичен състав и въглехидратни фракции посредством системата CNCPS на смеска на грах:овес
Table 1. Chemical composition and carbohydrate fractions by CNCPS of Pea:Oat mixture

Показатели / Indicators	Варианти / Treatments				
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
СВ/DM, g kg^{-1}	248.3^{d}	280.0^{a}	271.6^{b}	263.0^{c}	270.3^{b}
СП/CP, g kg^{-1} DM	190.3^{a}	114.5^{e}	126.8^{d}	152.8^{c}	167.3^{b}
ОСВ/CHO, g kg^{-1} DM	685.3^{d}	753.6^{a}	736.2^{b}	705.6^{c}	697.4^{cd}
НСВ/NSC, g kg^{-1} DM	225.7^{a}	139.5^{d}	179.8^{b}	178.8^{b}	166.6^{c}
Starch, g kg^{-1} DM	66.7^{a}	67.7^{a}	65.2^{a}	67.4^{a}	56.5^{b}
БВВ/NFC, g kg^{-1} DM	279.1^{a}	106.5^{e}	148.5^{d}	165.2^{c}	200.4^{b}
НДВ/aNDF, g kg^{-1} DM	435.9^{e}	663.8^{a}	606.2^{b}	564.2^{c}	520.4^{d}
КДТ/ADF, g kg^{-1} DM	352.1^{c}	441.4^{a}	443.5^{a}	415.1^{b}	417.3^{b}
ХЦЛ/HCL, g kg^{-1} DM	76.2^{e}	203.4^{a}	149.1^{b}	136.4^{c}	93.2^{d}
Lignin, g kg^{-1} DM	61.6^{b}	81.1^{a}	82.4^{a}	69.8^{b}	82.2^{a}
ССВ/DMD, g kg^{-1} DM	774.0^{a}	579.8^{e}	611.4^{d}	649.8^{c}	691.1^{b}
CA, g kg^{-1} CHO	329.4^{a}	185.2^{d}	244.3^{c}	253.4^{b}	238.9^{c}
CB_1, g kg^{-1} CHO	97.4^{a}	89.8^{b}	88.6^{b}	95.5^{a}	81.1^{c}
CB_2, g kg^{-1} CHO	166.8^{a}	77.9^{d}	79.2^{d}	110.7^{c}	147.9^{b}
CB_3, g kg^{-1} CHO	258.4^{e}	452.3^{a}	389.5^{b}	372.9^{c}	334.7^{d}
CC, g kg^{-1} CHO	148.0^{b}	194.7^{a}	197.9^{a}	167.4^{b}	197.2^{a}

A_1-100% грах + 0% овес; A_2-0% грах + 100% овес; A_3-25% грах + 75% овес; A_4-50% грах + 50% овес; A_5-75% грах + 25% овес
СВ-сухо вещество; СП-суров протеин; ОСВ-общи въглехидрати; НСВ-неструктурни въглехидрати; БВВ-безвлакнинни въглехидрати; аНДВ- неутрално детергентни влакнини; КДТ-киселинно детергентни влакнини; ХЦЛ-хемицелулоза; ССВ-смилаемост на сухото вещество
Различните букви означават знаимите разлики (P <0.05)

A_1-100% pea + 0% oat; A_2-0% pea + 100% oat; A_3-25% pea + 75% oat; A_4-50% pea + 50% oat; A_5-75% pea + 25% oat
DM-Dry Matter; CP-Crude Protein; CHO-Total Carbohydrates; NSC-Non-Structural Carbohydrates; NFC-Non-Fiber Carbohydrates; aNDF-Neutral Detergent Fiber; ADF-Acid Detergent Fiber; HCL-Hemicellulose; DMD-Dry Matter Digestibility
Different letters denote significantly different means (P< 0.05)

Други важни качествени характеристики на фуражите са концентрациите на аНДВ и КДВ (Assefa and Ledin, 2001). Съдържанието на аНДВ се различава значително между различните варианти. Съдържанието на аНДВ се увеличава, когато процентът на овес се увеличава в смеските (Таблица 1). Грах като монокултура има най-ниски стойности на аНДВ (435.9 g kg^{-1} СВ). При КДВ са наблюдавани много по-малки различия. Няма значителни разлики между овесът като монокултура и смеска в съотношение 25:75 на грах:овес, както и между

Other important quality characteristics for forages are the concentrations of aNDF and ADF (Assefa and Ledin, 2001). The aNDF content differed significantly between treatments. aNDF content increased as the oat proportion increased in mixtures (Table 1). Monoculture pea had the lowest values of aNDF (435.9 g kg^{-1} DM). In the case of ADF much smaller differences were observed. There were no significant differences between oat monoculture and 25:75 pea:oat mixture, and also between смески в съотношение 50:50 и 75:25 на грах:овес. Грахът като монокултура показва най-ниско съдържание на КДВ. Действителните стойности за аНДВ и КДВ в това проучване и липсата на значителни разлики е в съответствие с предишни проучвания (Velazquez-Beltran et al., 2002). Salawu et al. (2001) посочват, че добавянето на грах към овес повишава концентрацията на СП и понижава съдържанието на НДВ и КДВ. Aesen et al. (2004) също потвърждават, че увеличаването на съотношението на бобовите растения води до намаляване на концентрациите на КДВ и НДВ в смеските от бобови-житни треви. Carr et al. (2004) установяват, че грах, ечемик, овес и смеските грах-ечемик и грах-овес съответно имат следния процент на КДВ - 38.2%, 38.5%, 34.4% и 36.5%. Strydhorst et al. (2008 г.) съобщават, че стойностите на НДВ при ечемик и смески от грах:ечемик са 55.2% и съответно 41.8%. Lithourgidis et al. (2006) дават по-ниски стойности на СП, НДВ, КДВ и лигнин при овес като монокултура, отколкото резултатите в настоящето изследване. Това може да се дължи на различните сортове, използвани в това проучване и евентуално на различния етап на растеж на овес при прибиране на реколтата в сравнение с другите изследвания.

Няма значителни разлики в съдържанието на лигнин между по-голямата част от обработките; единствените значителни разлики са между граха като монокултура и смеските в съотношение от 50:50 с други обработки (Таблица 1). При аНДВ и КДВ, най-високо съдържание на хемицелулоза е получено в СВ на овеса като монокултура, докато най-ниското съдържание е определено в СВ на граха като монокултура. Намаляването на пропорциите на овес в смеските на грах:овес смеси също понижава съдържанието на хемицелулозата.

Когато се тълкуват ОСВ фракциите на смеските на грах:овес според CNCPS (Таблица 1), наблюдава се, че грахът като монокултура и смеската с по-висок процент грах съдържат по-висока фракция на СА, показваща, че грахът и смеската с по-висок процент на грах са

50:50 and 75:25 pea:oat mixtures. The pea monoculture also had the lowest ADF content. The actual values for aNDF and ADF in this study and the lack of significant differences agreed with previous studies (Velazquez-Beltran et al., 2002). Salawu et al. (2001) indicated that adding pea to aot increased CP concentration and decreased NDF and ADF contents. Aesen et al. (2004) also reported that increasing the legume proportion resulted in decreased ADF and NDF concentrations for the legume-grass mixtures. Carr et al. (2004) found that pea, barley, oat, pea-barley and pea-oat mixtures of ADF values 38.2%, 38.5%, 34.4% and 36.5%, respectively. Strydhorst et al. (2008) reported that barley and pea-barley mixtures of NDF values were 55.2% and 41.8%, respectively.

Lithourgidis et al. (2006) reported lower values of CP, NDF, ADF and lignin for oat monoculture than results obtained in this study. This can be attributed to the different cultivar used in this study and possibly to the different growth stage of oat at harvest as compared with the other studies.

There were no significant differences between most of the treatments for lignin content; the only significant defferences were between pea monoculture and 50:50 mixtures with other treatments (Table 1). As well as aNDF and ADF, the highest content of hemicellulose was obtained in DM of oat monoculture, whereas the lowest content was determined in DM of pea monoculture. Decreasing oat proportions in pea:oat mixtures also decreased content of hemicellulose.

When CNCPS CHO fractions of pea:oat mixtures (Table 1) were interpreted, it was observed that pea monoculture and mixture with higher pea proportions contained higher CA fraction indicating that pea and mixture with higher pea proportions were better по-добри източници на ферментиращи ОСВ за преживните животни. Количеството на фракция CB_1 е сравнимо със смеските между грах: овес; грахът като монокултура и смеската на грах:овес в съотношение 50:50 има по-високо съдържание на CB_1. При обичайната диета на преживните животни, количествата на фракция CB_2 и CB_3 са много важни, тъй като тези фракции представляват ОСВ без влакнини и налична част от клетъчната стена на фуражите за преживни животни. Грахът като монокултура има най-високата CB_2 фракция и тази фракция се увеличава с нарастващия процент на грах в смеските от грах: овес, докато грахът като монокултура съдържа най-ниската CB_3 фракция и тази фракция намалява с увеличаване на съотношението на грах в смеските с грах:овес. Фракцията CC е съдържанието във фуража на лигнина в клетъчна стена. Следователно тази фракция е несмилаема както от микробите в търбуха, така и от самите животни. Фуражи с ниска CC фракция, като например грахът като монокултура и смеска от грах:овес в съотношение 50:50 в настоящето изследване биха били с отлично качество от гледна точка на доставката на ОСВ за преживните животни. Изследванията на Das et al. (2015 г.) относно различните ОСВ фракции на фуражите, макар и различни от нашите резултати са твърде сходни.

ССВ е значително различно при експерименталните обработки. Най-високата ССВ е отчетена за граха като монокултура (774.0 g kg^{-1}СВ). За разлика от граха, монокултурата овес има най-ниската ССВ (579.8 g kg^{-1}СВ). В резултат на повишена смилаемост, увеличаването на съотношението на грах в смеските на грах: овес доведе до увеличаване на ССВССВ от 611.4 до 691.1 g kg^{-1} СВ в смески, съдържащи съответно 25% грах до 75% грах.

sources of fermentable CHO to ruminants. Amount of fraction CB_1 was comparable between pea:oat mixtures; pea monoculture and 50:50 pea:oat mixture had higher CB_1 content.

In typical ruminant diet, the amounts of fraction CB_2 and CB_3 are very important as these fractions represent the nonfiber CHO and available cell wall portion of ruminant feeds.

Pea monoculture had the highest CB_2 fraction and this fraction increased with increasing pea proportion in pea:oat mixtures, whereas pea monoculture contained the lowest CB_3 fraction and this fraction decreased with increasing pea proportion in pea:oat mixtures.

Fraction CC is the lignin bound cell wall content of a feed. Hence this fraction is indigestible both by ruminal microbes and the animal itself. Feeds with low CC fraction like pea monoculture and 50:50 pea:oat mixture in this investigation will be of superior quality in terms of CHO supply to ruminants.

Finding of Das et al. (2015) regarding various CHO fractions of forages though were different from our results, but they were highly comparable.

The DMD was significantly different among the experimental treatments. The highest DMD was recorded for pea monoculture (774.0 g kg^{-1} DM). Despite the pea, oat monoculture had the lowest DMD (579.8 g kg^{-1} DM). As a result of high digestibility, increasing pea proportion in pea:oat mixtures resulted in increasing of DMD from 611.4 to 691.1 g kg^{-1} DM in mixtures contained 25% pea to 75% pea, respectively.

ИЗВОДИ

Според данните получени от настоящата научноизследователска работа, е установено, че грахът и

CONCLUSIONS

According to the data obtained from this research work, it was realized that pea and oat can be planted succesfully for овесът могат успешно да се отглеждат за пасища и производство на сено. Освен това, смеските на грах и овес могат успешно да се силажират и да се получат висококачествени силажи. Въз основа на констатациите от горното проучване се стигна до заключението, че смеските от грах-овес обикновено са по-добри фуражи за преживни животни от гледна точка на снабдяването с ОСВ. Според резултатите, може да се препоръча отглеждане на смески с 50% грах + 50% овес и 75% грах + 25% овес за по-добро съотношение на структурните и неструктурните въглехидрати и ССВ.

herbage and hay production.

Moreover, pea and oat mixtures can be succesfully ensiled and obtained high quality silages. Based on findings of the above study it was concluded that pea-oat mixtures generally were better feeds for ruminants from CHO supply point of view.

Acording to the results, cultivation of 50% pea + 50% oat and 75% pea + 25% oat mixtures for better structural and nonstructural carbohydrates ratio and DMD could be recomended.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите благодарят на Министерството на Образованието, науката и технологичното развитие на Република Сърбия, което финансира настоящето изследване като част от проект TR-31057.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia who funded this research as part of the project TR-31057.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Adesogan, A. T. and M. B. Salawu**, 2002. The effect of different additives on the fermentation quality, aerobic stability and in vitro digestibility of pea/wheat bi-crop silages containing contrasting pea to wheat ratios. *Grass and Forage Science*, 57, 25-32.
2. **Aesen, A., V. S. Baron, G. W. Clayton, A. C. Dick and D. H. McCartney**, 2004. Swath grazing potential of spring cereals, field pea and mixtures with other species. *Canadian Journal of Plant Science*, 84 (4), 1051-1058.
3. **Anil, L., J. Park, R. H. Phips and F. A. Miller**, 1998. Temperate intercropping of cerals for forage: a reviw of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science,* 53, 301-317.
4. **Assefa, G. and I. Ledin**, 2001. Effect of variety soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Feed Science and Technology,* 92, 95-111.
5. AOAC - Association of Official Analytical Chemists 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
6. **Carr, P. M., R. D. Horsley and W. W. Poland**, 2004. Barley, oat and cereal-pea mixtures as dryland forages in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal,* 96, 677-684.
7. **Das, L. K., S. S. Kundu, D. Kumar and C. Datt**, 2015. Fractionation of carbohydrate and protein content of some forage feeds of ruminants for nutritive evaluation. *Veterinary World*, 8 (2), 197-202.
8. **De Boevar, J. L., B. G. Cottyn, F. X. Buysse, F. W. Wainman and J. M. Vanacker**, 1986. The use of enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 14, 203-214.

9. **Faulkner, J. S.**, 1985. A comparison of faba beans and peas as whole-crop forages. *Grass and Forage Science*, 40, 161-169.
10. **Hall, M. B., W. H. Hoover, J. P. Jennings and T. K. M. Webster**, 1999. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 2079-2086.
11. **Hall, M. B.**, 2000. Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis. Ed. University of Florida. Bulletin 339. US.
12. **Lanzas, C., C. J. Sniffen, S. Seo, L. O. Tedeschi and D. G. Fox**, 2007. A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 136, 167-190.
13. **Lithourgidis, A. S., I. B. Vasilakoglou, K. V. Dhima, C. A. Dordas and M. D. Yiakoulaki**, 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Research*, 99, 106-113.
14. NRC - National Research Council 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised ed. National Academic Science, Washington, DC, USA.
15. **Salawu, M. B., A. T. Adesogan, C. N. Weston and S. P. Williams**, 2001. Dry matter yield and nutritive value of pea / wheat bi-crops differing in maturity at harvest, pea to wheat ratio and pea variety. *Animal Feed Science and Technology*, 94, 77-87.
16. **Strydhorst, S. M., J. R. King, K. J. Lopetinsky and K. N. Harker**, 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin or field pea. *Agronomy Journal*, 100 (96), 182-190.
17. **Uzun, A. and F. F. Asik**, 2012. The effect of mixture rates and cutting stages on some yield and quality characters of pea (Pisum sativum L.) + oat (Avena sativa L.) mixture. *Turkish Journal of Field Crops*, 17 (1), 62-66.
18. **Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis**, 1991. Methods for dietary fiber, NDF and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
19. **Velazquez-Beltran, L. G., Z. E. Felipe-Perez and C. M. Arriaga-Jordan**, 2002. Common vetch (Vicia sativa L.) for improving the nutrition of working equids in campesino systems on hill slopes in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 34, 169-179.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 98-106 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Проучване върху добива зърно от пролетен фуражен грах сорт ”Керпо” в зависимост от технологията на отглеждане

Тодор Кертиков*, Даниела Кертикова

Институт по фуражни култури, 5800 Плевен, България
**E-mail: t.kertikov@abv.bg*

Study on grain yield of spring field pea variety "Kerpo" depending on the technology of cultivation

Todor Kertikov*, Daniela Kertikova

Institute of forage crops, 5800 Pleven, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

През периода 2011-2013 г. са проучени продуктивните възможности на пролетен фуражен грах сорт „Керпо” отглеждан при различни технологии, както и тяхното влияние върху фенологията, структурата, биометрията и добива зърно. Изследването е извършено при полски условия, на почвен подтип слабо-излужен чернозем. Варианти на отглеждане: 1. По конвенционална технология – контрола; 2. Без използване на препарати от неорганичен произход; 3. Третиране само с биоинсектицид „Екофил Р”. Установи се, че посевът отглеждан по конвенционалната технология се откроява с най-бърз темп на отрастване, развитие и най-добро съчетание на биометричните и структурни показатели. При този вариант е получен най-висок биологичен (384,93 kg/da) и стопански (296,10 kg/da) добив зърно и е отчетена най-голяма загуба на семена (88,83 kg/da). Най-нисък биологичен (258,50 kg/da) и стопански добив (222,17 kg/da) е реколтиран от посева отглеждан без препарати от неорганичен произход.

Ключови думи: пролетен фуражен грах, фенология, структурни елементи, биопрепарат, технологии, добив зърно

SUMMARY

In the period 2011-2013 were studied productive potential of the spring field pea variety "Kerpo" grown in different technologies and their impact on phenology, structure, biometrics and grain yield. The study was carried out under field conditions, on soil subtype slightly-leached chernozem. Variants of cultivation: 1. At conventional technology – control; 2. Without use of preparations of inorganic origin; 3. Treatment with bio insecticides "Ecofil P". It was found that the crop grown on conventional technology stands out the most rapid growing up, development and the best combination of biometric and structural indicators. Under this option has received the highest biological (384,93 kg/da) and economic (296,10 kg/da) grain yield and reported the biggest loss of seeds (88,83 kg/da). The lowest biological (258,50 kg/da) and economic (222,17 kg/da) yield harvested from the crop grown without preparations of inorganic origin.

Keywords: spring forage pea, phenology, structural elements, bio preparation, technology, grain yield

УВОД

Фуражният грах е един от ценните източници на растителен протеин и заедно с другите бобови култури има важно значение за решаване на белтъчния проблем в страната (Kertikov, 2010). Граховите растения способстват за поддържане на почвеното плодородие, което е много съществено в условията на рязко съкращаване внасянето на минерални торове (Ryabtseva, 2009). Той е отличен предшественик за повечето полски и технически култури (Honeycutt, 1998; Yau et al., 2003; Gramatikov and Koteva, 2006).

Водещ проблем е осигуряването на чиста от химически замърсявания храна, основа за здравния статус на населението обитаващо всички страни и континенти (Nickel, 1982; Kuleva and Kuznetsov, 2004). В тази връзка ограниченото използване на препарати от неорганичен произход, както и третирането с биопрепарати при производството на протеинови фуражни култури, разширява възможността за развитие на екологичното земеделие в страната и не носи риск от замърсяване на добитата продукция.

Целта на експеримента е да се установи влиянието на различни технологии при отглеждане на пролетен фуражен грах сорт Керпо върху фенологията, биометрията, степента на полягане, добивите и загубите на зърно.

INTRODUCTION

Field pea is one of the valuable sources of vegetable protein and along with other legumes is important to solve protein problem in the country (Kertikov, 2010). Pea plants contribute to maintaining soil fertility, which is very significant in terms of sharply reducing the importation of mineral fertilizers (Ryabtseva, 2009).

It is an excellent precursor for most field and industrial crops (Honeycutt, 1998; Yau et al., 2003; Gramatikov and Koteva, 2006).

Leading issue is the provision of free of chemical contamination of food, based on the health status of the population inhabiting all countries and continents (Nickel, 1982; Kuleva and Kuznetsov, 2004). In this connection the limited use of preparations of inorganic origin and treatment with bio preparations in the production of protein fodder crops, expands the opportunity for the development of organic farming in the country and there is no risk of contamination of the harvested produce.

The aim of the experiment is to determine the impact of different technologies in growing spring field pea variety Kerpo on phenology, biometrics, the degree of lodging, grain yields and grain losses.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експеримента е проведен през периода 2011-2013 г. на Второ опитно поле в Института по фуражните култури със сорт грах Керпо. Сортът се отличава с висок добив на зърно и ранозрялост (Kertikova and Kertikov, 2013). Изследването е проведено върху почвен подтип слабо-излужен чернозем, при неполивни условия. Използван е метода на дробните парцели в четирикратна повторяемост на вариантите, при реколтната парцела 10 m^2. Варианти на полския опит: вариант 1 контрола – по конвенционална технология (Kertikov et

MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted during the period 2011-2013 in the second experimental field in Institute of Forage Crops with pea cv. Kerpo. The variety has a high grain yield and earliness (Kertikova and Kertikov, 2013). The study was conducted on the soil subtype slightly leached chernozem, without irrigation. It used the split plot method with four repetitions of the variants and a size of 10 m^2 of harvest plot. Variants of the field experience: Variant 1 control – a conventional technology (Kertikov et al. 2003), al., 2003), включваща торене и третиране с хербициди и инсектициди; вариант 2 – без използване на препарати от неорганичен произход; вариант 3 – третиране само с биоинсектицид („Екофил Р") от органичен произход. Третирането с биопрепарата „Екофил Р" е извършвано във фенофаза пълен цъфтеж в доза 3,5 l/da.

Извършени са агро-метеорологични и фенологични наблюдения и отчитания. Проследени са показателите: височина на посева (cm) в естествено състояние преди прибиране (H); дължина на стъблата (cm) в изправено състояние (L); степен на полягане, % (C); стопански и биологичен добив зърно (kg/da); загуби зърно (kg/da). Прибирането за зърно е извършено с малогабаритен парцелен комбайн. Структурният анализ на добив включва: дължина на стъблата (cm); височина на залагане на първи боб (cm); брой бобове на едно растение; брой семена в един боб; тегло на семената от едно растение (g); маса на 1000 семена (g). Данните са обработени с програмния продукт STATGRAPHYCS plus for Windows Version 2.1.

including fertilization and treatment with herbicides and insecticides; Variant 2 – without the use of preparations of inorganic origin; Variant 3 – treatment only with bio insecticide ("Ecofil P") of organic origin. Treatment with bio preparation "Ecofil P" is performed in phenophase full flowering at a dose of 3,5 l/da.

Agro-meteorological and phenological observations and readings were carried. The following indicators are recorded: stand height (cm) in its natural condition before harvest (H); stem length (cm) upright (L); lodging rate in % (C); economic and biological grain yield (kg/da); grain losses (kg/da). Grain harvest is done with miniature plot harvester. Structural analysis of grain yield include: stem length (cm); height of the first pod (cm); number of pods per plant; number of seeds per pod, weight of seeds per plant (g); mass of 1000 seeds (g). The data were processed with the software STATGRAPHYCS plus for Windows Version 2.1.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

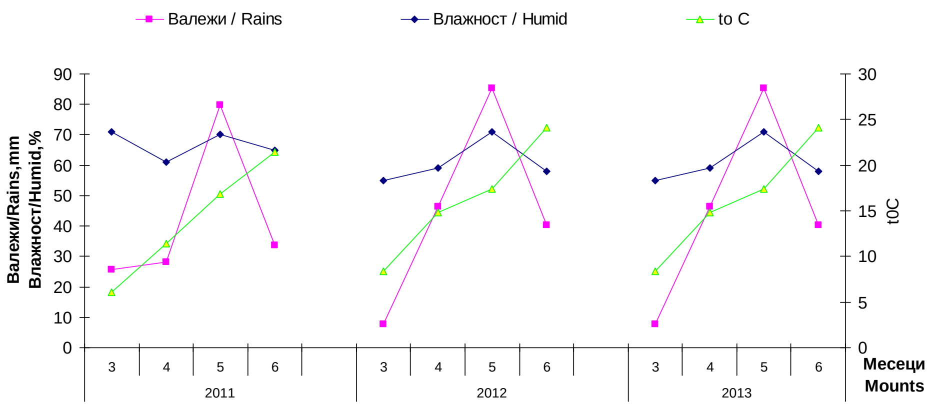
От представените агрометеорологични условия за месеците март-юни 2011-2013 г. (Фигура 1) обхващащи вегетационния период на пролетния фуражен грах се вижда, че реална възможност за пролетно залагане на полския експеримент съществува в периода 21 - 28 март. В тази връзка направените фенологични наблюдения и отчитания (Табллица 1) показват, че сеитбата е извършвана при налични среднодневни температури от 8,4^{o}C до 9,8^{o}C и крайно недостатъчни валежи (от 7,1 до 7,6 mm/m^2), но добре влагозапасена почва от зимните валежи. В началните и по-късните етапи, агрометеорологични условия са благоприятни за протичане на вегетационните процеси. Фенофаза поникване е регистрирана от 02.04. до 12.04., а стъблообразуване и растеж с около две седмици по-късно. Периода от фенофаза

RESULTS AND DISCUSSION

Presented by agro-meteorological conditions for the months of March to June 2011-2013 years (Figure 1) covering the vegetation period of spring forage peas period shows that a real possibility for the spring establishment of the field experiment exists between March 21st to 28th. In this regard made phenological observations and readings (Table 1) show that the sowing was done at present average daily temperatures 8,4^{o}C to 9,8^{o}C and insufficient rainfall (from 7,1 to 7,6 mm/m^2), but good humid soil from winter rains.

In the early and later stages, agro-meteorological conditions are favorable for the conduct of vegetation processes. Phenophase germination is registered by 02.04. to 12.04. and stem formation and growth by about two weeks later. The period from phenophase germination to поникване до фенофази стъблообразуване и растеж се характеризира с чести превалявания, добро влагозапасяване и оптимални температури за развитие на културата.

phenophase growth and stem formation is characterized by frequent rainfall, good moisture stockpiling and optimum temperatures for development of culture.



Фиг. 1 Климатограма за периода на вегетация , 2011-2013 г.
Fig. 1 Klimatogram for the vegetation period, 2011-2013

В зависимост от различието в метеорологичните условия през отделните години, този период обхваща 27-41 дни. До този момент не се наблюдават различия в продължителността на фенофазите в зависимост от прилагането на различни агротехнически прийоми при отглеждането на културата. В периода на протичане на фенофазите интензивен растеж – пълна бутонизация, се появяват и първите различия в измерената височина на граховите растения при отделните посеви. Най-малка височина (23,0-30,0 cm) е регистрирана при растения-та с прилагане на конвенционалната технология на отглеждане (вариант 1), а най-голяма при растенията от вариант 2 (без препарати от неорганичен произход). Растенията от вариант 3 (третиране само с „Екофил Р”), заемат междинно положение.

Depending on the difference in weather conditions in the particular years, this period covers 27-41 days. Until this moment there was no difference in duration of phenophase depending on the implementation of various agricultural maneuvers in the cultivation of the crop.

During the course of phenophase intensive growth – full budding, appeared the first differences around the measured height of the pea plants in various crops.

The smallest height (23,0-30,0 cm) was registered in plants by applying conventional technology (variant 1), and the highest in plants variant 2 (without preparations of inorganic origin). The plants from variant 3 (treatment only "Ecofil P") occupy an intermediate position.

Таблица 1. Фенологични наблюдения на пролетен фуражен грах сорт Керпо, 2011-2013 г.
Table 1. Phenological observation of spring forage pea cv. Kerpo, 2011-2013

Вариант Treatment	Фенофаза / Phenophase			
	сеитба sowing	поникване emergency	растеж growth (cm)	бутонизация budding
Вариант 1 – контрола Variant 1 – control	21.03.-28.03.	02.04.-12.04.	26.04.-16.05.(23-30,0)	10.05.-19.05.
Вариант 2 / Variant 2	21.03.-28.03.	02.04.-12.04.	26.04.-16.05.(27-28,8)	10.05.-23.05.
Вариант 3 / Variant 3	21.03.-28.03.	02.04.-12.04.	26.04.-16.05.(25-31,0)	10.05.-23.05.
Вариант Treatment	пълен цъфтеж full flowering	млечна зрялост milk ripeness	техническа зрялост technical maturity	вегетационен период (дни) vegetation period (days)
Вариант 1 – контрола Variant 1 – control	18.05.-25.05.	04.06.-09.06.	24.06.-05.07.	89 – 108
Вариант 2 / Variant 2	21.05.-30.05.	07.06.-15.06.	26.06.-06.07.	95 – 109
Вариант 3 / Variant 3	22.05.-30.05.	07.06.-13.06.	26.07.-09.07.	93 – 112

Различията във височините на растенията при отделните варианти основно се дължи на по-силното заплевеляване на посевите при варианти 2 и 3. От данните е видно още, че растенията отглеждани по стандартната технология навлизат с около три до осем календарни дни по-рано във фаза начало на цъфтеж в сравнение с тези от другите два варианта. Под влияние на високите температури на въздуха през месеците май и юни (средноденонощни от 17,4°C до 24,1°C и максимални от 21,2°C до 30,3°C), фенофази пълен цъфтеж и бобообразуване протичат интензивно и ускорено. Фенологичните различия между отделните варианти при пролетния грах се отразяват и върху настъпването и продължителността на следващите фенофази. Установява се забавяне в развитието на растенията при варианти 2 и 3 в сравнение с тези на контролата. Средният вегетационен период на граха отглеждан по конвенционалната технология е 89-108 дни. Удължаването му при другите варианти е незначително и е в границите от 4 дни до 6 дни. Вероятно удължаването на вегетационния период основно се дължи на по-силното заплевеляване, ограниченият достъп на растенията до вода, хранителни вещества и по-слабо слънчево огряване. Прибирането за зърно в зависимост от прилаганите агротехнически фактори при отделните варианти е извършено в техническа зрялост в периода от 24 юни до 9 юли.

The differences in the heights of the plants in the different variants are mainly due to the strong weeding of crops in variant 2 and 3. From the data it is apparent also that the plants grown by standard technology entering about three to eight calendar days earlier in phase beginning of flowering compared with those of the other two variants. Under the influence of high air temperatures during the months of May and June (daily average of 17,4°C to 24,1°C and maximum of 21,2°C to 30,3°C) phenophase full flowering and pod formation run intensive and accelerated. Phenological differences between variants in the spring pea also affect the onset and duration of the next phenophase. It was found to delay development of plants in the variant 2 and 3 in comparison with those of the control. The average growing season of pea grown in the conventional technology is 89-108 days. Its extension in the other variants is insignificant and is in the range from 4 days to 6 days. Perhaps extending the vegetation period is mainly due to the strong weeding, limited access to water plants, nutrients and less sunshine.

The grain harvesting, depending on the applied agronomic factors at different variants was made in technical maturity in the period from 24 June to 9 July.

Климатичните условия в годините на проучване обуславят вариране на добива и формиращите го структурни елементи. Данните за стойностите на показателите от извършеният биометричен и структурен анализ средно за тригодишния период са представени в Таблица 2. Не са установени определени различия при средната дължина на стъблата. Отчетените разлики в порядъка от 1,76 cm са несъществени. Височината на залагане на първи боб е най-малка (30,97 cm) при растенията отглеждани по конвенционалната технология (вариант 1).

Climatic conditions in the years of study determine the variation in yield and formative structural elements. The data for the parameters from carrying biometric and structural analysis average three-year period are presented in Table 2. There were no differences in certain average length stems. The reported differences in the range of 1,76 cm are insignificant. The height of the first pod is smaller (30,97 cm) in plants grown in conventional technology (variant 1).

Таблица 2. Структурен анализ на пролетен фуражен грах сорт Керпо, 2011-2013 г.
Table 2. Structural analysis of spring forage pea cv. Kerpo, 2011-2013

Вариант Treatment	Показатели / Indicators		
	Дължина на стъблата Length of the stems, (cm)	Височина на залагане на първи боб Height of the first pod (cm)	Брой бобове на растение Number of pods per plant
Вариант 1 – контрола Variant 1 – control	52,15 [a]	30,97 [b]	6,0 [a]
Вариант 2 / Variant 2	51,03 [a]	35,25 [a]	5,0 [a]
Вариант 3 / Variant 3	52,79 [a]	34,43 [a]	5,0 [a]
Вариант Treatment	Брой семена в боб Number of seeds per pod	Тегло на семената от едно растение Seed weight per plant (g)	Маса на 1000 семена Weight of the 1000 seeds (g)
Вариант 1 – контрола Variant 1 – control	8,0 [a]	6,55 [a]	255,75 [a]
Вариант 2 / Variant 2	8,0 [a]	5,18 [b]	207,84 [c]
Вариант 3 / Variant 3	8,0 [a]	5,31 [b]	219,96 [b]

LSD 99.5% - стойностите в колона с една и съща буква нямат доказаност на разликите
LSD 99.5% - means of the same column followed by the same letter was not significant different

Растенията отглеждани без третиране с препарати от неорганичен произход и тези третирани с биоинсектицида „Екофил Р" залагат първи боб на по-голяма височина, средно с от 3,46 cm до 4,28 cm. Резултатите относно признака брой семена в един боб показват, че трите варианта са с едни и същи стойности. В случая тук по-силен фактор се явява характеристиката на биологичния фактор в сравнение с технологията на отглеждане. Проследявайки в същата таблица теглото на семената от едно растение се вижда, че то е най-голямо при контролния вариант (6,55 g) и най-ниско (5,18 g) при растенията отглеждани без третиране с препарати

Plants grown without treatment with preparations of inorganic origin and those treated with bio insecticide "Ecofil P" set first pods of greater height, average with 3,46 cm to 4,28 cm.

The results on the indicator number of seeds per pod show that three variants are the same values. In the case here stronger factor is characteristic of biological factor compared to technology of growing. Tracing back in the same table the weight of the seed of a plant can be seen that it is the greatest in the control variant (6,55 g) and the lowest (5,18 g) in plants grown without treatment with preparations of inorganic origin.

от неорганичен произход. Стойностите на масата на 1000 семена показват подобна тенденция. С най-голяма маса са семената от вариант 1 (255,75 g), докато семената на другите два варианта (без третиране с препарати от неорганичен произход и третирани с биоинсекцитида „Екофил Р") са от 35,79 до 47,91 g по-леки.

За едногодишните бобови култури включително и за граха, от особено значение е ниската степен на полягане на растенията. Същата благоприятства значителното намаляване на загубите на зърно или зелена маса при прибиране на културата (Skubisz, 2002; Zhang, 2004). В тази връзка на Таблица 3 са отразени степента на полягане на пролетния грах към момента на прибирането му за зърно, получените добиви и реалните загуби на семена.

The values of mass of 1000 seeds showed a similar trend. The greatest weight are the seeds of variant 1 (255,75 g), while the seeds of the other two variants (without treatment with preparations of inorganic origin and treated bio insecticide "Ecofil P") are from 35,79 to 47,91 g lighter.

For annual legumes including pea, of particular importance is the low degree of lodging of the plants. That same favors the significant reduction in losses of grain or green mass harvesting of culture (Skubisz, 2002; Zhang, 2004).

In this regard Table 3 reflects the degree of lodging of spring pea at the time of harvest for grain, the resulting yields and actual losses of seeds.

Таблица 3. Добив зърно (kg/da) и степен на полягане в зависимост от технологията на отглеждане на сорт Керпо, 2011-2013 г.
Table 3. Grain yield (kg/da) and degree of lodging depending on the technology of cultivation of cv. Kerpo, 2011-2013

Вариант Treatment	Показатели / Indicators		
	H cm	L cm	Полягане (%) Lodging (%)
Вариант 1 – контрола Variant 1 – control	25,50 [b]	55,13 [a]	52,67 [a]
Вариант 2 / Variant 2	34,17 [a]	52,71 [b]	35,62 [b]
Вариант 3 / Variant 3	36,07 [a]	55,43 [a]	34,33 [b]

LSD 99.5% - стойностите в колона с една и съща буква нямат доказаност на разликите
LSD 99.5% - means of the same column followed by the same letter was not significant different

Вариант Treatment	Биологичен добив Biological yield	Стопански добив Economic yield	Загуби зърно Grain losses
Вариант 1 – контрола Variant 1 – control	384,93 [a]	296,10 [a]	88,83 [a]
Вариант 2 / Variant 2	258,50 [c]	222,17 [c]	36,33 [c]
Вариант 3 / Variant 3	301,17 [b]	255,13 [b]	46,03 [b]
$LSD_{99,5\%}$	7,582 kg/da;	6,435kg/da;	3,013kg/da

Note: H - Средна височина на посева в естествено състояние/Average height of the stand in the natural state; L - Средна дължина на изправените стъбла в посева/Average length of erect stems in the stand;

Данните показват, че посевът отглеждан по конвенционалната техно-логия към момента на реколтиране е с естествена височина 25,50 cm и степен на полягане – 52,67%. При посевите от останалите два варианта, височините на растенията към момента на прибиране са в порядъка от 34,17 cm до 36,07 cm, а

Data show that the crop grown on conventional technology at the time of harvesting is natural 25,50 cm height and degree of lodging – 52,67%. In crops of the other two variants, the height of plants at the time of harvesting are in the range from 34,17 cm to 36,07 cm, and as в резултат на по-силното заплевеляване степента на полягане е по-ниска спрямо контролата, съответно с 34,33% и с 35,62%.

Резултатите за добив зърно от пролетния фуражен грах средно за периода показват, че разликите между трите варианта са достоверни. Биологичният и стопанският добив зърно е най-висок при посева отглеждан по конвенционалната технология, съответно 384,93 kg/da и 296,10 kg/da. При този посев обаче загубите на зърно са най-високи и достигат до 88,83 kg/da. Най-ниски са стойностите за отчетените загуби на семена при посева отглеждан без използване на препарати от неорганичен произход, но същевременно при него и добивите (биологичен – 258,50 kg/da и стопански – 222,17 kg/da) са най-ниски. Получените добиви зърно, както и отчетените загуби при третирания посев с биопрепарата „Екофил Р", заемат междинно положение.

a result of the stronger the degree of weed infestation lodging is lower compared to the control, by 34,33% and 35,62%.

Results for grain yield of spring forage pea average for the period show that the differences between the three variants are significant. For cultivation and grain yield is the highest in the crop grown on conventional technology, respectively 384,93 kg/da and 296,10 kg/da. In this crop, however, sowing grain losses are the highest and reach 88,83 kg/da. The lowest are the values for the reported losses of seeds in crop grown without use of preparations of inorganic origin, but at the same time in it yields (biological – 258,50 kg/da and economic – 222,17 kg/da) are also the lowest. Grain yields and losses reported in the treated seed with bio preparation "Ecofil P" occupy an intermediate position.

ИЗВОДИ

Средният вегетационен период на граха отглеждан по конвенционалната технология е 89-108 дни. Удължаването му при другите варианти е незначително и е в границите от 4 дни до 6 дни.

При посева с прилагана стандартната технология, биометричните и структурни показатели на добива са най-високи и се намират в най-добро съчетание спрямо тези от останалите два варианта.

С най-висок биологичен (384,93 kg/da) и стопанския (296,10 kg/da) добив е посева с използвана стандартна технология на отглеждане (контрола), но при него и отчетените загуби на зърно са най-високи – 88,83 kg/da. Най-нисък биологичен и стопански добив (258,50 kg/da и 222,17 kg/da) е реколтиран от посева отглеждан без използване на препарати от неорганичен произход.

CONCLUSIONS

The average growing season of pea grown in the conventional technology is 89-108 days. Its extension in the other variants is insignificant and is in the range from 4 days to 6 days.

In crop with applied standard technology, biometric and structural indicators of yields are the highest and are in the best combination to those of the other two variants.

The highest biological (384,93 kg/da) and economic (296,10 kg/da) yield is in crop with used standard technology of cultivation (control), but in it are also reported the highest losses of grain – 88,83 kg/da. The lowest biological and economic yield (258,50 kg/da and 222,17 kg/da) was harvested from the crop grown without the use of preparations of inorganic origin.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Gramatikov, B. and V. Koteva**, 2006. Action humatniya micro fertilizer "Humustim" on the productivity of some field crops, *Filed Crops Studies*, 3(3), 413-419 (Bg).

2. **Honeycutt, W.**, 1998. Crop rotation impacts on potato protein, *Plant Foods Hum. Nutr*., 52(4), 279-281.

3. **Kertikov, T.**, 2010. Study on agronomic aspects of forage pea and vetch. Habilitation work, Pleven, Bulgaria.

4. **Kertikov, T., I. Popov, D. Naneva, T. Dimitrova, M. Stoykova and N. Georgieva**, 2003. Spring forage pea. *Zemedelie plus*, 1, 2-16 (Bg).

5. **Kertikova, D. and T. Kertikov**, 2013. Comparative characteristics of spring forage pea varieties. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 16(2), 492-504 (Bg).

6. **Kuleva, O. N. and V. Kuznetsov**, 2004. Recent achievements and prospects for studying the mechanism of action of phytohormones and their participation in the signal systems of the whole plant. *Vestnik RFFI*, 2, 12-36 (Ru).

7. **Nickel, G.**, 1982. Plant growth regulators agricultural uses, Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg New York.

8. **Ryabtseva, Y.**, 2009. Some theoretical and experimental data on specific organs of fixation of nitrogen-root tubers formed as a result of symbiosis of pea seed (*Pisum sativum* L.) and tuberous bacteria (*Rhizobium*). *Agraen vestnik*, Ural, 6(60), 41-44 (Ru).

11. **Skubisz, G.**, 2002. Method for the determination of the mechanical properties of pea stems. *Int. Agro physics*, 16, 73-77.

9. **Yau, K. and M. Bounejmateb**, 2003. Barley legumes rotations for semi-arid areas of Lebanon, *European Journal of Agronomy*, 19(4), 599-610.

10. **Zhang, Ch.**, 2004. Implementation of Marker-assisted Selection for Lodging Resistance in Pea Breeding, Ph.D. thesis, University of Saskatchewan Saskatoon Saskatchewan Canada, https://ecommons.usask.ca/bitstream/handle/10388/etd-08222004-120704/thesis.pdf

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 107-122 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Промени в съдържанието на пластидни пигменти в надземна биомаса на едногодишни и многогодишни житни фуражни треви след третиране с хербициди

Пламен Маринов-Серафимов[1]*, Ирена Голубинова[1], Анна Илиева[1], Мария Стаматова[2]

[1]Институт по фуражните култури, ул. „Ген. Владимир Вазов“ № 89, 5800 Плевен, България
[2]Институт по Растителни Генетични Ресурси „Константин Малков“, бул. „Дружба” 2, 4122 Садово, България
*E-mail: plserafimov@abv.bg

Changes in the content of plastid pigments in above-ground biomass of annual and perennial forage grasses after herbicides application

Plamen Marinov-Serafimov[1]*, Irena Golubinova[1], Anna Ilieva[1], Maria Stamatova[2]

[1]Institute of Forage Crops, 89 Gen. Vladimir Vazov Str., 5800 Pleven, Bulgaria
[2]Institute of Plant Genetic Resources "Konstantin Malkov", 2 "Druzhba" Blvd., 4122 Sadovo, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

През периода 2014-2016 г. в Институт по фуражните култури - Плевен са изведени полски опити за установяване селективността на хербицидите Аксиал едно, Акурат 60 ВГ, Пасифика, Алай Макс, Игъл 75 ВГ и Базис 75 ДФ при многогодишни житни фуражни треви (*Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca arundinacea* Schreb и *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) и Лумакс 538 СК, Лаудис ОД, Стелар 210 СЛ, Екип СК, Пасифика, Аксиал едно, Корело Дуо, Корида 75 ВДГ; Аксиал и Дикопур Ф при *Sorghum sudanense* Piper Stapf., приложени във фаза ВВСН 12-13 за едногодишните и ВВСН 12-14 на многогодишните житни треви в годината на създаване на посева

Установено е, че селективността на хербицидите и съдържанието на пластидните пигменти в надземна

SUMMARY

During the period 2014-2016, at the Institute of Forage Crops - Pleven was conducted field trials to establish the selectivity of herbicides Axial One, Akurat 60 WG, Pacifica, Alai Max, Eagle 75 WG and Basis 75 DF at perennial forage grasses *Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca arundinacea* Schreb and *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes and Lumax 538 SC, Laudis OD, Stellar 210 SL, Equip SK, Pacifica, Axill One, Korello Duo, Corrida 75 VDG; Axial and Dikopur F in *Sorghum sudanense* Piper Stapf. applied at growth stage tillering for perennial grasses and second leaves in Sudan grass.

It was found that the selectivity of the herbicides and the plastid pigments content in above-ground biomass of test биомаса на тестваните едногодишни и многогодишни житни фуражни треви показва обща тенденция на намаляване (до 74.7%), натрупването на фотосинтетични пигменти (хлорофил a, b и каротиноиди) при степен на инхибиране (R_i) от -1.0 до -5.5.

Общото съдържание на хлорофил нараства 21 ден след прилагане на Акурат 60 ВГ в доза 1.0 g/da при *A. desertorum* и Аксиал едно в доза 100.0 ml/da при *D. glomerata* (от 15,9 до18,2%) и каротиноиди (от 1,3до 20,9%), спрямо контролните варианти.

Установени са статистически значими отрицателни корелационни зависимости между съдържанието на фотосинтетични пластидни пигменти и визуалната баловата оценка за фитотоксичност (EWRS) в зависимост от прилаганите хербициди при едногодишни и многогодишни житни фуражни треви както следва: *L. perenne -0,567; D. glomerata* -0,701; *F. arundinaceae* -0,957; *A. desertorum -0,703* и *S. sudanense -0,740.*

Получените експериментални резултати показват, че определянето на съдържанието на фотосинтетични пигменти на 21 ден след тренирането с хербициди, може да се използва за оценка селективността на хербициди за вегетационно приложение при конкретните едногодишни и многогодишни житни фуражни култури.

Ключови думи: селективност, пластидни пигменти, хербициди, едногодишни, многогодишни житни фуражни треви

annual and perennial forage grasses showed a trend of reduction (up to 74.7%), the accumulation of photosynthetic pigments (chlorophyll a, b and carotenoids) at a degree of inhibition (R_i) ranges from -1.0 to -5.5.

The total chlorophyll content was increased 21 days after the administration of Acrust 60 WG at a dose of 1.0 g/da in *A. desertorum* and Axial One at a dose of 100.0 ml /da for *D. glomerata* (15.9 to 18.2%) and carotenoids (from 1.3 to 20.9%) versus control treatments.

Statistically significant negative correlations between the content of Photosynthetic plastid pigmentsand and visual evaluation scores for phytotoxicity (EWRS) based on applied herbicides in annual and pereannual cereal forage crops as follows: *L. perenne* -0.567; *D. glomerata* -0.701; *F. arundinaceae* -0.957; *A. desertorum* -0.703 and *S. sudanense* -0.740 were established

The experimental results obtained showed that the determination of the photosynthetic pigments content on 21 days after treatment with herbicide can be used as a test for evaluation of the selectivity of post-emergent herbicides in the annual and perennial cereal forage crops tested.

Key words: selectivity, plastid pigments, herbicides, annual, perennial cereal forage grasses

УВОД

Плевелите наред с болестите и неприятелите са един от основните фактори, които понижават добивите и влошават качеството на получената продукция при фуражните култури (Liebman and Davis, 2000; Oerke, 2006; Meiss et al., 2010; Beckie and Tardif, 2012).

За получаване на високи добиви от семепроизводните посеви на едногодишните и многогодишни житни фуражни култури, важно звено в технологията на отглеждането им заема борбата с плевелите.

INTRODUCTION

Weeds, diseases and pests are one of the major factors that decrease the yield and impair the quality of the production in forage crops (Liebman and Davis, 2000; Oerke, 2006; Meiss et al., 2010; Beckie and Tardif, 2012).

To obtain high yields from seed crops of annual and perennial forage crops, an important unit in their cultivation technology is the weed control.

Хербицидите с висока селективност и ефикасност са основен елемент в съвременните технологии при отглеждане на редица култури растения (Nemat Alla and Younis, 1995; Rankova et al., 2008; Hrstova, 2009; Bazitov and Bazitov, 2010; Rankova, 2010; Rankova and Popov, 2011; Hristova et al, 2013; Georgiev et al., 2014; Prodanova-Marinova, 2014a и 2014b).

Селективността на хербицидите се изразява в способността им да унищожават плевелните растения без да оказват фитотоксично въздействие върху растежните, репродуктивни възможности на културните растения (Rankova et al., 2013; El-Nahhal and Hamdona, 2015; da Costa et al., 2017) и почвената биота (Velcheva et al, 1997; Velcheva et al., 2012).

Според проучванията на Bhatti et al. (1998); Radetski et al. (2000); Rankova (2004 и 2006); Rankova et al. (2006a, 2006b и 2009) и Anderson (2010) хербициди като 2,4-Д, глифозат, хлорсулфурон, форамсулфурон и други могат да причинят фитотоксично увреждане на културните растения, изразени в хлороза, некроза, малформации на листа и стъбла, както и функционални разстройства във физиологичните процеси – фотосинтеза, дишане, воден режим и др.

Съдържанието на фотосинтетични пигменти е показател за чувствителността на растенията към промените в абиотичните фактори на средата и като индикатор за определяне фитотоксичността на хербицидите (Vecchia et al., 2001; Pechová et al., 2003; Rankova and Koumanov, 2005; 2006; Patraş and Artenie, 2007; Nacheva et al., 2012; Vasileva, 2012; 2015; Goranovska et al, 2014; Ilieva and Vasileva, 2016).

При видовете от род *Sorghum* са установени специфични реакции към някои от използваните хербициди (Kershner et al., 2012; Enchev and Georgieva-Andreeva, 2013; Yu et al., 2015), докато при *Lolium perene* L., *Dactylis glomerata* L. и *Agropyron desertorum*

The herbicides with high selectivity and efficiency are a basic element in the modern technologies in cultivating a number of crops of plants (Nemat Alla and Younis, 1995; Rankovaet al., 2008; Hrstova, 2009; Bazitov and Bazitov, 2010; Rankova, 2010; Rankova and Popov, 2011; Hristova et al, 2013; Georgiev et al., 2014, Prodanova-Marinova, 2014a и 2014b).

The selectivity of herbicides is their ability to kill weeds without phytotoxic effects on the growth and reproductive potential of crop plants (Rankova et al., 2013; El-Nahhal and Hamdona, 2015; da Costa et al., 2017) and soil biota (Velcheva et al, 1997; Velcheva et al., 2012).

According to studies by Bhatti et al. (1998); Radetski et al. (2000); Rankova (2004 и 2006); Rankova et al. (2006a, 2006b and 2009) and Anderson (2010) herbicides such as 2,4-D, glyphosate , chlorsulfuron, foramsulfuron and others can cause phytotoxic damage to crop plants, expressed in chlorosis, necrosis, leaf and stalk malformations, as well as functional disorders in the physiological processes - photosynthesis, breathing, water regime and others.

The photosynthetic pigments content is an indicator of the sensitivity of plants to changes in the abiotic factors of the environment and as an indicator for determining the phytotoxicity of herbicides (Vecchia et al., 2001; Pechová et al., 2003; Rankova and Koumanov, 2005; 2006; Patraş and Artenie, 2007; Nacheva et al., 2012; Vasileva, 2012; 2015; Goranovska et al, 2014; Ilieva and Vasileva, 2016).

In species of the genus *Sorghum* found specific reactions to some of the used herbicides (Kershner et al., 2012; Enchev and Georgieva-Andreeva, 2013; Yu et al., 2015), while *Lolium perene* L., *Dactylis glomerata* L., and *Agropyron desertorum* (Fisch.) schultes are

(Fisch.) Schultes са крайно ограничени или липсват (Durán-Serantes et al., 2002; McCurdy, et al., 2008; Dimitrova and Katova, 2011; 2013; Kaspary, 2014).

Целта на настоящето изследване е да се проучи селективността на група хербициди и влиянието им върху натрупването на пластидни пигменти (хлорофили и каротиноиди) в надземна биомаса на едногодишни и многогодишни житни фуражни треви при полски условия.

extremely limited or missing (Durán-Serantes et al., 2002; McCurdy, et al., 2008; Dimitrova and Katova, 2011; 2013; Kaspary, 2014).

The aim of this present study was to investigate the selectivity of the group of herbicides and their effects on the accumulation of plastid pigments (chlorophylls and carotenoids) in above-ground biomass of annual and perennial grass forage grasses under field conditions.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучванията са проведени през периода 2014-2016 година в опитното поле на Институт по фуражните култури - Плевен върху излужен, чернозем при неполивни условия.

Полските опити са изведени по перпендикулярния метод в три повторения с големина на опитната площ – 5 m^2 при едногодишните и 3 m^2 при многогодишни житни фуражни култури.

Обект на изследване са две групи фуражни култури: I. група – Едногодишни житни - (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) и II. група – Многогодишни житни - (*Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L., Festuca arundinaceae Schre. и *Agropyron desertorum* (Fresch.) Schultes.). Проучваните варианти и характеристиките на тестваните хербициди са представени в Таблица 1.

Внасянето на хербицидите е извършено с гръбна пръскачка „ptp 18“ при разход на работен разтвор 40 l/da с конична дюза, налягане P max 3 bar, V max 1.48, и Q max 0.57 l/min, при едногодишните житни фуражни култури - (*S. sudanense* във фаза BBCH 12-13, а при многогодишните житни фуражни култури (*L. perenne*, *D. glomerata*, *F. arundinaceae* и *A. desertorum* във фаза BBCH 12-14 в годината на създаване на посева.

MATERIAL AND METHODS

The studies were conducted during the period 2014-2016 in the experimental field of the Institute for Forage Crops - Pleven on leached black ground under non-irrigated conditions.

Field trials were conducted perpendicularly in three replicates with a test area of 5 m^2 per annual cereal and 3 m^2 of perennial cereal forage crops.

Two groups of forage crops are the subject of study: Group I. - Annual cereal - (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) and II. Group - Perennial cereal - (*Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca arundinaceae* Schre and *Agropyron desertorum* (Fresch.) Schultes.). Trial treatments and herbicides characteristics are shown in Table 1.

The application of the herbicides was done with the ptp 18 knapsack sprayer at 40 l/da with a conical nozzle pressure Pmax 3 bar, Vmax 1.64 l and Qmax l/min for the annual cereal crops - (*S. sudanense* in growth stage BBCH 12-13, and in perennial forage crops (*L. perenne, D. glomerata, F. arundinaceae* and *A. desertorum* in growth stage BBCH 12-14 in the year of sowing.

Таблица 1. Варианти на опита и характеристика на тестваните хербициди
Table 1. Trial treatments and herbicides characteristics

Вид Species	Активно вещество Active ingredients	Хербициди Herbicides	Доза/Dose g/(ml)/da
L. perenne *F. arundinaceae* *A. desertorum*	45 g/l пиноксаден + 5 g/l флорасулам 45 g/l pnioksaden + 5 g/l florasulam	Axial One Аксиал едно	100.0
	600 g/kg Метсулфурон-метил 600 g/kg Metsulfuron-methyl	Акурат 60 ВГ Accurate 60 WG	1.0
	30 g/kg мезосулфурон-метил + 10 g/kg йодосулфурон-метил натрий + 90 g/kg мефенпир-диетил 30 g/kg mesosulfuron-methyl + 10 g/kg iodosulfuron-methyl sodium + 90 g/kg mefenpyr-diethyl	Пасифика+ Биопауър Pacifica + Biopower	35.0
	143 g/kg трибенурон метил +143 g/kg метсулфурон метил 143 g/kg tribenuron methyl +143 g/kg metsulfuron methyl	Алай Макс Ally Max	3.5
	750 g/kg хлорсулфурон 750 g/kg chlorsulfuron	Игъл 75 ВГ Eagle 75 WG	2.0
	500 g/kg римсулфурон + 250 g/kg тифенсулфурон-метил 500 g/kg rimsulfuron + 250 g/ kg thifensulfuron-methyl	Базис 75 ДФ + Тренд 90 Basis 75 DF + Trend 90	2.5
D.glomerata	45 g/l пиноксаден + 5 g/l флорасулам 45 g/l pnioksaden + 5 g/l florasulam	Axial One Аксиал едно	100,.0
	600 g/kg Метсулфурон-метил 600 g/kg Metsulfuron-methyl	Акурат 60 ВГ Accurate 60 WG	1.0
	30 g/kg мезосулфурон-метил + 10 g/kg йодосулфурон-метил натрий + 90 g/kg мефенпир-диетил 30 g/kg mesosulfuron-methyl + 10 g/kg iodosulfuron-methyl sodium + 90 g/kg mefenpyr-diethyl	Пасифика+ Биопауър Pacifica + Biopower	35.0
S. sudanense	375 g/l s-метолахлор + 125 g/l тербутилазин + 37,5 g/l мезотрион 375 g/l s-metolachlor + 125 g/l terbuthylazine + 37.5 g/l mesotrione	Лумакс 538 СК Lumax 538 SC	300.0
	44 g/l темботрион + 22 g/l изоксадифен-етил 44 g/l timmoturon + 22 g/l isoxadifen-ethyl	Лаудис ОД Laudis OD	200.0
	50 g/l топрамезон + 160 g/l дикамба 50 g/l topramesone + 160 g/l dicamba	Стелар 210 СЛ Stelar 210 SL	100.0
	22,5 g/l форамсулфурон + 22,5 g/l антидот 22.5 g/l foramsulfuron + 22.5 g/l antidote	Екип СК Equip SK	250.0
	30 g/kg мезосулфурон-метил + 10 g/kg йодосулфурон-метил натрий + 90 g/kg мефенпир-диетил 30 g/kg mesosulfuron-methyl + 10 g/kg iodosulfuron-methyl sodium + 90 g/kg mefenpyr-diethyl	Пасифика+ Биопауър Pacifica + Biopower	35.0
	45 g/l пиноксаден + 5 g/l флорасулам 45 g/l pnioksaden + 5 g/l florasulam	Axial One Аксиал едно	100,.0
	70.8 g/kg пироксулам + 14.2 kg/da флорасулам 70.8 g/kg клоквинтоцет-мексил 70.8 g/kg pyroxulam + 14.2 kg/da florasulam 70.8 g/kg cloquintocet-methyl	Корело Дуо + Клоквинтоцет Corello Duo + Cloquintocet	26.5
	750 g/kg трибенурон метил 750 g/kg of tribenuron methyl	Корида 75 ВДГ Corrida 75 DVG	1.5
	45 g/l пиноксаден / 45 g/l pnioksaden	Аксиал / Axial	90.0
	600 g/l 2,4 Д аминна сол / 600 g/l 2,4 D amine salt	Дикопур Ф / Dickopour F	120.0

За целите на проучването на 21-ия ден след третиране (DAT) визуално е оценена селективността на прилаганите хербициди върху културните растения, като е използвана е 9-балната скала на EWRS (European Weed Research Society) – бал от 1 до 9 (бал 1 – няма повреда, а при бал 9 – културата е напълно унищожена).

For the purposes of the study on the 21-st day after treatment (DAT) the selectivity of the herbicides on the crop plants was visually determined using the EWRS (European Weed Research Society) score from 1 to 9 (score 1 – without damages; score 9 – the crop is completely destroyed).

Взети са проби от свежа растителна биомаса на 21-ия ден след третиране (DAT) за определяне съдържанието на пластидни пигменти (хлорофил a, хлорофил b, каротиноиди, и общо a+b). Съдържанието на фотосинтезиращи пигменти е определяно спектро-фотометрично по метода на Zelenski and Mogileva (1980).

Степента на инхибиране (R_i) на пластидните пигменти (хлорофил a+b и каротиноиди) е определяна по формулата:

Samples of fresh plant biomass were taken on the 21-st day after treatment (DAT) to determine the content of plastid pigments (chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, and total a+b). The content of photosynthetic pigments was determined spectrophotometrically by Zelenski and Mogileva (1980).

Degree of inhibition (R_i) of plastid pigments (chlorophyll a + b and carotinoids) was determined by the equation (1):

$$R_i = \left\{\frac{\ln \mathbf{N_1} - \ln \mathbf{N_0}}{t}\right\}.\mathbf{100} \qquad (1)$$

където ln N_1– показатели отчетени в третираните варинти, ln N_0 – показатели отчетени в контролните варианти, *t* – продължителност след третирането, дни.

Отчитани са основните агрометеорологични показатели за периода на проучването: сума на валежите (в mm) и средна денонощна температура на въздуха средно за вегетационния период (в ^{0}C). За характеризиране на аридността е използван индексът на de Marton, 1926; Paltineanu et al., 2007. Получените резултати са обработени статистически с програмния продукт STATGRAPHICS Plus for Windows Version 2.1

where ln N_1– characteristics in each treatment, ln N_0 – characteristic in the control treatment, *t* – duration after treatment, days.

Major agro-meteorological characteristics of the period of study were recorded: rainfall amount (in mm) and average 24-hour air temperature on average for the growing season (in ^{0}C). The Marton's index was used to characterize the aridity (de Marton, 1926; Paltineanu et al., 2007). The collected data were analyzed using the software Statgraphics Plus for Windows Ver. 2.1.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Оценявайки комплексното въздействие на някои от основните метеорологични фактори – количество на валежите и средноденонощни температури на въздуха през годините на проучване могат да се групират условно в две групи: 2014 и 2015 г. – с благоприятни условия за растежа и развитие на тестваните едногодишни и многогодишни житни фуражни култури при аридност (*I_{ar}-DM*) през интензивния вегетационен период (III-IX) съответно: 29,6 и 25,4 и 2016 г. – неблагоприятна при аридност – 22.3 (Таблица 2).

Общото количество на валежите през периода на проучване може да се представи в следния възходящ ред 2016<2015<2014, и в обратна зависимост

RESULTS AND DISCUSSION

Estimating the complex effect of some major meteorological factors, rainfall amount and average 24-hour air temperatures, the studied years can be divided conventionally into two groups: 2014 and 2015 – conditions for the growth and development of the tested annual and perennial cereal forage crops at aridity (*I_{ar}-DM*) of the growing season (III-IX): 29.6 and 25.41, respectively and 2016 – unfavourable at aridity of 22.3 (Table 2).

The total rainfall amount during the period of study can be presented in the following ascending order: 2016<2015<2014 and in inverse relation 2014<2015<2016

2014<2015<2016 по отношение на среднощните температури на въздуха. Агрометеорологичните условия през годините на изследване (с изключение на 2014 г.) са със температурни отклонения от -1.3 до +3.4^{0}C и силна вариабилност в количеството на валежите от 12,7 до 314,8% в сравнение със същите за многогодишния период (Таблица 2).

with regard to average 24-hour air temperatures. The agro-meteorological conditions during the years of study (except for 2014) showed temperature deviations from -1.3 to +3.4 ^{0}C and stronger variability in the rainfall amount from 12.7 to 314.8%, as compared to those for the many-year period (Table 2).

Таблица 2. Метеорологични показатели през годините и средно за периода (2014-2016 г.)
Table 2. Meteorological indicators during the years and period average (2014-2016)

Период на изследване Period of study	Вегетационен период/ Vegetation period Средномесечна температура на въздуха, t^0C The average monthly emperature of the air, t^0C							Средно за III - IX, t^0 C Average for III - IX, t^0 C
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	9.7	14.9	16.7	20.6	23.1	23.7	17.9	18.1
Отклонение ^{0}C Deviation ^{0}C	3.3	2.9	-1.0	-0.6	-0.3	0.8	-0.4	0.0
2015	6.8	12.2	18.8	20.7	25.5	24.4	20	18.3
Отклоненге ^{0}C Deviation ^{0}C	0.4	0.2	1.1	-0.5	2.1	1.5	1.7	0.2
2016	8.5	15.4	16.4	23	24.6	23.5	19.4	18.7
Отклонение^{0}C Deviation ^{0}C	2.1	3.4	-1.3	1.8	1.2	0.6	1.1	0.6
Средно за 50 г. (1964-2013) Average 50 years (1964-2013)	6.4	12.0	17.7	21.2	23.4	22.9	18.3	18.1
Период на изследване Period of study	Вегетационен период/ Vegetation period Средномесечна температура на въздуха, t^0C The average monthly emperature of the air, t^0C							Сума за III - IX, *mm* Amount for III- IX, *mm*
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	39.7	32.3	83	54.3	71.8	23.9	142.6	447.6
Отклонение, % / Deviation,%	*111.5*	*66.3*	*132.0*	*85.2*	*116.7*	*52.5*	*314.8*	123.2
2015	76.9	43.6	30.6	95.9	21.5	29.9	130.3	428.7
Отклонение, % / Deviation,%	*216.0*	*89.5*	*48.6*	*150.5*	*35.0*	*65.7*	*287.6*	118.0
2016	68.4	72.5	77.2	46.1	7.8	31.2	61.8	365.0
Отклонение, % / Deviation,%	*192.1*	*148.9*	*122.7*	*72.4*	*12.7*	*68.6*	*136.4*	100.5
Средно за 50 г. (1964-2013) Average 50 years (1964-2013)	*35.6*	*48.7*	*62.9*	*63.7*	*61.5*	*45.5*	*45.3*	363.2
Период на изследване Period of study	Индекс на сухота *De Martonne* *De Martonne* aridity index, I_{ar}-*DM*							Средно за III - IX Average for III - IX
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	46.8	15.6	37.3	21.3	26	8.5	61.3	29.6
2015	48.9	23.6	12.8	37.5	7.3	10.4	52.1	25.4
2016	49.9	34.3	35.1	16.8	2.7	11.2	25.2	22.3
Средно за 50 г. (1964-2013) Average 50 years (1964-2013)	26	26.6	27.3	24.5	22.1	16.6	19.2	22.7

Визуалното отчитане на селективността на тестваните хербициди при едногодишните и многогодишни житни треви изразена с различни видими симптоми на фитотоксичност (хлорози, некрози и др.) зависи от вида на приложения хербицид (Таблица 3) и относително по-слабо от агрометеорологичните условия през периода на проучване (Таблица 2).

The visual assessment of the selectivity of tested herbicides in annual and perennial cereal forage crops, expressed by different visible symptoms of phytotoxicity (chlorosis, necrosis, etc.), depends on the type of applied herbicide (Table 3) and the agrometeorological conditions during the study period (Table 2).

Таблица 3. Съдържание на пластидни пигменти при някои едногодишни и многогодишни житни фуражни култури, за периода 2014-2016

Table 3. Plastid pigments content in some annual and perennial cereal forage crops for the period 2014-2016

Вид Species	Години Years	Хербициди Herbicides	Доза Dose, g/(ml)/da	Пластидни пигменти, mg/100g FW / Plastid pigments mg/100g FW							EWRS
				Хлорофил / Chlorophyll			Кароти-ноиди Carote noids	Общо Total	% Ct	R_i	
				a	b	a+b					
L. perenne	2014	Контрола/Control		96.38c	67.26c	163.64c	31.26b	194.90b	100.0	0.0	1.0
		Аксиал едно/Axial One	100.0	52.67a	34.53a	87.20a	20.20a	107.4a	55.1	-2.8	3.0
		Акурат 60ВГ Accurate 60WG	1.0	95.7b	63.50b	159.28b	37.36c	196.64c	100.9	0.0	6.0
		Пасифика/Pacifica	35.0	*	*	*	*	*	*	*	8.5
	2016	Контрола/Control		128.78d	101.70d	230.48d	50.08d	280.56d	100	0.0	1.0
		Алай Макс/Ally Max	3.5	114.92c	94.94c	209.86c	36.90c	246.76c	88.0	-0.6	4.0
		Игъл 75ВГ/Eagle75WG	2.0	95.56b	79.44b	175.00b	29.92b	204.92b	73.0	-1.5	7.0
		Базис 75ДФ/Basis 75DF	2.5	24.18a	30.44a	54.62a	14.47a	69.09a	24.6	-6.7	5.0
D. glomerata	2014	Контрола/Control		88.84a	60.12a	148.96a	32.76a	181.72a	100.0	-0.3	1.0
		Аксиал едно/Axial One	100.0	115.95b	77.40b	193.35b	41.58b	234.93b	129.3	0.9	6.0
		Акурат 60ВГ Accurate 60WG	1.0	*	*	*	*	*	*	*	8.5
		Пасифика/Pacifica	35.0	*	*	*	*	*	*	*	8.5
F. arundinaceae	2014	Контрола/Control		99.48	67.34	166.82	37.28	204.10	100.0	0.2	1.0
		Аксиал едно/Axial One	100.0	*	*	*	*	*	*	*	8.5
		Акурат 60ВГ Accurate 60WG	1.0	*	*	*	*	*	*	*	8.5
		Пасифика/Pacifica	35.0	*	*	*	*	*	*	*	8.5
	2016	Контрола Control		102.48d	76.52d	179.00d	30.98d	209.98d	100	-1.4	1.0
		Алай Макс/Ally Max	3.5	78.32c	66 .40c	144.72c	24.88c	169.6c	80.8	-2.4	4.5
		Игъл 75ВГ/Eagle75WG	2.0	64.27b	49.79b	114.06b	24.13b	138.19b	65.8	-3.4	3.5
		Базис 75ДФ/Basis 75DF	2.5	28.27a	29.30a	57.57a	13.49a	71.06a	33.8	-6.5	4.5
A. desertorum	2014	Контрола/Control		107.74b	72.24b	179.98b	33.74b	213.72b	100.0	0.4	1.0
		Аксиал едно/Axial One	100.0	88.12a	62.34a	150.46a	29.72a	180.18a	84.3	-0.4	3.0
		Акурат 60ВГ Accurate 60WG	1.0	127.74c	83.76c	211.50c	40.78c	252.28c	118.0	1.2	4.0
		Пасифика/Pacifica	35.0	*	*	*	*	*	*	*	8.5
	2016	Контрола/Control		123.02c	104.90c	227.92c	33.86c	261.78c	100	-0.3	1.0
		Алай Макс/Ally Max	3.5	91.74a	76.14a	167.88a	30.22a	198.1a	75.7	-1.7	6.5
		Игъл 75ВГ/Eagle75WG	2.0	105.12b	81.84b	186.96b	34.22b	221.18b	84.5	-1.1	8.0
		Базис 75ДФ/Basis 75DF	2.5	*	*	*	*	*	*		9.0
S. sudanense	2015- 2016	Контрола/Control		92.71i	68.89ef	172.70d	32.54ab	205.24fg	100.0	0	1.0
		Лумакс 538СК Lumax 538SC	300.0	129.26j	84.50f	213.76e	37.27ab	251.03g	135.2	1.4	2.5
		Лаудис ОД/Laudis OD	200.0	61.65e	48.08abcd	109.73bc	21.98ab	131.71bcd	71.0	-1.6	3.4
		Стелар 210СЛ Stelar 210SL	100.0	49.04b	34.18ab	83.21ab	18.20ab	101.41abc	54.6	-2.9	5.2
		Екип СК/Equip SK	250.0	130.77k	43.41cd	108.80c	36.18ab	144.98de	78.1	-1.2	8.0
		Пасифика/Pacifica	35.0	51.26c	18.00a	43.63a	14.56ab	58.19a	31.3	-5.5	7.4
		Аксиал едно/Axial One	100.0	52.72d	36.20abc	88.91abc	19.30ab	108.21abcd	58.3	-2.6	6.9
		Корело Дуо Corello Duo	26.5	62.12f	43.30abc	105.42bc	22.24ab	127.66bcd	68.8	-1.8	7.5
		Корида 75ВДГ Corrida 75DVG	1.5	77.55h	48.65bcd	126.20c	25.41ab	151.60cde	81.7	-1.0	6.0
		Аксиал/Axial	90.0	36.56a	27.64b	64.20a	11.99a	76.19ab	41.0	-4.2	8.0
		Дикопур Ф/Dickopour F	120.0	76.52g	49.78bcd	126.30c	25.12b	151.42cde	81.6	-1.0	4.0

*Легенда: $Ct_{\%}$ - Процент спрямо контролния вариант, %; R_i - Степента на инхибиране; FW – тегло на свежа биомаса; EWRS (European Weed Research Society) – бал от 1 до 9 (бал 1 – няма повреда, а при бал 9 – културата е напълно унищожена); * - не е определяно съдържание на пластидни пигменти, поради отчетена висока фитотоксичност във вариантите; a, b, c, d, ….. j статистически значими разлики при P = 0,05.*
*Legend: Ct% - Percentage compared to the control treatment, %; Ri - degree of inhibition; FW – fresh weight; EWRS (European Weed Research Society) score from 1 to 9 (score 1 – without damages; score 9 – the crop is completely destroyed); * - was not specified content of plastid pigments because of reported high phytotoxicity in the treatments; a, b, c, d, ….. j statistically significant differences in P = 0.05*

При всички проучвани видове едногодишни и многогодишни житни фуражни треви тестваните хербициди (Таблица 1 и 3) на 21-ия ден след третирането предизвикват силен фитотоксичен ефект (от 4.5 до 9.0 бала). Относително слаб фитотоксичен ефект (бал 3-4) е отчетен след приложение на Аксиал едно и Алай Макс при *L. perenne*, Аксиал едно и Акурат 60 ВГ при *A. desertorum*, Игъл 75 ВГ след третиране на *D. glomerata*, както и Лумакс 568 СК, Лаудис ОД и Дикупур Ф при *S. sudanense* в началните етапи от развитието на културите.

Резултатите от анализа за общото съдържание на пластидни пигменти и хлорофил за всички варианти на опитите е представено на Таблица 3. По-ниски стойности на хлорофил а са отчетени в третираните варианти на едногодишните и многогодишни житни фуражни треви (от 24,18 до 114,92 mg/100g FW) в сравнение с контролните варианти (от 88,48 до 128,78 mg/100g FW).

От анализът на данните видно, че съдържането на хлорофил b е относително по-малко, в сравнеие с установеното за хлорофил а (Таблица 3). Тази зависимост може да бъде обяснена с фитотоксичния ефект на хербицидите и биологичните особености на тестваните фуражни култури.

Според проучванията на Kannangara & Hanson (1998); Nacheva et al. (2012) при стрес растенията засилват синтеза на антоцианиди.

За условията на проучването е установено, че намаляване съдържанието на фотосинтезиращи пластидни пигменти като показател за проявена фитотоксичност на хербицидите, потвърждава наблюдаваните видими симптоми на

For all species of annual and perennial forage crops the tested herbicides (Table 1 and 3) on the 21st day after treatment had a strong phytotoxic effect (from 4.5 to 9.0 score).

A relatively weak phytotoxicity effect (score 3-4) was reported after aaplication on Axial One and Alay Max in *L. perenne*, Axial One and Acurate 60 WG in *A. desertorum*, Eagle 75 WG after treatment with *D. glomerata*, and Lumax 568 SC, Laudis OD and Dicuplor F in *S. sudanense* in early stages of crop development.

The results of the analysis of the total content of plastid pigments and chlorophyll for all treatments of the experiments are presented in Table 3.

Low values of chlorophyll a were reported in all treatments of annual and perennial cereal forage crops (from 24.18 to 114.92 mg/100g FW) as compared to control treatments (88.48 to 128.78 mg/100g FW).

From the analysis of the data shows that the content of chlorophyll b is relatively less in the compared to the established for chlorophyll a (Table 3). This dependence can be explained by the phytotoxic effectof the herbicides and the biological characteristics of the tested forage crops.

According to the studies of Kannangara & Hanson (1998); Nacheva et al. (2012) at the stress, plants increase the synthesis of anthocyanins.

For the conditions of the study, it was found that decreasing the content of photosynthetic plastid pigments as an indicator of phytotoxicity of herbicides confirms the observed visible symptoms of chlorosis in annual and perennial хлороза при едногодишните и многогодишни житни фуражни треви (Таблица 3).

Съдържанието на общото количество хлорофил а+b при многогодишните житни фуражни треви (*L. perenne*, *D. glomerata* и *A. desertorum)* на 21$^{-ия}$ ден след третирането с хербициди е от 2,7 до 76,3% по-ниско в сравнение с контролните варианти.

Степента на инхибиране *Ri* варира в границите от -0.3 до -6.7. Аналогични са и получените резултати при проследяване съдържането на пластидни пигменти след третиране на посев от *S. sudanense*.

От получените експериментални данни е видно, че съдържанието на фотосинтезиращи пластидни пигменти намалява до 74,7%, а R_i е в границите от -1,0 до -5,5. Следователно тестваните хербициди, приложени във фаза ВВСН - 12 на *S. sudanense* предизвикват фитотоксичен ефект – от 2,5 до 8,0 бала. Намалено е и съдържанието на каротиноидите - от 10,8 до 69,1% спрямо контролните варианти.

Изключение от описаната зависимост се установява при вариантите: *A. desertorum* с Акурат 60 ВГ и *D. glomerata* при третиране на посева с Аксиал едно, където съдържанието на хлорофил (от 15,9 до18,2%) и каротиноиди (от 1,3 до 20,9%) нараства.

Установен е дисбаланс в съотношението между основните групи фотосинтетични пигменти (хлорофил „a+b“ каротиноиди).

В контролните варианти съотношението на сумата на хлорофилите към каротиноидите средно за периода на проучване варира в границите от 4,9 при *L. perenne*, следван от *D. glomerata* и *S. sudanense* – 5,2 – 5,3 и 6,0 *при A. desertorum*, докато в третираните варианти съотношението на сумата на хлорофилите към каротиноидите е близки или поднормални граници (от 3,0 при *S. sudanense* / Пасифика до 5,8 при *L. perenne* / Игъл 75 ВГ), както и в зависимост от фитоток-

cereal forage crops (Table 3).

The content of the total chlorophyll "a+b" in perennial forage cereal crops (*L. perenne, D. glomerata* and *A. desertorum*) on the 21^{-st} day after treatment with herbicide ranged from 2.7 to 76.3%, compared to control treatments.

The degree of inhibition *Ri* ranges from -0.3 to -6.7. Similar results are obtained in the content of plastid pigments after treatment of *S. sudanense*.

From the experimental data obtained, it appears that the of photosynthetic plastid pigments content decreases to 74.7% and *Ri* ranges from -1.0 to -5.5. Therefore, the tested applied herbicides at the growth stage BBCH - 12 of *S. sudanense* hed a phytotoxicity effect - from 2.5 to 8.0 score. The carotenoid content was reduced from 10.8 to 69.1%, according control treatments.

Exceptions to the described dependence were found in the treatments: *A. desertorum* with Acurate 60 W and *D. glomerata* after treatment with Axial One, where the content of chlorophyll (from 15.9 to 18.2%) and carotenoids (from 1.3 to 20.9%) increases.

Established is an imbalance in the ratio of the major groups of photosynthetic pigments (chlorophyll "a + b" / carotenoids).

In the control treatments the ratio of the sum of the chlorophylls to the carotenoids average for the study period ranged from 4.9 in *L. perenne*, followed by *D. glomerata* and *S. sudanense* - 5.2 - 5.3 and 6.0 in *A. desertorum*, while in the treated variants the ratio of the sum of the chlorophylls to the carotenoids have values close to the control treatments (from 3.0 for *S. sudanense* / Pasifera to 5.8 for *L. perenne* / Eagle 75 WG) as well as и depending on the phytotoxic effect of the applied herbicide сичния ефект на приложения хербицид.

Тази зависимост може да бъде обяснена със селективността на активните вещества на тестваните хербициди и способността им да въздейсват инхибиращо върху синтезирането на фотосинтезиращи пластидни пигменти (Tonev, 2000; Kaspary, 2014).

От анализа за общото съдържание на пластидни пигменти и направената визуална баловата оценка за фитотоксичност (EWRS) на тестваните хербициди при едногодишни и многогодишни житни фуражни треви са установени значителни корелационни зависимости, при които коефициентът на корелация (*r*) е както следва: *L. perenne -0,567; D. glomerata* -0,701; *F. arundinaceae* -0,957; *A. desertorum - 0,703* и *S. sudanense -0,740.*

Въз основа на стойностите на съдържанието на пластидни пигменти, каротиноиди в зависимост от баловата оценка за фитотоксичност (EWRS) на тестваните хербициди е извършен йерархичен клъстерен анализ за групиране на проучваните видове от едногодишни и многогодишни житни фуражни култури. Данните от анализа са представени графично във вид на дендограма (Фигура 1).

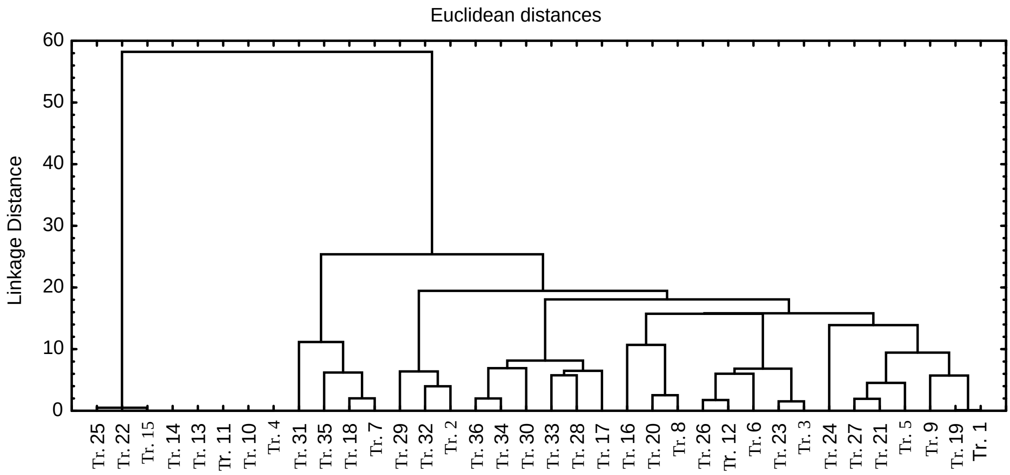
В резултат на извършения йерархичен клъстерен анализ са обособени 5 групи (клъстера). Първите три клъстера се формират с преобладаващо участие на *S. sudanense* (69,2%) и незначително от видовете *L. perenne* (15,4%) и *F. arundinaceae* (15,4%). В четвъртия клъстер са обединени четири вида *A. desertorum*; *F. arundinaceae*; *L. perenne* и *S. sudanense*, като относително най-голямо дял заема *L. perenne* (37,5%). Петият клъстер е формиран от видовете *A. desertorum*; *D.glomerata*; *L. perenne* и *S. sudanense*, преобладаващо участие заема *A. desertorum* – 42,9%, а останалите три вида са представени както следва *L. perenne* 28,5% следван от *D.glomerata* и *S. sudanense* – 14,3% .

This dependence can be explained by the selectivity of the active substances of the tested herbicides and their ability to exert an inhibitory effect on the synthesis of photosynthetic plastid pigments (Tonev, 2000; Kaspary, 2014).

On the basis of the obtained results of the photosynthetic pigments content in above-ground biomass and the visual phytotoxicity assessment (EWRS) of the tested herbicides in annual and perennial cereals forage crops, correlation relations were found where the correlation coefficient (*r*) significant correlations as follows: *L. perenne* - 0.567; *D. glomerata* -0.701; *F. arundinaceae* -0.957; *A. desertorum* - 0.703 and *S. sudanense* -0.740.

Based on the values of the content of plastid pigments, carotenoids according to the scores assessment of phytotoxicity (EWRS) of the test herbicides were made hierarchical cluster analysis to group the test species of annual and perennial cereal forage crops. Data from the analysis are presented graphically in the form of a dendogram (Figure 1).

There were 5 groups (clusters) as a result of the study. The first three clusters were formed with predominant involvement of S. sudanense (69.2%) and negligible of the species *L. perenne* (15.4%) and *F. arundinaceae* (15.4%). Four species of *A. desertorum* are combined; F*. arundinaceae; L. perenne* and *S. sudanense*. In the fourth cluster, *L. perenne* (37.5%) occupies the largest share. The fifth cluster is formed by the species *A. desertorum*; *D.glomerata*; *L. perenne* and *S. sudanense*, the prevalence of *A. desertorum* is 42.9% and the other three types are presented as follows *L. perenne* 28.5%, followed by *D.glomerata* and S*. sudanense* - 14.3%.



Легенда/Legend: L. perenne [*Tr.1 – Контрола не третирана /Control untreated; Tr.2 – Axial One; Tr.3 - Accurate 60WG; Tr.4 - Pacifica; Tr.5 - Ally Max; Tr.6 - Eagle75WG; Tr.7 -* Basis 75DF*]. D.glomerata [Tr.8 - Контрола не третирана /Control untreated; Tr.9 - Axial One; Tr.10 - Accurate 60 WG; Tr.11 – Pacifica]. F. arundinaceae [Tr.12 - Контрола не третирана /Control untreated;Tr.13 - Axial One; Tr.14 - Accurate 60 WG; Tr.15 - Pacifica; Tr.16 - Ally Max; Tr.17 - Eagle75 WG; Tr.18 -* Basis 75DF*]; A. desertorum [Tr.19 - Контрола не третирана /Control untreated; Tr. 20 - Axial One; Tr.21 - Accurate 60WG; Tr.22 - Pacifica; Tr.23 - Ally Max; Tr.24 - Eagle75WG; Tr.25 -* Basis 75DF*]. S. sudanense [Tr.26 - Контрола не третирана/ Control untreated; Tr. 27 - Lumax 538SC; Tr.28 - Laudis OD; Tr.29 - Stelar 210SL; Tr.30 - Equip SK; Tr.31 - Pacifica; Tr.32 - Axial One; Tr.33 - Corello Duo; Tr.34 - Corrida 75DVG; Tr.35 - Axial; Tr.36 - Dickopour F].*

Фиг. 1. Дендрограма на групиране видовете едногодишни и многогодишни житни фуражни култури по тип разпределение според съдържанието на фотосинтетични пластидни пигменти и балова оценка за фитотоксичност (EWRS) на тестваните хербициди

Fig. 1. The dendrogram of the clustering of the species of annual and perennial cereals forage crops, type distribution based on the content of photosynthetic plastid pigments and balls assessment of phytotoxicity (EWRS) of the herbicides applied post emergences of the crops

Получените експериментални резултати показват, че определянето на съдържанието на фотосинтетични пигменти на 21 ден след тренирането с хербициди , може да се използва за оценка селективността на хербициди за вегетационно приложение при конкретните едногодишни и многогодишни житни фуражни култури.

The experimental results obtained showed that the determination of the photosynthetic pigments content on 21 days after treatment with herbicide can be used as a test for evaluation of the selectivity of post-emergent herbicides in the annual and perennial cereal forage crops tested.

ИЗВОДИ

Приложените хербициди, при *S. sudanense* - във фаза BBCH 12-13 и при *L. perenne*, *D. glomerata*, *F. arundinaceae* и *A. desertorum* във фаза BBCH 12-14 в годината на създаване на посева намаляват до 74.7%, натрупването на

CONCLUSIONS

The application of herbicides on *S. sudanense* - in growth stage BBCH 12-13 and *L. perenne, D. glomerata, F. arundinaceae* and *A. desertorum* in growth stage BBCH 12-14 in the crop year reduced the accumulation of фотосинтетични пигменти (хлорофил a, b и каротиноиди) при степен на инхибиране (R_i) от -1.0 до -5.5 при конкретните агрометеорологични условия.

Общото съдържание на хлорофил нараства 21-ия ден след прилагане на Акурат 60 ВГ в доза 1.0 g/da при *A. desertorum* и Аксиал едно в доза 100.0 ml/da при *D. glomerata* (от 15,9 до 18,2%) и каротиноиди (от 1,3 до 20,9%), спрямо контролните варианти.

Установени са статистически значими отрицателни корелационни зависимости между съдържанието на фотосинтетични пластидни пигменти и визуалната баловата оценка за фитотоксичност (EWRS) в зависимост от прилаганите хербициди при едногодишни и многогодишни житни фуражни треви както следва: *L. perenne -0,567; D. glomerata* -0,701; *F. arundinaceae* -0,957; *A. desertorum -0,703* и *S. sudanense -0,740.*

Получените експериментални резултати показват, че определянето на съдържанието на фотосинтетични пигменти на 21 ден след третирането с хербициди, може да се използва за оценка селективността на хербициди за вегетационно приложение при конкретните едногодишни и многогодишни житни фуражни култури.

photosynthetic pigments chlorophyll a, b and carotenoids) to 74.7%, with a degree of inhibition (*Ri*) of -1.0 to -5.5 in the particular agrometeorological conditions.

The total chlorophyll content was increased 21 days after the administration of Acrust 60 WG at a dose of 1.0 g/da in *A. desertorum* and Axial One at a dose of 100.0 ml/da for *D. glomerata* (15.9 to 18.2%) and carotenoids (from 1.3 to 20.9%) versus control treatments.

Statistically significant negative correlations between the content of Photosynthetic plastid pigmentsand and visual evaluation scores for phytotoxicity (EWRS) based on applied herbicides in annual and pereannual cereal forage crops as follows: *L. perenne* -0.567; D*. glomerata* -0.701; *F. arundinaceae* -0.957; *A. desertorum* -0.703 and *S. sudanense* -0.740 were established

The experimental results obtained showed that the determination of the photosynthetic pigments content on 21 days after treatment with herbicide can be used as a test for evaluation of the selectivity of post-emergent herbicides in the annual and perennial cereal forage crops tested.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Anderson, E.**, 2010. Herbicide phytotoxicity response and eradication studies in miscanthus x giganteus. Ph. D. Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, pp. 140.
2. **Baeva, G.**, 1993. Influence of some soil herbicides on photosynthetic pigments in young plums. VSI - Plovdiv, AGROECO-Plovdiv, 93. Scientific Works, 38(3), 39-41 (Bg).
3. **Bazitov, P. and B. Bazitov**, 2010. Exploring the effectiveness of Dual Gold and Titus + Widmaster combination in irrigating corn. *Plant Science*, 47(2), 159-163 (Bg).
4. **Beckie, H. J. and F. J. Tardif**, 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Protection*, 35, 15-28.
5. **Bhatti, M. A., A. S. Felsot, R. Parker and G.Mink**, 1998. Leaf photosynthesis, stomatal resistance, and growth of wine grapes (*Vitis vinifera* L.) after exposure to simulated chlorsulfuron drift. *J. Environ. Sci. Health,* 33, 67-81.
6. **De Martonne, E.**, 1926. Une nouvelle fonction climatologique: L'indice d'aridité. La Meteorologie, pp. 449-458.
7. **Dimitrova, Ts. and A. Katova**, 2011. Selectivity of Some Herbicides to Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), Grown for Seed Production. *Pesticidi i fitomedicina*, 26(2), 129-134.

8. **Dimitrova, Ts. and A. Katova**, 2013. Selectivity of Some Herbicides to Standard Wheatgrass (Agropyron desertorum (Fisch.) Schultes) During Stand Establishment and Seed Production. Pe *Pesticidi i fitomedicina*, 28(2), 125–131.
9. **Durán-Serantes, B., L. González and M. Reigosa**, 2002. Comparative physiological effects of three allelochemicals and two herbicides on Dactylis glomerata. *Acta physiologiae plantarum*, 24(4), 385-392.
10. **El-Nahhal, Y. and N. Hamdona**, 2015. Phytotoxicity of Alachlor, Bromacil and Diuron as single or mixed herbicides applied to wheat, melon, and molokhia. Springerplus, 4, 367. Published online 2015 Jul 22. doi: 10.1186/s40064-015-1148-7
11. **Enchev, St. and M. Georgieva-Andreeva**, 2013. Study of the influence of some soil herbicides on the composition of weeds in Sudanese crops. Scientific work, practice, development, innovation, pp. 4-8 (Bg).
12. **Georgiev, M., D. Atanasova and G. Delchev**, 2014. Influence of some herbicides and herbicide combinations on the grain yieldand harvest index in malting barley. Agrotechnical Research for Sustainable Production of Field Cultures, Institute of Agriculture - Karnobat Scientific Works, 3, 253-260 (Bg).
13. **Goranovska, S., S. Kalinova and P. Vulchinkova**, 2014. Effect of herbicides and mineral nutrition on yield and photosynthetic pigments on Knezha maize hybrid 509. Collection of Jubilee Scientific Conference "Selective Genetic and Technological Innovations in Cultivation of Cultural Plants" - 10-11.09.2014, Knezha, pp. 128-135 (Bg).
14. **Hristova, S.**, 2009. Effectiveness of herbicides in medium-late maize hybrids Kn-511 and Kn-594. International Scientific Conference Stara Zagora, 2009, on CD (Bg).
15. **Hristova, S., S. Kalinova and N. Taxin**, 2013. Effect of some herbicides on the yield and quality of corn. *Journal of Mountain Farming on the Balkans,* 16(5), 1212-1220.
16. **Ilieva, A. and V. Vasileva**, 2016. Plastid pigments content and nitrogen in dry mass yield in some mixtures. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 19(1), 61-77.
17. **Kannangara, G. and M. Hansson**, 1998. Arrest of chlorophyll accumulation prior to anthocyanin formation in Euphorbia pulcherrima. *Plant Physiology and Biochemistry*, 36(12), 843-848.
18. **Kershner, K., A. Kassim, K. Kartikeya and T. Mitchell**, 2012. Genetic Resistance to Acetyl-Coenzyme A Carboxylase-Inhibiting Herbicides in Grain Sorghum. *Crop Science*, 52(1), 64-73.
19. **Liebman, M. and A. S. Davis**, 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems.*Weed Research-Oxford*, 40(1), 27-48.
20. **Meiss, H., L. Le Lagadec, N. Munier-Jolain, R. Waldhardt and S. Petit**, 2010. Weed seed predation increases with vegetation cover in perennial forage crops. *Agriculture, ecosystems & environment*, 138(1), 10-16.
21. **da Costa, A. F., L. S. A. B. do Vale, de Oliveira, J. F. Neto and G. D. Cardoso**, 2017. Selectivity of pre-and post-emergent herbicides for cowpea (*Vigna unguiculata*). *African Journal of Agricultural Research,* 12(11), 881-887.
22. **McCurdy, J. D., J. S.McElroy, D. A. Kopsell, C. E. Sams and J. C. Sorochan**, 2008. Effects of mesotrione on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) carotenoid concentrations under varying environmental conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(19), 9133-9139.
23. **Nacheva, L., Z. Rankova and P. Gercheva**, 2012. Effect of some soil herbicides of the vegetative habits and pigment content of P*runus domestica* 'Wangenheims' plum rootstock under *in vitro* conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 18(4), 583-588.
24. **Nemat Alla, M.M., and M.E. Younis**, 1995. Herbicide effects on phenolic metabolism in maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) seedling. Journal *of*

Experimental Botany, 46(11), 1731-1736.
25. **Oerke, E. C.**, 2006. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43.
26. **Paltineanu, C., N. Tanasescu, E. Chitu and I. F. Mihailescu**, 2007. Relationships between the De Martonne aridity index and water requirements of some representative crops: a case study from Romania. *Int Agrophysics*, 21, 81-93.
27. **Patraş, A. and V.Artenie**, 2007. The influence of gramoxone herbicide on the content of the photosynthetic pigments in *Zea mays.* Analele Ştiinţifice ale Universităţii „Alexandru Ioan Cuza", Secţiunea Genetică şi Biologie Moleculară, vol. VIII, 27-29.
28. **Pechová, R., J. Kutík, D. Holá, M. Kočová, D. Haisel and A. Vičánková**, 2003. The Ultrastructure of Chloroplasts, Content of Photosynthetic Pigments, and Photochemical Activity of Maize (*Zea mays* L.) as Influenced by Different Concentrations of the Herbicide Amitrole. *Photosynthetica,* 41(1), 127-136.
29. **Prodanova-Marinova, N.**, 2014a. Response of Bolgar and Misket kaylashki varieties post Lumax 538 SK treatment in vine nursery. Interdepartmental thematic Scientific Journal "Viticulture and Winemaking", National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, NSC "Institute of viticulture and winemaking them. VE Tairov", 51, 212-216 (Ru).
30. **Prodanova-Marinova, N.**, 2014b. Studies on the biological functions of bolgar variety after treatment of the vine nursery with Lumax 538 SC. Scientific heritage Potapenko- basis of modern science about grapes and wine "Proceedings of the Intern. Scientific-Practical. Conf. Proc. Research Institute of Viticulture and Winemaking Potapenko RAAS Novocherkassk, 2014, Publishing house of the GNU VNIIVO Potapenko, pp. 189-194 (Ru).
31. **Kaspary, T. E., F. P. Lamego, S. T. Peruzzo, I. B. Pagliarini, Rigon and A. G. Carlos**, 2014. Pigmentos fotossintéticos em azevém suscetível e resistente ao herbicida glyphosate. *Ciência Rural*, 44(11), 1901-1907.
32. **Tonev, T.,** 2000. Handbook of integrated weed control and culture of farming. Book 2, Higher Institute of Agriculture, Plovdiv, pp. 126-127 (Bg).
33. **Radetski, C. M., S. Cotelle and J. F. Ferard**, 2000. Classical and biochemical endpoints in the evaluation of phytotoxic effects caused by the herbicide trichloroacetate. *Environmental and Experimental Botany,* 44, 221-229.
34. **Rankova, Z.**, 2004. Study on the effect of some soil herbicides on the vegetative habits of yellow plum and peach seedling rootstocks, PhD Thesis, Fruit growing Institute - Plovdiv, pp. 156 (Bg).
35. **Rankova, Z. and K. Koumanov**, 2005. Yield of Lyulin remontant raspberry cultivar after treatment with some soil herbicides under the conditions of continuous soil wetting. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 8(2), 193-201.
36. **Rankova, Z. and K. Koumanov**, 2006. Effect of some soil herbicides on chlorophyll content in the leaves of Lyulin raspberry cultivar grown under drip irrigation conditions. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 9(2), 250-259.
37. **Rankova, Z.**, 2006. Effect of some soil herbicides on the vegetative habits of mahaleb cherry (*Prunus machaleb* L.) seedling rootstocks. *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 12, 429-433.
38. **Rankova, Z., L. Nacheva, P. Gercheva and V. Bozkova**, 2006a. Vegetative habits of plum rootstock Wangenheims after treatment with terbacil under in vitro conditions. VI National Conference "Ecology and health" Plovdiv, May, 2006, pp. 339-344.
39. **Rankova, Z., L. Nacheva, K. Zapryanova, P. Gercheva and V. Bozkova**, 2006b. Effect of soil herbicides napropamid and pendimethalin on rooting and growth of the vegetative plum rootstock Pr. domestica Wangenheims under *in vitro* conditions.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 9(3), 349-359.
40. **Rankova, Z.**, K. Kolev and V. Dzhuvinov, 2008. Herbicide influence on the growth of young sweet cherry trees in a high-density orchard. *Acta Hortic.,* 795, 363-368.
41. **Rankova, Z., L. Nacheva and P.Gercheva**, 2009. Growth Habits of the Vegetative Apple Rootstock MM 106 after Treatment with some Soil Herbicides under i*n vitro* Conditions. *Acta Horticulturae,* 825, 49-54.
42. **Rankova, Z.**, 2010. Ecologically sound approaches for weed control in the production of seedling rootstocks for apricot. *Acta Hortic.,* 862, 439-445.
43. **Rankova, Z. and S. Popov**, 2011. Effect of the soil herbicide flumioxazin (Pledge 50 WP) on weed infestation and vegetative habits of young plum plantations. *Acta Agriculturae Serbica,* 31, 51-57.
44. **Rankova, Z., L. Nacheva and P. Gercheva**, 2013. Effect of some soil herbicides on growth of micropropagated raspberry plants of the primocane-fruiting cultivar 'Lyulin'. *Journal of Agricultural Science and Forest Science*, 12(3-4), 18-22.
45. **Rankova, Z. And Kr. Kornova**, 2015. Influence of soil herbicides on growths of actinidia species Arguna (Actinidia arguta). *Ecology and Future*, 16(4), 32-34.
46. **Vasileva, V.**, 2012. Nitrogen content in yield of dry aboveground and root mass of forage lucerne (*Medicago sativa* L.) after mineral nitrogen fertilization and water deficiency stress. *Agronomy Research*, 10(1-2), 351-356.
47. **Vasileva, V.**, 2015. Some root mass growth variables of legume components in mixtures. *Agricultural University - Plovdiv, Scientific Works*, 2015, LIX(2), 123-131.
48. **Vecchia, F. D, R. Barbato, N. La Rocca, I. Moro and N. Rascio**, 2001. Response to bleaching herbicides by leaf chloroplasts of mayze plants grown at different temperatures. *Journal of Experimental Botany,* 52(357), 811-820.
49. **Velcheva, I., P. Kostadinova and V. Popov**, 1997. Research on some ecological properties of soil mezobiota in treated and untreated with pesticides plots. Higher School of Agriculture - Plovdiv, Scientific Works, 42(3), 53-60.
50. **Velcheva, I., S. Petrova, I. Mollov, G. Gecheva and D**. **Georgiev**, 2012. Herbicides influence the community structure of the soil mezofauna. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18(5), 742-748.
51. **Yu, L., L. Van Eerd, I. O'Halloran, P. Sikkema and D. Robinson**, 2015. Response of four spring-seeded cover crops to residues of selected herbicides. *Canadian Journal of Plant Science*, 95, 303-313.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 123-135 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Сравнителна биологична и стопанска характеристика на перспективни форми суданка (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) II. За фураж

Ирена Голубинова*, Пламен Маринов-Серафимов

Институт по фуражните култури, ул. "Генерал Владимир Вазов", № 89, 5800 Плевен, България
**E-mail: golubinova@abv.bg*

Comparative biological and economic characteristics of perspective forms Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) II. For forage

Irena Golubinova*, Plamen Marinov-Serafimov

Institute of Forage Crops, 89 "General Vladimir Vazov" Str., Pleven 5800, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

През периода 2014-2016 година в опитното поле на Институт по фуражни култури - Плевен в условия конкурсен сортов опит са проучени 2 мутантни форми суданка (М 300/43 и М 200/86). За стандарти са използвани сорт суданка Kazitachi и Ендже 1 (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum* x *Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Stapf). Проучвани са някои биометрични показатели с пряко отношение върху продуктивността от свежа биомаса. За всяка вегетация бяха прибрани по три подраста (във фенофаза BBCH-47), а през 2015 година - четири откоса. Средно за периода, най-голям е делът на първи подраст при всички варианти, надвишаващ 50% от общото количество биомаса. Средно за периода най-голямо количество свежа и суха биомаса е формирана от мутантната форма М 300/43, която надвишава съответно с 16,9 и 16,0% сорт Kazitachi, Ендже 1 - 10,7 и 12,4% и средния стандарт (Kazitachi + Ендже 1) съответно с 13,7 и

SUMMARY

During the period 2014-2016 year in the experimental field of the Institute of Forage Crops – Pleven in terms of competitive variety trials were studied 2 mutant forms Sudan grass (M 300/43 and M 200/86). Sudan grass variety Kazitachi and Endje 1 (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum* x *Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Stapf) are used as standards. Some biometric indicators have been studied with a direct relation to the productivity of fresh biomass. For forage (cutting in BBCH-47) three cuts were harvested, for growth stage period. Four cuts in 2015 were harvested. On average for the period, the share of the first cutting is highest in all variants, exceeding 50% of the total biomass. For the period mutant form M 300/43 formed the highest amount of fresh and dry biomass, which exceeds respectively by 16.9 and 16.0% variety Kazitachi, Endje 1 - 10.7 and 12.4% and the average standard (Kazitachi + Exceptions 1) respectively 13.7 and 9.1%. The mutant

9,1%. Същата формира относително най-голям дял свежа биомаса в периода на летните засушавания в годините на проучване, достигащ във втори откос от 25,5 до 39,8%, а в трети откос от 14,5 до 27,1% от общото количество свежа биомаса за вегетационен период. Мутантната форма превишава изходния сорт Kazitachi по съдържание на суров протеин с 4,8% и водоразтворими захари с 6,5%.

Ключови думи: *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf., селекция, мутантни форми, добив биомаса

form produces a relatively higher share of fresh biomass during the summer droughts in years of the study reaching a second cut of 25.5 to 39.8% and in third cut from 14.5 to 27.1% of the total amount of fresh biomass for a vegetation period. The mutant form exceeds the original variety Kazitachi with content of crude protein 4.8% and water-soluble sugars by 6.5%.

Key words: *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf., breeding, mutant forms, biomass yield

УВОД

Характерна особеност на суданката (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) като фуражно растение от род *Sorghum* е нейния бърз растеж и продуктивност на свежа биомаса през топлите месеци, осигуряващи 2-3 откоса за един вегетационен период (Zamfir et al. 2001; Kikindonov et al., 2016). Суданката намира приложение предимно за паша, сено и силаж, благодарение на високия си продуктивен потенциал и ценните си стопански качества, особено в условията на засушаване (Moyer et al., 2003; Tahir et al., 2005; Kikindonov et al., 2013). Суданката играе важна роля при решаване проблема с дефицита на качествен фураж и въвеждането на голям брой фуражни култури в производството и системата на зеления фуражен конвейер (Glamoclija et al. 2010). Продуктивността на суданката силно се влияе от агрометеорологичните фактори и условия на отглеждане, като притежава изключителна пластичност по отношение саморегулиране гъстотата на посева чрез братене (Slanev et al., 2015).

Приоритет в селекционните програми при фуражните култури е увеличаване продуктивността от зелена биомаса, височината продължителността на вегетация и качеството на суровината (Enchev et al., 2016). Благодаре-

INTRODUCTION

Thipical of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) is the rapid growth and productivity of fresh biomass during the warm months, providing 2-3 otters per vegetation period (Zamfir et al., 2001; Kikindonov et al., 2016).

Sudan grass is used mainly for grazing, hay and silage, thanks to its high productive potential and its valuable economic qualities, especially in drought conditions (Moyer et al., 2003; Tahir et al., 2005; Kikindonov et al., 2013).

Sudan grass plays an important role in solving the problem of shortage of quality forage and the introduction of a large number of forage crops in the production and green feed conveyor system (Glamoclija et al., 2010). Sudan grass productivity is heavily influenced by agro-meteorological factors and growing conditions, and has exceptional plasticity with respect to self-regulation of seed density by braking (Slanev et al., 2015).

Priority in fodder crop breeding programs is to increase the productivity of green biomass, the height of the growing season and the quality of the raw material (Enchev et al., 2016).

ние на селекционните програми и технологии за производство на семена се увеличава производителността на биомаса от суданка (Rooney et al., 2007). Основна цел при селекцията на фуражните видове е повишаване свежото и сухо вещество и качеството на фуража (Assis et al., 2008).

Целта на проучването е да се направи оценка на създадените мутантни форми суданка по продуктивността на свежа биомаса в условията на конкурсен сортов опит.

Thanks to the selection programs and seed production technologies, productivity of biomass from Sudan grass is increased (Rooney et al., 2007). The main purpose in the selection of the forage species is to increase the fresh and dry matter and the quality of the forage (Assis et al., 2008).

The aim of the study is to evaluate the mutant forms of fresh biomass production under the conditions of a competitive variety experience.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експерименталната работа е извършена през периода 2014-2016 година на Второ опитно поле на ИФК - Плевен при неполивни условия върху почвен подтип излужен чернозем. В три последователни години е извършвана стопанска оценка на две мутантни форми М 300/43 и М 200/86 суданка (*Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Stapf.) по отношение динамиката на натрупване на свежа и суха биомаса в условията на конкурсен сортов опит. За еталони са използвани сортовете Kazitachi (*Sorghum vulgare* var. sudanense (Piper) Stapf.) изходен сорт за мутантните форми и сорт Ендже1, вписан в Официалната сортова листа на Република България (*Sorghum vulgare* var. *sudanense (Piper) Stapf x Sorghum vulgare* var. *saccharatum*)) (Kikindonov and Slanev, 2011) и среден стандарт (Ендже 1 и Kazitachi). Опитът е заложен по блоков метод в четири повторения и големина на опитната парцелка 10 m^2 (по методика на ИАСАС). Сеитбата е извършвана ръчно при трайно затопляне на повърхностния почвен слой над 10 ^oC в периода от 15 до 30 април. Извършвани са мероприятия в зависимост от биологичните изисквания на културата, както и съгласно технологията за отглеждане на сорго за зърно и силаж (Dechev et al., 1987). През годините на проучване са формирани и реколтирани по три, а през 2015 година –

MATERIAL AND METHODS

The experimental work was carried out during 2014-2016 on the Second Experimental Field of IFC - Pleven under non-irrigated conditions on soil subtype leached black earth. In three consecutive years, a commercial evaluation of two mutant forms Sudan grass M 300/43 and M 200/86 (*Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Stapf.) was carried out in terms of the dynamics of fresh and dry biomass accumulation in a competitive variety experience. Variety Kazitachi (*Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Stapf.) – the origining variety for the mutant forms and variety Endje 1, registered in the Bulgarian official catalogue of varieties (*Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Stapf x *Sorghum vulgare* var. *saccharatum*)) (Kikindonov and Slanev, 2011) and the average standard (Endje 1 and Kazitachi) were used for the standard variety. The experience is based on a block method in four replicates and the size of the experimental plot of 10 m^2 (according to IASAS methodology). Sowing is done manually with permanent warming of the topsoil above 10°C between 15^{th} and 30^{th} April. Events have been done depending on the biological requirements of the crop, as well as the technology for cultivation of sorghum for grain and silage (Dechev et al., 1987). In the years of study, three and in the year 2015 four cuts were formed and harvested, depending on четири откоса в зависимост от агрометеорологичните условия, във фенофаза начало на изметляване (BBCH 45-49) (Meier, 2001).

Извършен е биохимичен анализ на всички генотипове суданка, който включва показатели за основен биохимичен състав и хранителна стойност на фуража: суров протеин (СП) по класическия метод на Келдал (Sandev, 1979), след определяне на количеството общ азот (N) по формулата СП = N x 6.25; калций (Са) – комплексометрично; фосфор (Р) – колориметрично (Sandev, 1979); пепел – чрез изгаряне в муфелна пещ при температура при 550 ^oC; сурови влакнини (*СВ*) – по Weende метода (AOAC 2007) и Водоразтворими захари (ВРЗ) (Ermakov et al., 1987), като процент от сухото вещество.

Индексът на сухота (I_{ar}-DM) за вегетационния период е определян по класическия метод на De Martonne (1926).

Математико-статистическата обработка на експерименталните данни е извършена с програмния продукт STATGRAPHYCS plus for Windows и Satistica version 10.

agrometeorological conditions in growth stage booting (BBCH 45-49) (Meier, 2001).

A biochemical analysis of all Sudan grass genotypes has been carried out, which includes indicators for the basic biochemical composition and nutritional value of the forage: Crude protein (CP) by the classical Keldahl method (Sandev, 1979), after determining the amount of total nitrogen (CP) = N x 6.25; Calcium (Ca) – complexometrically; Phosphorus (P) – colorimetric (Sandev, 1979); Ash – by burning in a muffle furnace at a temperature of 550 ^oC; Crude fiber (CF) (Webere method) (AOAS 2007) and Water-soluble sugars (WSS) (Ermakov et al., 1987) as a percentage of the dry matter.

The dryness index (I_{ar}-DM) for the vegetation period was determined by the classic method of De Martonne (1926).

The mathematical and statistical processing of the experimental data was performed with the software STATGRAPHYCS plus for Windows and Satistica version 10.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В агрометеорологично отношение, годините на проучване (2014-2016 година) се различават значително в количеството и разпределение на валежите и относително по-слабо по отношение динамиката на среднodenонощната температура на въздуха през вегетационния период на суданката в сравнение със средно многогодишните стойности за периода 1964-2013 (Таблица 1).

Сравнително благоприятно и равномерно е разпределението на валежите през 2014 година, спрямо критичните фенофази от развитието на културата - поникване - първи-трети лист (BBCH 09-11/13). В температурно отношение вегетационния период на проучване се отличава с поднормални

RESULTS AND DISCUSSION

In agrometeorological terms, the years of the study (2014-2016) differ significantly in the amount and distribution of rainfall and relatively less in relation to the average daily air temperature dynamics during the vegetation period of the Sudan compared to the average multiannual values for the 1964-2013 (Table 1).

Distributions of rainfall are relatively favourable and evenly in 2014, against the critical growth stages from culture development - germination/first-third leaf (BBCH 09-11/13).

In relation to temperature the vegetation period of study is characterized by subсредномесечни стойности (от -0.3 до -1.0°C), с изключение на месеците април и август (от + 0.8 до +2.9°C) в сравнение със същите отчетени за периода 1964-2013 година.

normal mean monthly values (from -0.3 to -1.0°C) compared to the multiannual period (1964-2013), with the exception of April and August (from + 0.8 to +2.9°C).

Таблица 1. Метеорологични показатели за годините и средно за периода (2014-2016г.)
Table 1. Meteorological indicators during the years and period average (2014-2016)

Период на изследване Period of study	Вегетационен период / Vegetation period Средномесечна температура на въздуха, t^0C The average monthly emperature of the air, t^0C						Средно за IV-IX, t^0C Average for IV-IX, t^0C
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	14,9	16,7	20,6	23,1	23,7	17,9	19,5
Отклонение ^0C/Deviation ^0C	*2,9*	*-1*	*-0,6*	*-0,3*	*0,8*	*-0,4*	*0,2*
2015	12,2	18,8	20,7	25,5	24,4	20,0	20,3
Отклонение ^0C/Deviation ^0C	*0,2*	*1,1*	*-0,5*	*2,1*	*1,5*	*1,7*	*1,0*
2016	15,4	16,4	23,0	24,6	23,5	19,4	20,4
Отклонение ^0C/Deviation ^0C	*3,4*	*-1,3*	*1,8*	*1,2*	*0,6*	*1,1*	*1,1*
Средно за 2014-2016 Average 2014-2016	*14,2*	*17,3*	*21,4*	*24,4*	*23,9*	*19,1*	*20,1*
Средно за 45 г. (1964-2013) Average 45 years (1964-2013)	***12,0***	***17,7***	***21,2***	***23,4***	***22,9***	***18,3***	***19,3***
Период на изследване Period of study	Месечни суми на валежите, mm Monthly rainfall, *mm*						Сума за IV-IX, *mm* Amount for IV-IX, *mm*
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	32,3	83	54,3	71,8	23,9	142,6	407,9
Отклонение, % / Deviation,%	*66,3*	*132,0*	*85,2*	*116,7*	*52,5*	*314,8*	*124,5*
2015	43,6	30,6	95,9	21,5	29,9	130,3	351,8
Отклонение, % / Deviation,%	*89,5*	*48,6*	*150,5*	*35,0*	*65,7*	*287,6*	*107,4*
2016	72,5	77,2	46,1	7,8	31,2	61,8	296,6
Отклонение, % / Deviation,%	*148,9*	*122,7*	*72,4*	*12,7*	*68,6*	*136,4*	*90,5*
Средно за 2014-2016/ Average 2014-2016	49,5	63,6	65,4	33,7	28,3	111,6	352,1
Средно за 45 г. (1964-2013) Average 45 years (1964-2013)	***48,7***	***62,9***	***63,7***	***61,5***	***45,5***	***45,3***	***327,7***
Период на изследване Period of study	Индекс на сухота De Martonne De Martonne aridity index, I_{ar}-*DM*						Средно за IV-IX Average for IV-IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	15,6	37,3	21,3	26,0	8,5	61,3	27,7 полувлажен
2015	23,6	12,8	37,5	7,3	10,4	52,1	23,3 умереносух
2016	34,3	35,1	16,8	2,7	11,2	25,2	19,5 полусух
Средно за 45 г. (1964-2013) Average 45 years (1964-2013)	***26,6***	***27,3***	***24,5***	***22,1***	***16,6***	***19,2***	***22,4 умереносух***

През вегетационния период на 2015 година са отчетени по-високи стойности (от +0.2 до +2.1°C) на средномесечната температурата на въздуха с изключение на месец юни в сравнение със същите за средномногогодишния период 1964–2013. Количеството и разпределението на валежите е със значителна неравномерност,

In the 2015 vegetation period, higher values (from +0.2 to +2.1°C) of the average monthly air temperature were reported except in June compared to the same for the average period of 1964-2013.

The quantity and distribution of precipitation is of significant unevenness, a pronounced tendency to drought is наблюдава се ясно изразена тенде-ция към засушаване в най-критичните фенофази от развитието на културата – поникване-първи лист (BBCH 09-11).

Сравнително добре обезпечена с вегетационни валежи е суданката през 2016 година. Отчетените високи суми на вегетационни валежи (от 122,7 до 148,9%) и относително благоприятното им разпределение в критичните фенофази от развитието на културата, оказват коригиращ ефект върху повишените стойности на средномесечните температури на въздуха (+ 3,4°C), което благоприятства равномерното поникване и гарниране на посевите.

Оценявайки интегралното въздействие на някои от основните метеорологични фактори – сума на валежи и средномесечни температури на въздуха аридността през вегетационния период на културите (IV - IX) се определя по години както следва: 2014 полувлажен ($I_{(Мартон)}$ = 27,7) > 2015 умерено сух ($I_{(Мартон)}$ = 23,3) > 2016 полусух ($I_{(Мартон)}$ = 19,5) (Таблица 1).

Изразените агрометеорологични различия през периода на проучване е предпоставка за засилване на деференциацята между отделните генотипове суданка при формиране на добива от свежа и суха биомаса (Фигура 1 и 2). Средният добив от проучваните образци е в границите от 3463,29 до 4270,91 kg/da свежа и суха биомаса от 669,92 до 859,84 kg/da. Относително най-високи стойности на добива са отчетени през 2014 и 2016 година, когато количеството на валежите е сравнително благоприятно разпределено, спрямо биологичните изисквания на култура, а в относително неблагоприятната 2015 година са най-ниски.

Изследваните генотипове се различават съществено по продуктивни възможности. Средно за периода най-голямо количество свежа биомаса е формирана от мутантната форма M 300/43, която надвишава съответно с 16,9% сорт Kazitachi, Енджe 1 - 10,7% и

observed in the most critical growth stages of the development of the first leaf - germination (BBCH 09-11).

In 2016 the vegetation period is the Sudan grass is relatively well secured with precipitation. The high amounts of vegetative precipitation (from 122.7 to 148.9%) and their relatively favorable distribution in the critical growth stages from the culture development have a corrective effect on the elevated values of the average monthly air temperatures (+ 3.4°C), which promotes uniform germination and garnishing of crops.

Assessing the integral impact of some of the major meteorological factors – rainfall and average monthly air temperatures during the growing season of crops (IV - IX) is determined by years as follows: 2014 semi-wet ($I_{(Marton)}$ = 27,7) > 2015 moderately dry ($I_{(Marton)}$ = 23,3) > 2016 semi-dry ($I_{(Marton)}$ = 19,5) (Table 1).

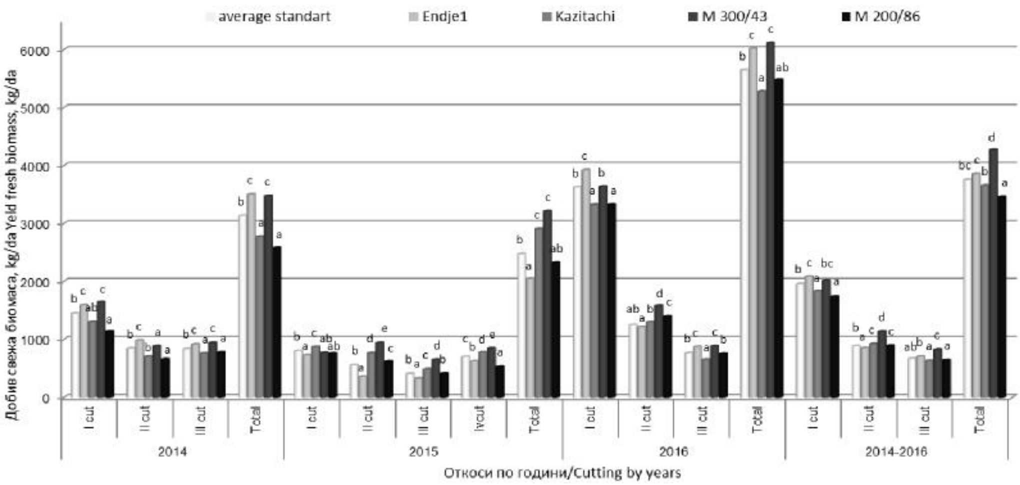
The expressed agrometeorological differences during the period of study are a prerequisite for enhancing the deficiency between individual Sudan grass genotypes in the formation of fresh and dry biomass yields (Figure 1 and 2). The average yield of genotypes ranges from 3463.29 to 4270.91 kg/da fresh and dry biomass from 669.92 to 859.84 kg/da.

Relatively high yields were reported in 2014 and 2016 when rainfall was comparatively favorable compared to the biological requirements of culture and in the relatively unfavorable year 2015 were the lowest.

The tested genotypes differ significantly in productivity. Average for the period the largest amount of fresh biomass is formed by the mutant form M 300/43, which exceeds Kazitachi by 16,9%, Endje 1 - 10.7% and Kazitachi + Engje 1, respectively, by 13.9%.

средния стандарт (Kazitachi + Ендже 1) с 13,7%. Получените резултати са статистически доказани при Р=0,05 и през трите години на проучването, независимо от динамиката на агрометеорологичните условия. Висок добив от свежа биомаса е получен от сорт Ендже 1, който превишава съответно с 5,3 и 10,2% сорт Kazitachi и мутантна фрма М 200/86 (Фигура 1).

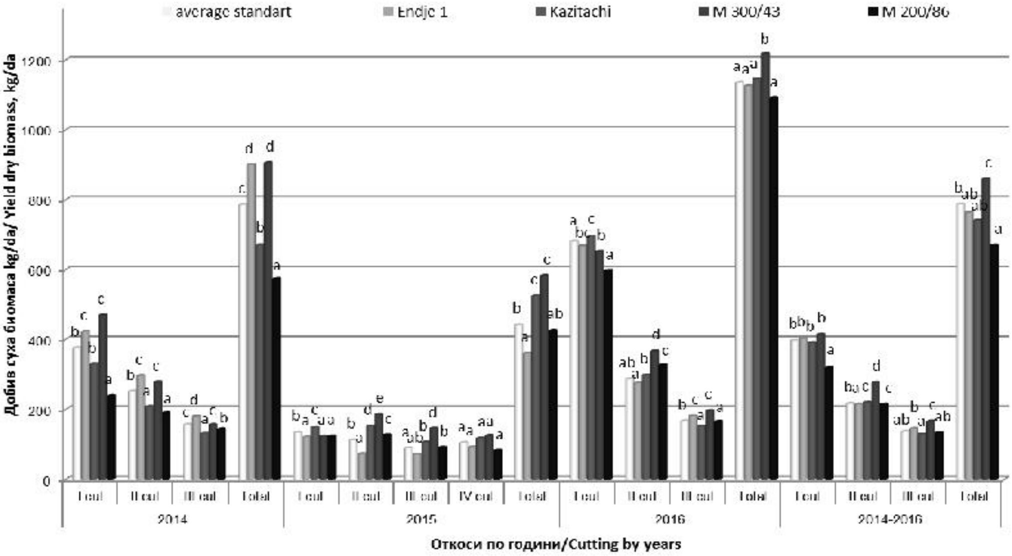
The results obtained were statistically proven at P = 0.05 and during the three years of the study, regardless of the agrometeorological conditions dynamics. High yield of fresh biomass is obtained from the variety Endje 1, which exceeds from 5.3 and 10.2% respectively Kazitachi variety and mutant M 200/86 (Figure 1).



Фиг. 1. Добив свежа биомаса при суданка по откоси, по години и средно за периода 2014-2016 година
Fig. 1. Yield of fresh biomass by cuts, by year and average for the period 2014-2016

Получените резултати по отношение добива на суха биомаса от единица площ запазват деференциацията между отделните генотипове суданка. Най-висок добив суха биомаса по години и за периода на проучване е формирана от мутантната форма М 300/43, а относително найнисък от мутантната форма М 200/86, като разликите са статистически доказани (Р=0,05) в сравнение с отчетените стойности при сортовете Kazitachi и Ендже 1, както и спрямо средния стандарт (Kazitachi+Ендже 1) (Фигура 2).

The results obtained with respect to the yield of dry biomass per unit area retain the differentiation between the individual Sudan grass genotypes. The highest yield of dry biomass by years and the study period was formed by the mutant form M 300/43 and relatively lower than the mutant form M 200/86, the differences being statistically proven (P = 0.05) compared with the reported values for the Kazitachi and Endje 1 varieties, as well as the average standard (Kazitachi + Endje 1) (Figure 2).



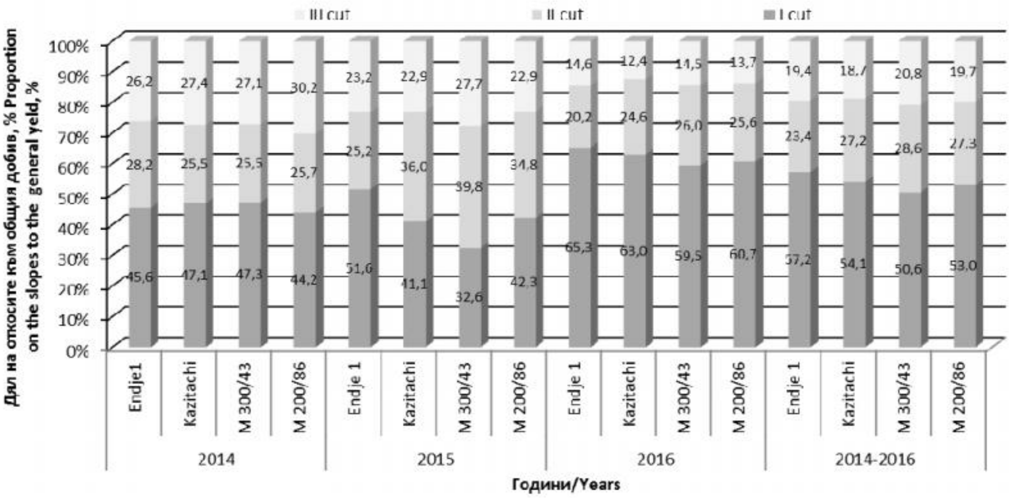
Фиг. 2. Добив суха биомаса при суданка по откоси, по години и средно за периода 2014-2016 година
Fig. 2. Yield of dry biomass by cuts, by year and average for the period 2014-2016

При генотиповете суданка се установява, че през годините на проучване, най-голям дял от общото количество свежа биомаса от единица площ заема първи откос (от 32,6 до 65,3%), следван от втори (от 20,2 до 39,8%) и относителен най-малък дял заема трети откос (от 12,4 до 30,2%) (Фигура 3). Средно за периода на проучване тенденцията се запазва – най-голям е делът на първи откос от 50,6 до 57,7%, следван от втори откос (от 23,4 до 28,6%) и трети откос (18,7 до 20,8%).

С относително най-голям дял формирана свежа биомаса в периода на летните засушавания, се откроява мутантна форма М 300/43 достигаща във втори откос от 25,5 до 39,8%, а в трети откос от 14,5 до 27,1%.

The Sudangrass genotypes revealed that during the years of the study, the largest share of the total amount of fresh biomass per unit area occupied a first cut (from 32.6 to 65.3%), followed by a second (from 20.2 to 39, 8%) and the smallest share occupies a third cut (from 12.4 to 30.2%) (Figure 3). Average for the period, the trend remains – the largest share of the first cut from 50.6 to 57.7%, followed by a second cut (from 23.4 to 28.6%) and a third cut (18.7 to 20.8%).

With a relatively higher proportion of fresh biomass formed during the summer droughts, the mutant form M 300/43 – In the second cut from 25.5 to 39.8% and in the third cut from 14.5 to 27.1%.



Фиг. 3. Дялове на направените откоси към общия добив от свежа биомаса при суданка по години и средно за периода 2014-2016 година
Fig. 3. Shares of the cuts to the total biomass yield of fresh biomass at year and average for 2014-2016

Установени са корелационни зависимости между формирания добив от свежа и суха биомаса по откоси и влиянието на някои от основните метеорологични фактори – среднодневна температура на въздуха (^{0}C) и сумата на валеж (mm) (Таблица 2).

Correlations between the formed fresh and dry biomass yields and the influence of some of the main meteorological factors - average daily air temperature (^{0}C) and rainfall (mm) (Table 2) are established.

Таблица 2. Корелационни зависимости между формирания добив от свежа и суха биомаса и среднодневна темпера на въздуха и сумата на валеж средно за периода 2014-2016 година
Table 2. Correlation between the yield of fresh and dry biomass and average 24^{-hour} air temperature and precipitation for the period 2014-2016

Генотипове Genotipes		Добив биомаса / Biomass yield			
		Свежа / Fresh	Суха / Dry	Свежа / Fresh	Суха / Dry
		Средноденонощна температура на въздуха (°C) / Average 24^{-hour} air temperature (°C)		Валежи (mm) Precipitation (mm)	
I откос / cut	Endje 1	-0,353	0,042	0,705	0,891
	Kazitachi	-0,444	-0,288	0,603	0,751
	M 300/43	-0,317	0,074	0,730	0,937
	M 200/86	-0,667	-0,379	0,610	0,684
II откос / cut	Endje 1	-0,693	-0,896	0,809	-0,346
	Kazitachi	0,112	-0,353	-0,764	-0,386
	M 300/43	0,092	-0,493	0,751	-0,240
	M 200/86	-0,022	-0,285	-0,671	-0,451
III откос / cut	Endje 1	-0,714	-0,383	0,818	0,130
	Kazitachi	-0,903	-0,294	0,818	0,130
	M 300/43	-0,804	0,106	0,692	0,272
	M 200/86	-0,725	-0,438	0,599	0,280

Количеството на валежите е определящ фактор при формиране на добива от свежа и суха биомаса в първи откос (*r* варира от 0.610 до 0.937), като не се установява съществени различия между отделните генотипове суданка. Сухото вещество във формираната биомаса е най-ниско от 18,4 до 20,6%. Значително е влиянието на фактора количеството на валеж при формирането на свежа биомаса (*r* е в границите от -0,671 до 0,809) от единица площ във втори откос, който съвпада с летните засушавания за района. В този период, сухото вещество достига от 23,8 до 25,2% от формираната биомаса при генотиповете суданка.

При формиране на добива от свежа биомаса в трети откос силно влияние оказва интегралното въздействие на температурите на въздуха (*r* е в диапазона от -0.714 до -0.903) и количеството на валеж (*r* е от 0.599 до 0.818).

Резултатите от биохимичния анализ показват вариране между отделните генотипове суданка през годините и средно за периода в зависимост от агрометеорологичните условия (Таблица 2). Относително най-висок процент на суров протеин в надземната биомаса средно за периода на проучване е отчетен при сорт Ендже 1 и мутантни форми М 300/43 и М 200/86 от 12,57% до 12,25%, които превишават съответно с 4.8, 2.2 и 1,3% сорт Kazitachi. Съдържанието на сурови влакнини през годините на проучване при мутантните форми суданка М 300/43 и М 200/86 се движи в границите от 23,4 до 27,96%. Средно за периода същите превишават незначително по проучвания показател сорт Ендже 1 от 2,6 до 3,4%. Макроелементите Са и Р изпълняват много важна роля в метаболизма на растенията. Те са жизнено важни и за метаболитните процеси при животните. (Silungwe, 2011). Процентното съдържание на фосфор във вегетативната биомаса на

The amount of precipitation is a determining factor in the production of fresh and dry biomass in the first cut (*r* ranges from 0.610 to 0.937), with no significant differences between the Sudan grass genotypes. The dry matter in the formed biomass is lower than 18.4 to 20.6%. The influence of the factor rainfall is significant in the accumulation of fresh biomass (*r* is in the range of -0.671 to 0.809) per unit area in a second cut, which coincides with the summer droughts for the region. In this period, the dry matter reaches from 23.8 to 25.2% of the biomass in the Sudan grass genotypes.

In the formation of the extraction of fresh biomass, the impact of air temperatures (*r* is in the range of -0.714 to -0.903) and the amount of precipitation (*r* e from 0.599 to 0.818) are influenced by a third cut.

The results of biochemical analysis show variation between individual Sudan grass genotypes over the years and averaged over the agro meteorological conditions (Table 2).

The relative highest percentage of crude protein in above-ground biomass averaged over the study period was reported in the variety Endje 1 and mutant M 300/43 and M 200/86 ranges from 12.57% to 12.25%, which exceeds Kazitachi variety respectively by 4.8, 2.2 and 1.3%. The raw fiber content for Mutant forms M 300/43 and M 200/86 ranged from 23.4 to 27.96% during years of the study. On average, over the same period, they exceeded the insignificant indicator variety Endje 1 of 2.6 to 3.4%. Macroelements Ca and P play a very important role in the metabolism of plants.

They are also important for metabolic processes in animals (Silungwe, 2011). The percentage of phosphorus in the vegetative biomass of Sudan grass генотиповете суданка през годините на проучване варира в тесен диапазон от 0,250 до 0,332% с изключение на 2016 година, когато стойностите на показателя са редуцирани от 1,3 до 1,9 пъти в сравнение с 2014 и 2015 година. Съдържанието на калций във вегетативната биомаса варира по години от 0,440 до 0,680, като средно за периода разликите между генотиповете са незначителни и са в границите от 0,487% (М 200/86) до 0,575% (Ендже 1). Дефицитът на тези макроелементи във фуража се отразява негативно върху растежните и репродуктивните характеристики на животните (Soetan et al., 2010).

Съдържанието на водоразтворими захари допринася съществено за повишаване поемането, смилането и използването на фуража (Ilieva and Naidenova, 2016). С по-високо съдържание на водоразтворими захари в надземната суха биомаса средно за периода на проучване е сорт Ендже 1 (6,21%) и относително по-малко при мутантна форма М 200/86 (5,97%), докато сорт Kazitachi и мутантна форма М 300/43 заемат междинна позиция – съответно 6,01и 6,05%.

genotypes during the years of study ranges from a narrow diapason of 0.250 to 0.332%, with the exception of 2016 when the values are reduced from 1.3 to 1.9 times compare to 2014 and 2015.

The calcium content of vegetative biomass varies from 0.440 to 0.680, with mean differences over time between genotypes being insignificant and ranging from 0.487% (M 200/86) to 0.575% (Endje 1). The deficiency of these macroelements in forage has a negative impact on the growth and reproduction characteristics of the animals (Soetan et al., 2010).

The content of water-soluble sugars contributes significantly to the uptake, digestion and use of feed (Ilieva and Naidenova, 2016). With a higher content of water-soluble sugars in above-ground dry biomass, the average duration of the study was Endje 1 (6.21%) and relatively less in mutant form M 200/86 (5.97%), whereas Kazitachi and mutant form M 300/43 occupy an intermediate position respectively of 6,01 and 6,05%.

Таблица 3. Биохимична характеристика на суданка
Table 3. Biochemical characterization of sudangrass

Години Years	Варианти Treatment	СП, % CP, %	СВл., % CF, %	P, %	Ca, %	ВРЗ,%/ WSS, %	Пепел, % Ash, %
2014	Endje 1	10,03	26,23	0,250	0,550	6,10	8,45
	Kazitachi	11,00	27,25	0,310	0,490	5,63	8,04
	M 300/43	11,67	26,23	0,300	0,500	6,17	8,20
	M 200/86	11,94	26,34	0,300	0,480	5,67	8,14
2015	Endje 1	16,22	22,63	0,332	0,636	5,62	9,00
	Kazitachi	16,25	23,08	0,314	0,584	5,00	8,47
	M 300/43	16,28	23,40	0,328	0,680	5,17	8,90
	M 200/86	15,50	24,24	0,303	0,540	5,35	8,43
2016	Endje 1	10,18	26,74	0,193	0,540	6,90	8,46
	Kazitachi	8,71	28,01	0,213	0,450	6,40	8,23
	M 300/43	9,76	27,96	0,175	0,470	6,80	8,65
	M 200/86	9,30	27,63	0,176	0,440	6,90	8,23
2014-2016	*Endje 1*	12,14	25,20	0,258	0,575	*6,21*	*8,64*
	Kazitachi	11,99	26,11	0,279	0,508	*5,68*	*8,25*
	M 300/43	12,57	25,86	0,268	0,550	*6,05*	*8,58*
	M 200/86	12,25	26,07	0,260	0,487	*5,97*	*8,27*

ИЗВОДИ

Средният добив от проучваните генотипове суданка е в границите от 3463,29 до 4270,91 kg/da свежа и суха биомаса от 669,92 до 859,84 kg/da с изразени разлики между отделните генотипове и агрометеорологични условия през периода на проучване. Определящ фактор при формиране на добива от свежа биомаса в първи и втори откос е количеството на валежите (*r* варира от 0.610 до 0.937 и от -0,671 до 0,809), докато в трети откос силно влияние оказва интегралното въздействие на температурите на въздуха (*r* е от -0.714 до -0.903) и количеството валеж (*r* е от 0.599 до 0.818). Установено е, че добивът от свежа биомаса за вегетационен период при суданката се формира с най-голям дял от първи откос (от 50,6 до 54,1%), следван от втори (от 23,4 до 28,6%) и най-нисък е дела на трети откос (от 18,7 до 20,8%).

С най-голяма продуктивност на свежа и суха биомаса се откроява мутантна форма М 300/43, която надвишава съответно с 16,0 и 16,7% сорт Kazitachi и с 10,7 и 12,4% сорт Ендже 1. Същата формира относително най-голям дял свежа биомаса в периода на летните засушавания, достигащ във втори откос от 25,5 до 39,8%, а в трети откос от 14,5 до 27,1% от общото количество свежа биомаса за вегетационен период. Мутантната форма превишава изходния сорт Kazitachi по съдържание на суров протеин с 4,8% и водоразтворими захари с 6,5%.

CONCLUSIONS

The average yield of the studied Sudan grass genotypes ranges from 3463.29 to 4270.91 kg/da fresh and dry biomass from 669.92 to 859.84 kg/da. There are marked differences between genotypes and agrometeorological conditions during the study period. The determining factor in the formation of fresh biomass yields in the first and second cuts is the amount of rainfall (*r* varies from 0.610 to 0.937 and from -0.671 to 0.809), while in third cut the integral impact of air temperatures (*r* is from -0.714 to -0.903) and rainfall (*r* is from 0.599 to 0.818). The yield of fresh biomass for the vegetation period of the Sudan grass was formed with the largest proportion of the first cut (from 50.6 to 54.1%), followed by a second (from 23.4 to 28.6%), and the lowest is the share of third cut (from 18.7 to 20.8%).

The highest yield of fresh and dry biomass is M 300/43, which exceeds Kazitachi variety respectively with 16.0 and 16.7% and 10.7 and 12.4% variety Endje 1. The highest share of fresh biomass in the summer droughts, reaching a second cut of 25.5 to 39.8%, and in third cut from 14.5 to 27.1% of the total amount of fresh biomass for a vegetation period. The mutant form exceeds the original Kazitachi variety with raw protein content of 4.8% and water-soluble sugars by 6.5%.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Assis, GML, JF Valentim, JM Carneiro Júnior, JMA Azevedo and AS Ferreira**, 2008. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. Revista Brasileira de Zootecnia, 37: 1905-1911. [Links]

2. **de Martonne, E.**, 1926. Une nouvelle fonction climatologique: L'Indece d'aridite. La Meteorologie, 2: 449-458

3. **Dechev, I., Z. Tzoukov, B. Gramatikov, D. Tanchev and S. Ivanov**, 1987. Technology for growing sorghum for grain and silage. National Agro-Industrial Union. Sofia (Bg).

4. **Enchev, St., Tz. Kikindonov and K. Slanev**, 2016. Productive potential of varieties and elite populations sweet sorghum for silage production. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 19(5), 124-134.
5. **Ermakov, A., V. Arasimovich, N. Yarosh, Yu. Peruanskii, G. Lukovnikova and M. Ikonomova**, 1987. Methods for biochemical study of plants. Agropromizdat, M., pp. 134-135. (Ru)
6. **Glamoclija, DJ., S. Janković, R. Maletić, S. Rakić, J. Ikanović and Z. Lakić**, 2010. Effect of nitrogen and mowing time on the biomass and the chemical composition of Sudanese grass, fodder sorghum and their hybrid. The Turkish Journal of Agriculture and Forestry, doi 10.3906/tar-0911-58
7. **Ilieva, A. and G. Naidenova**, 2016. Phenotypic evaluation of variability in quality traits of Hungarian vetch (Vicia pannonica ssp. pannonica Crantz) accessions. *Rastenievadni nauki (Bulgarian Journal of Crop Science),* 53(4), 63-67 (Bg).
8. **Kikindonov, Ts. and K. Slanev**, 2011. Productivity of the new sudangrass variety Endje -1, *Journal of mountain agriculture on the Balkans*, 14(3), 564-575.
9. **Kikindonov, Tz., G. Kikindonov, K. Slanev and S. Enchev**, 2013. Analysis of the green mass yield's structure of Sudan grass and Sorghum x Sudan grass hybrids, *Scientific Papers*, Series A. Agronomy, vol. LVI, 296-299.
10. **Kikindonov, Tz.,K. Slanev, G. Kikindonov and S. Enchev**, 2016. Assessment of the effectiveness of biomass accumulation in sudangrass, sorghum x sudangrass hybrids and sweet sorghum forms, *International Journal of Current Research*, May, 31002-31006.
11. **Meier, U.**, 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. 2. Edition, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, http://pub.jki.bund.de/index.php/BBCH/article/viewFile/515/464.
12. **Moyer, J. L., J. O. Fritz, J. and J. Higgins**, 2003. Relationships among forage yield and quality factors of hay-tipe sorghum. *Online. Crops Management* doi:10.1094/CM-2003-1209-01-RS
13. **Rooney, W. L., J. Blumenthal, B. Bean and J. E. Mullet**, 2007. Designing *Sorghum* as a dedicated bioenergy feedstock, *Biofuels Bioproducts and Biorefining,* 1(2), 147-157.
14. **Sandev, S.**, 1979. Chemical methods for analysis of forages. Zemizdat, Sofia (Bg).
15. **Silungwe, D.**, 2011. Evaluation of forage yield and quality of sorghum, sudangrass and pearl millet cultivars in Manavatu. PhD thesis for the degree of Master of Agricultural Science in Agronomy at Massey University, Palmerston North. New Zealand.
16. **Slanev, K., A. Volodin and Ts. Kikindonov**, 2015. Testing of Promising Varieties of Sorghum in Terms of Northeastern Bulgaria and South Russia, *Plant Science*, 6, 37-41.
17. **Soetan, K. O., C. O. Olaiya and O. E. Oyewole**, 2010. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200-222.
18. **Tahir, M., H. Sadaqat and I. Khan**, 2005. Genetic potrntial of forage yielding sorghum x sudangrass hybrids for resistance to stem borer (*Chilo partellus*) and shoot fly (*Atherigona soccata*). *Pak. Entomol.,* 27(1), 57-62.
19. **Zamfir, M. C., M. Schitea and I. Zamfir**, 2001. The variability study of some quantitative traits in sudan grass [*Sorghum sudanense* Piper. (Staph.)]. *Romanian agricultural research*, 5: 23-30.