Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (6), 107-120 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изследвания върху подобряването на механизмите за адаптиране към алтернативен хидротермален стрес на видове и смески от многогодишни фуражни треви

Михаи Костеску*, Елена Тауленску, Андрееа Андреоиу, Кармен Комшиа

Научно-изследователски институт по пасищата, 500128 Брашов, Румъния

Research Regarding the Improvement of Mechanisms for Adaptation to Alternative Hydrothermal Stress of Some Species and Mixtures of Perennial Forage Grasses

Mihai Costescu*, Elena Taulescu, Andreea Andreoiu, Carmen Comșia

Research-Development Institute for Grasslands, 500128 Brasov, Romania
**E-mail: mihai.costescu@pajisti-grassland.ro*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Целта на изследването е да се установят най-подходящите смески от многогодишни житни и бобови фуражни култури за осигуряване на тревна покривка устойчива на хидротермален стрес и с висока хранителна стойност. Проследено е поведението на смесени тревостои от житни (*Dactylis glomerata, Phalaris arundinacea* и *Bromus inermis*) и бобови (*Medicago sativa*) растения, в различни съотношения типични за условията на планинските райони.

Експериментът е заложен през 2018 г. в опитните полета на Научно изследователския институт по пасища (югоизточна Трансилвания). Изследваните смески са двукомпонентни, състоящи се от една житна трева и една бобова фуражна култура, където процентът на участие за житните треви се увеличава от 25% до 100%, а делът на многогодишната фуражна бобова трева представя разликата.

SUMMARY

The research objective consists in establishing the optimal mixtures of perennial grasses and forage legumes for providing a grass carpet resistant to hydrothermal stress and a high nutritional value. It has made observations on the behaviour of the grass mixture plants composed in different proportions under the stationary conditions from the mountain area. The grass species studied are: *Dactylis glomerata, Phalaris arundinacea* and *Bromus inermis*, and the legume species is *Medicago sativa*.

The research is carrying out in the experimental fields of the Research-Development Institute for Grasslands Brasov, under specific field conditions in the south-east of Transylvania, the experiences being placed in 2018 and being in progress. The mixtures used are simple, consisting of one grass and one forage legume, in which the participation percentage of the grasses increases from 25 % to 100 %, and the proportion of the perennial forage legume representing the difference.

Въз основа на химичният анализ и получените лабораторни данни са създадени смески, с висока устойчивост на хидротермален стрес в експерименталната зона, както и в райони с подобен климат.

Целта на изследването е да се проучи продуктивността и хранителната стойност на двукомпонентни смески с в условията на трайноочертаващите се климатични промени.

Ключови думи: смески, житни треви, бобови треви, хидротермален стрес, хранителна стойност, климатични промени

Based on the chemical analysis and the data obtained in the laboratory are established optimal mixtures to provide resistance to hydrothermal stress in the experimental area, as well as from the similar areas by climate point of view.

The aim of using these simple mixtures is that to obtain fodder with high nutritional qualities and a high production, under conditions of climate change.

Key words: mixtures, grasses, legumes, hydrothermal stress, nutritional qualities, climate change

УВОД

Трайноочертаващите се климатични промени, представляват значим проблем в световен мащаб.

Тази тенденция налага промени в стратегията за развитие на фуражното производство, за осигуряване на оптимално количество свежа фуражна маса походяща за консервиране (сено, полувлажно сено, полусилаж, силаж, брикети и др.), и използване при интензивно отглеждане на животни.

Едно от основните явления с висок риск за селското стопанство е свързано с метеорологичната суша, характеризиращо се с подчертано понижаване на валежите, за по-дълъг период и на големи площи.

Сушата влияе основно етапа на покълване и поникване на семената, израстването и вегетативното развитие на растенията в определените фази, както и процеса на тяхното размножаване.

Задоволяване нуждата на животните от фураж изисква увеличване на производствените площи, създаване на ефективни технологии за отглеждане на многогодишни бобови и житни ливадни треви в самостоятелни и смесени тревостои, както и внедряването на техни високопродуктивни и качествени сортове (Moga and Schitea, 2005; Schitea, 2010).

INTRODUCTION

One of the current problems with great importance worldwide, is represented by the emergence of extreme weather phenomena that present a higher frequency.

This reality also requires important changes in the strategy of the fodder production to ensure the necessary quantities of green mass and fodder in different preservation forms (wilted hay, hay, semi silage, silage, briquettes etc.), for a high performance animal breeding.

One of the main phenomena with a high risk for agriculture, is associated with the meteorological drought, a phenomenon characterized by the marked decrease of rainfalls, over a longer period and on large areas.

The main effects of the drought, depending on its starting, are the lateness or absence of germination, the delayed emergence of the plants, a reduced vegetative development, the limitation of the vegetative development in a certain period of plant vegetation stage, diminishing the multiplication of plants.

Providing the animal feed needs must be achieved by increasing the forage production area, by establishing adequate structures, by promoting in crop systems the perennial legume species in pure culture, or in mixing with perennial grasses as well as by cultivating high-yielding varieties quality and production (Moga and Schitea, 2005; Schitea, 2010).

Данните, относно зонирането на основните видове многогодишни житни и бобови ливадни култури получени в Научно-изследователски институт по пасища, Брашов, както и в сътрудничещите изследователски станции, сочат информация за следните показатели:

- биологични характеристики на многогодишните фуражни видове;
- разпространението им в естествена флора;
- изискванията им към климата и почвените условия.

Based on the results achieved at the Research-Development Institute for Grasslands Brasov as well as the collaborating research stations, a zoning of the main species of perennial grasses and forage legumes was taken into consideration informing the following aspects:

- the biological characteristics of the perennial species of forage grassland plants;
- their spread in spontaneous flora;
- their demands on climate and soil conditions.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Експериментът е проведен в Научно-изследователски институт по пасища Брашов, Румъния, със следните видове житни треви: *Dactylis glomerata, Phalaris arundinacea* и *Bromus inermis*, и бобова фуражна култура - *Medicago sativa*. Изследваните смески са двукомпонентни, състоящи се от една житна трева и една фуражна бобова култура, в където процентът на участие на житни треви се увеличава от 25% до 100%, а делът на многогодишната фуражна бобова трева представя разликата.

От геоморфологична гледна точка територията на експерименталната зона е в рамките на Източнокарпатския дял (I), Молдо-трансилванските Карпати (B), Брашовската падина (g), Bârsei Depression (1).

Територията на Научно-изследователския институт по пасища Брашов се намира в умерения континентален климат.

Съгласно класификацията на Кьопен, района на експеримента попада в подтип K на климатичен регион D.f.b.x., в който:

D = северен климат, дъждовен, със студени зими и сняг;

f = достатъчно валежи през цялата година;

b = средна температура на най-горещия месец, под 20 °C;

x = валежи в края на зимата;

K = студена зима, сухо лято, средна тем-

MATERIAL AND METHODS

In the paper is presented an experimental field, located at Research-Development Institute for Grassland Brasov, from Romania, with grass species: *Dactylis glomerata, Phalaris arundinacea* and *Bromus inermis*, and the forage legume species *Medicago sativa*. The mixtures used are simple, consisting of one grass and one forage legume, where the participation percentage of the grasses increases from 25 % to 100 %, and the proportion of the perennial forage legume representing the difference.

From the geomorphological point of view, the territory of the experimentation zone is within the Eastern Carpathians Unit (I), Moldo-Transilvanian Carpathians (B), Brasov Depression (g), Bârsei Depression (1).

The territory of the Institute of Research and Development for Grasslands Brasov is climatically within the moderate continental climate sector.

According to the Köppen classification system, the experimentation zone falls within the climatic region D.f.b.x. subtype K, in which:

D = boreal climate, rainy, with cold winters and snow;

f = sufficient rainfall throughout the year;

b = average temperature of the hottest month, below 20 °C;

x = precipitation at the end of winter;

K = cold winters, dry summers, average

пература на най-горещия месец – 18 - 22 °C.

За периода 2018-2019 г., най-ниските средни месечни температури са регистрирани през месец Декември (2018 г.) със стойност от -1.27 °C, с положително отклонение 0.40 °C от многогодишната средна стойност -1.70 °C. През месец Януари - 2019 г., тази стойност беше -2.37 °C с положително отклонение от 1.50 °C в сравнение с многогодишната средна стойност на месеца -3,90 °C (Таблица 1).

temperature of the hottest month between 18 - 22 °C.

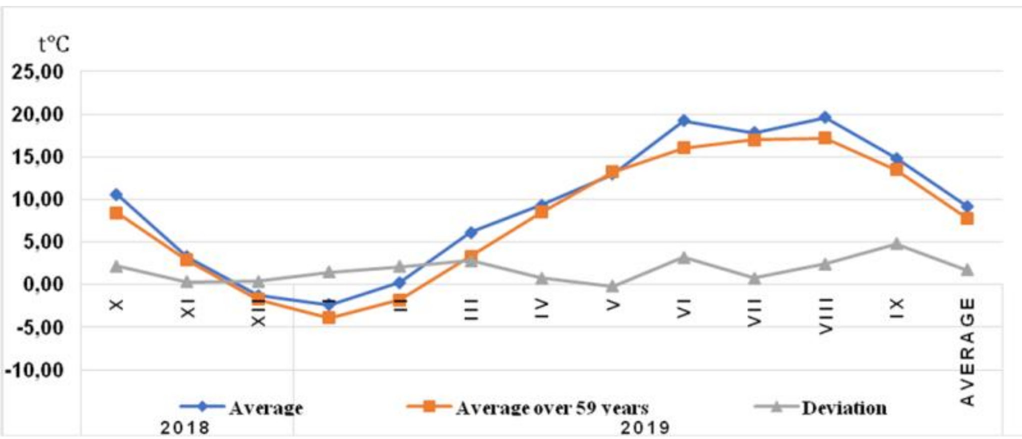
For 2018-2019 agricultural year, the lowest monthly average temperatures were recorded in December 2018 with the value of -1.27 °C, with a positive deviation of 0.4 °C from the multiannual average of -1.7 °C and in January 2019 this value was -2.37 °C with a positive deviation of 1.5 °C compared to the multiannual average of the month which was -3.9 °C (Table 1).

Таблица 1. Температурни стойности (°C) за периода 2018-2019, в ICDP Брашов
Table 1. Temperature values (°C) for the agricultural year 2018-2019, at ICDP Brasov

Година/Year	2018			2019									
Месец/Month	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Средно/Average
Средно/Average	10.6	3.23	-1.27	-2.37	0.27	6.13	9.3	13.0	19.2	17.8	19.57	14.8	9.18
Средно за 59 години Average over 59 years	8.4	2.90	-1.70	-3.90	-1.80	3.30	8.5	13.2	16.0	17.0	17.20	13.5	7.80
Отклонение/Deviation	2.2	0.30	0.40	1.50	2.10	2.80	0.8	-0.2	3.2	0.8	2.40	4.8	1.70

През месец Април е регистрирана средна температура от 14.0 °C, с положително отклонение от 5.5 °C в сравнение със средната годишна температура за месеца. През месеците Май, Юни и Юли средната регистрирана температура е 15.9 °C, 17.8 °C и 18.5 °C, с положителни отклонения от 2.7 °C, 1,8 °C и 1,5 °C съответно в сравнение с многогодишните средни стойности за съответните месеци (Фигура 1).

In April, an average temperature of 14.0 °C was recorded, with a positive deviation of 5.5 °C compared to the average annual temperature of the month. Also, in May, June and July, the average temperature recorded was 15.9 °C, 17.8 °C and 18.5 °C respectively with positive deviations of 2.7 °C, 1.8 °C and 1.5 °C respectively compared with the multiannual averages of the respective months (Figure 1).



Фиг. 1. Температурна промяна през земеделска година 2018-2019
Fig. 1. Temperature evolution during 2018-2019 agricultural year

Валежите регистрират отрицателни отклонения през по-голямата част от годината в сравнение с многогодишната средна стойност. Общото регистрирано количество валежи е 737.2 l/m^2 (Таблица 2), с отрицателно отклонение от -16,0 l/m^2 в сравнение с многогодишната средна стойност, регистрирана за период от 59 години (753.2 l/m^2).

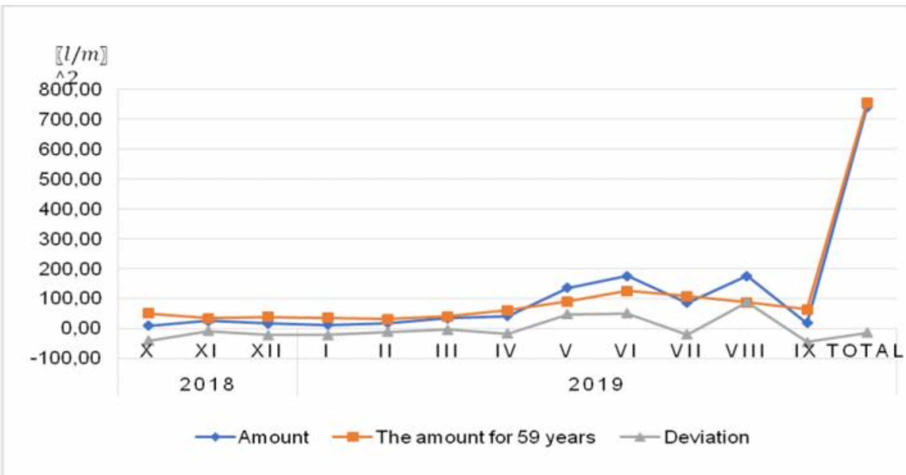
Precipitation recorded negative deviations for most of the year compared to the multiannual average. The total amount of rainfall recorded was 737.2 l/m^2 (Table 2), with a negative deviation of -16.0 l/m^2 compared to the multiannual average recorded over a 59 years period which was 753.2 l/m^2.

Таблица 2. Стойности на валежите (l/m^2) за периода 2018-2019, в ICDP Брашов
Table 2. Rainfall values (l/m^2) for the agricultural year 2018-2019, at ICDP Brasov

Година/Year	2018			2019									
Месец/Month	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Общо Total
Сума/Amount	8.6	24.2	15.1	11.8	16.7	33.4	41.2	134.4	174.9	85.3	174.6	17.0	737.2
Сума за 59 години Amount for 59 years	50.0	33.4	37.9	34.7	29.6	38.5	59.0	88.5	124.8	107.2	86.9	62.7	753.2
Отклонение Deviation	-41.4	-9.2	-22.8	-22.9	-12.9	-5.0	-17.8	45.9	50.1	-21.9	87.7	-45.7	-16.0

През 2018-2019 г. са наблюдавани значителни отклонения относно режима на падналите валежи (Фигура 2) през месеците: през месеците: Декември (валежи в размер на 32,80 l/m^2, дефицит от 5,10 l/m^2), февруари (със стойност на валежите от 20,80 l/m^2 и дефицит от 8,80 l/m^2), април (валежи в количество 10,80 l/m^2, дефицит 48,20 l/m^2), май (със стойност на валежи от 39,10 l/m^2 и дефицит от 49,40 l/m^2), август (валежи в размер на 23.20 l/m^2, дефицит 63.70 l/m^2), септември (валежи в количество 43.80 l/m^2, дефицит от 18.90 l/m^2) (Table 2).

During the agricultural year 2018-2019 there were significant deviations within the precipitation regime (Figure 2) in the months: December (rainfall in the amount of 15.1 l/m^2, deficit of 22.8 l/m^2), February (with a rainfall value of 16.7 l/m^2 and a deficit of 12.9 l/m^2), April (precipitation in the amount of 41.2 l/m^2, deficit of 17.8 l/m^2), May (with a precipitation value of 134.4 l/m^2 and a deviation of 45.9 l/m^2), August (precipitations in the amount of 174.6 l/m^2, deviation of 87.8 l/m^2), September (precipitations in quantity of 17.0 l/m^2, deficit of 45.7 l/m^2) (Table 2).



Фиг. 2. Промяна на валежите през земеделска година 2018-2019
Fig. 2. Rainfall evolution during 2018-2019 agricultural year

Опитът е представен в 3 блока с 5 варианта и 4 повторения. Вариантите на опита са:

1.1 ***Medicago sativa*** 100%
1.2 ***Medicago sativa*** 75% + ***Dactylis glomerata*** 25%
1.3 ***Medicago sativa*** 50% + ***Dactylis glomerata*** 50%
1.4 ***Medicago sativa*** 25 % + ***Dactylis glomerata*** 75 %
1.5 ***Dactylis glomerata*** 100%
2.1 ***Medicago sativa*** 100%
2.2 ***Medicago sativa*** 75 % + ***Phalaris arundinacea*** 25 %
2.3 ***Medicago sativa*** 50% + ***Phalaris arundinacea*** 50%
2.4 ***Medicago sativa*** 25 % + ***Phalaris arundinacea*** 75 %
2.5 ***Phalaris arundinacea*** 100%
3.1 ***Medicago sativa*** 100%
3.2 ***Medicago sativa*** 75% + ***Bromus inermis*** 25%
3.3 ***Medicago sativa*** 50% + ***Bromus inermis*** 50%
3.4 ***Medicago sativa*** 25% + ***Bromus inermis*** 75%
3.5 ***Bromus inermis*** 100%

Експерименталното поле е създадено през първата десетдневка на месец Септември 2018 г. с обща площ от 2000 m^2 (ширина 50 m и дължина 40 m). Всеки вариант заема 15 m², а повторенията са ограничени от пътеки с ширина 2 m.

Агротехническите мероприятия за подготовка на лехите, периода и дълбочината на сеитба, междуредието и норма на сеитба влияят качеството на сеитбената дейност (Ene and Mocanu, 2016).

Опитът включва следните дейности:

- повърхностна оран на експерименталното поле (Фигура 3а);
- подготовка на лехите с ротационна брана и с 2 перпендикулярни прохода (Фигура 3b);

The experiment is represented in 3 blocks with 5 variants and 4 replications. The following variants are included:

1.1 ***Medicago sativa*** 100 %
1.2 ***Medicago sativa*** 75 % + ***Dactylis glomerata*** 25 %
1.3 ***Medicago sativa*** 50 % + ***Dactylis glomerata*** 50 %
1.4 ***Medicago sativa*** 25 % + ***Dactylis glomerata*** 75 %
1.5 ***Dactylis glomerata*** 100 %
2.1 ***Medicago sativa*** 100 %
2.2 ***Medicago sativa*** 75 % + ***Phalaris arundinacea*** 25 %
2.3 ***Medicago sativa*** 50 % + ***Phalaris arundinacea*** 50 %
2.4 ***Medicago sativa*** 25 % + ***Phalaris arundinacea*** 75 %
2.5 ***Phalaris arundinacea*** 100 %
3.1 ***Medicago sativa*** 100 %
3.2 ***Medicago sativa*** 75 % + ***Bromus inermis*** 25 %
3.3 ***Medicago sativa*** 50 % + ***Bromus inermis*** 50 %
3.4 ***Medicago sativa*** 25 % + ***Bromus inermis*** 75 %
3.5 ***Bromus inermis*** 100 %

Establishment of the experimental field, was realized in the first decade of September 2018 and has a total area of 2000 m^2 (50 m wide and 40 m long). The surface occupied by a variant is 15 m² and the repetitions are delimited by access paths of 2 m wide.

The success of the sowing works depends on the care with the agrotechnical measures regarding the preparation of the germinating bed, the sowing time, the sowing depth, the distance and the sowing seed rate (Ene and Mocanu, 2016).

To establish the experiment, the following works were carried out:

- plowing the experimental surface (Figure 3a);
- preparing the seedbed with the rotary harrow by 2 perpendicular passes (Figure 3b);

- ограничаване и поставяне на колчета на експерименталното поле (Фигура 3c);

- сеитба на изследваните варианти (Фигура 3d) с установените норми (Таблица 3).

Анализа на хранителните вещества: Суров протеин (СП, %), Пепел (%), Сурови влакнини (СВл, %), Киселинно-детергентни влакнини (КДВ, %), Неутрални детергентни влакнини (НДВ, %), Смилаемост на сухо вещество (СмСВ, %) и Смилаемост на органични вещества (СмОВ, %), е направен с помощта на техниката за близка инфрачервена спектроскопия (NIRS).

- delimitation and picketing the experimental field (Figure 3c);

- sowing the experimental variants (Figure 3d) with the established rates (Table 3).

Analysis of nutritional parameters: Crude Protein (CP, %), Ash (%), Crude Fiber (CF, %), Acid Detergent Fiber (ADF, %), Neutral Detergent Fiber (NDF %), dry matter digestibility (DMD %) and organic matter digestibility (OMD %), was performed using the Near Infrared Spectroscopy (NIRS) technique.

a.

b.

c.

d.

Фиг. 3. Аспекти от експерименталното поле:
a-култивиране на почва с лека дискова брана; b-подготовка на лехи с въртяща брана; c-поставяне на колчета на опита; d-ръчно засяване в редове.

Fig. 3. Aspects from experimental field:
a-soil cultivation with lightweight disc harrow; b-seedbed preparing with rotary harrow; c-picketing of the experiment; d-manualy sowing in rows.

Таблица 3. Създаване на смесени тревостои от житни и бобови многогодишни треви

Table 3. Establishing mixtures of grasses and perennial legumes of grassland

Опитен вариант Variant of the experiment	Сеитбена норма Sowing seed rate (kg/ha)	Опитен вариант Variant of the experiment	Сеитбена норма Sowing seed rate (kg/ha)	Опитен вариант Variant of the experiment	Сеитбена норма Sowing seed rate (kg/ha)
1.1	25	2.1	25	3.1	25
1.2	28	2.2	25	3.2	32
1.3	30	2.3	25	3.3	38
1.4	32	2.4	25	3.4	44
1.5	35	2.5	25	3.5	50

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Оптималния период за прибиране на многогодишните ливадни треви е фазата на технологична зрялост, а при многогодишните бобови растения е фазата на цъфтежа. Това е периода, в който растенията натрупват максимално количество хранителни вещества, но не достигат своята максимална продуктивност.

След тази фаза, култури се събират чрез косене в рамките на 5-6 седмици от първата коситба, в зависимост от метеорологичните условия.

През 2019 г. са проведени 3 периода на прибиране на фуражната маса във фенофаза изкласяване за многогодишните ливадни треви с преобладаващ процент в смеската. Поради климатичните условия интервалът между реколтите е приблизително 60 дни.

В Таблици 4, 5 и 6 са посочени стойностите на количеството сухо вещество при изследваните смесени тревостои съответно в първи, втори и трети откос през 2019 г. Наблюдава се, че поради неблагоприятните климатични условия производството от цикъл 1 е относително по-ниско, отколкото в цикъл 2.

При първи откос (Таблица 4), се наблюдава, че смесен тревостой 3.3 (*Medicago sativa* 50 % + *Bromus inermis* 50 %), 3.4 (*Medicago sativa* 25 % + *Bromus inermis* 75 %) и 3.5 (*Bromus inermis* 100 %) има най-висока продуктивност, съответно 12.64, 12.93 и 12.81 t/ha Сухо вещество.

При втори откос (Таблица 5), се наблюдава, че смесен тревостой 1.4 (*Medicago sativa* 25 % + *Dactylis glomerata* 75 %), 2.4 (*Medicago sativa* 25

RESULTS AND DISCUSSION

The optimum period for harvesting perennial grasses is the ripening phase, and for perennial legumes is the flowering phase. Within this range a maximum quantity of nutrients is obtained, but which does not correspond to the moment when the maximum feed production is achieved.

After this phase, the following crops are harvested by mowing within a range of 5-6 weeks from the first mowing, depending on the weather conditions.

During the year 2019 there were 3 cycles of harvesting in the phenophase of earing the perennial grasses with the majority percentage of the mixture. Due to the climatic conditions, the interval between harvests was approximately 60 days.

Dry matter quantities on the mixtures under observation, are shown in Table 4, 5 and respectively 6 for cycle 1, 2 and respectively 3 cuttings of 2019. It is observed that, due to the adverse climatic conditions, the production from cycle 1 is relative lower than in cycle 2.

At first cut (Table 4), it can see that mixture 3.3 (*Medicago sativa* 50 % + *Bromus inermis* 50 %), 3.4 (*Medicago sativa* 25 % + *Bromus inermis* 75 %) and 3.5 (*Bromus inermis* 100 %) had the highest production, respectively 12.64, 12.93 and 12.81 t/ha Dry matter.

At second cut (Table 5), it can see that mixture 1.4 (*Medicago sativa* 25 % + *Dactylis glomerata* 75 %), 2.4 (*Medicago sativa* 25 % + *Phalaris arundinacea* 75 %)

% + *Phalaris arundinacea* 75 %) и 2.5 (*Phalaris arundinacea* 100 %) има най-висока про-дуктивност, съответно 5.10, 5.47 и 5.95 t/ha Сухо вещество.

При трети откос (Таблица 6), се наблюдава, че смесен тревостой 1.1 (*Medicago sativa* 100 %), 1.2 (*Medicago sativa* 75 % + *Dactylis glomerata* 25 %) и 1.3 (*Medicago sativa* 50 % + *Dactylis glomerata* 50 %) има най-висока продук-тивност, съответно 1.16, 1.10 и 1.19 t/ha Сухо вещество.

and 2.5 (*Phalaris arundinacea* 100 %) had the highest production, respectively 5.10, 5.47 and 5.95 t/ha Dry matter.

At third cut (Table 6), it can see that mixture 1.1 (*Medicago sativa* 100 %), 1.2 (*Medicago sativa* 75 % + *Dactylis glomerata* 25 %) and 1.3 (*Medicago sativa* 50 % + *Dactylis glomerata* 50 %) had the highest production, respectively 1.16, 1.10 and 1.19 t/ha Dry matter.

Таблица 4. Сухо вещество (t/ha) в смесени тревостои от житни и бобови ливадни треви (първи откос през 2019 г.)
Table 4. Dry matter (t/ha) at first cutting in 2019 for observed mixture

Вариант/Variant	**1.1**	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**1.5**
RI	4.19	4.47	4.66	6.86	5.00
RII	3.44	3.73	2.29	8.54	4.44
RIII	5.53	6.75	1.72	5.24	4.44
RIV	4.53	4.23	4.69	5.81	5.98
Средно/Average	4.42	4.80	3.34	6.61	4.96
Вариант/Variant	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**
RI	4.36	5.00	5.64	5.63	5.96
RII	4.97	3.77	5.72	8.01	3.74
RIII	5.34	5.43	5.99	5.28	6.98
RIV	4.78	6.69	4.66	6.08	5.10
Средно/Average	4.86	5.22	5.50	6.25	5.44
Вариант/Variant	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**3.5**
RI	5.19	9.36	15.25	12.59	16.38
RII	3.65	14.08	9.78	10.41	12.18
RIII	4.70	12.13	11.96	11.58	10.89
RIV	5.70	9.16	13.58	17.16	11.78
Средно/Average	4.81	11.18	12.64	12.93	12.81

Таблица 5. Сухо вещество (t/ha) в смесени тревостои от житни и бобови ливадни треви (втори откос през 2019 г.)
Table 5. Dry matter (t/ha) at second cutting in 2019 for observed mixture

Вариант/Variant	**1.1**	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**1.5**
RI	4.64	4.73	4.37	5.06	4.64
RII	4.03	3.72	4.05	5.16	4.37
RIII	4.49	5.18	5.47	5.72	4.59
RIV	4.54	5.26	5.30	4.45	5.20
Средно/Average	4.42	4.72	4.80	5.10	4.70
Вариант/Variant	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**
RI	3.90	4.47	4.64	5.87	5.94
RII	4.14	4.98	5.03	6.56	5.81
RIII	3.84	4.52	5.18	4.67	7.25
RIV	3.85	3.75	4.35	4.79	4.81
Средно/Average	3.93	4.43	4.80	5.47	5.95
Вариант/Variant	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**3.5**
RI	2.94	3.75	3.58	4.10	3.70
RII	4.79	4.25	2.32	4.09	2.39
RIII	4.59	3.24	3.82	4.68	3.69
RIV	4.68	2.63	2.70	4.28	3.72
Средно/Average	4.25	3.47	3.10	4.28	3.37

Таблица 6. Сухо вещество (t/ha) в смесени тревостои от житни и бобови ливадни треви (трети откос през 2019 г.)

Table 6. Dry matter (t/ha) at third cutting in 2019 for observed mixture

Вариант/Variant	**1.1**	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**1.5**
RI	1.22	1.30	1.27	0.97	0.36
RII	1.25	1.08	1.08	1.40	0.59
RIII	1.04	1.14	1.01	1.08	0.64
RIV	1.12	0.89	1.40	0.61	0.59
Средно/Average	1.16	1.10	1.19	1.02	0.54
Вариант/Variant	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**
RI	0.92	0.97	0.98	1.08	0.62
RII	0.90	0.91	0.88	1.12	0.81
RIII	1.11	1.33	1.28	1.12	1.09
RIV	0.91	0.66	0.87	0.73	0.49
Средно/Average	0.96	0.97	1.00	1.01	0.75
Вариант/Variant	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**3.5**
RI	1.06	0.90	0.50	0.63	0.37
RII	0.92	0.95	0.36	0.48	0.39
RIII	0.84	0.61	0.46	0.46	0.30
RIV	1.30	0.50	0.58	0.40	0.50
Средно/Average	1.03	0.74	0.48	0.49	0.39

В Таблица 7 са посочени някои показатели относно качеството на фуража от вариантите на смеските с *Dactylis glomerata* в първи откос на 2019 г.

Table 7 shows some elements regarding the quality of the forages from the experimental field, for all variants mixture with *Dactylis glomerata*, at first cutting in 2019.

Таблица 7. Стойности на някои показатели относно качеството на смесени тревостои с *Dactylis glomerata* (% СВ)

Table 7. Values of some elements regarding the quality of the forages, mixture with *Dactylis glomerata* (% DM)

Вариант/Variant	СП/CP	Пепел/Ash	СВл/CF	КДВ/ADF	КДЛ/ADL	НДВ/NDF	СмСВ/DMD	СмОВ/OMD
100%Ms	15.7	8.4	33.9	36.3	4.9	54.2	53.4	54.4
75%Ms+25%Dg	14.5	8.1	34.5	37.7	4.8	59.2	56.4	52.5
50%Ms+50%Dg	13.8	8.9	34.9	37.2	4.0	56.2	61.0	57.0
25%Ms+75%Dg	13.0	7.5	35.2	37.9	4.1	59.9	53.2	57.5
100%Dg	10.7	8.6	37.0	38.6	3.5	60.8	59.8	57.4

Ms-*Medicago sativa*; Dg-*Dactylis glomerata*

За вариант 1.5 (*Dactylis glomerata* 100%), стойността на СП е най-ниска (10.7%). С най-високо съдържание на суров протеин е тревостоя със само-стоятелно участие на *Medicago sativa* - 100% (1.1). Влиянието на фуражната бобова трева в смеската от вариант 1.2 (*Medicago sativa* 75% + *Dactylis glomerata* 25%), влияе високата стой-ност относно съдържанието на суров

For the variant 1.5 *Dactylis glomerata* 100%, the value of the CP was 10.7 %, this being the lowest value, the highest content having the variant 1.1 (*Medicago sativa* 100 %). It is also observed the influence induced by the forage legume in the mixture of variant 1.2 (*Medicago sativa* 75 % + *Dactylis glomerata* 25 %), the value of the crude protein content being high (14.5 %).

протеин (14.5%). В смеските с по-ниско процентно участие (25% и 50%) на *Medicago sativa*съдържанието на суров протеин е съответно 13.0% (вариант 1.4) и 13.8% (вариант 1.3). Съдържанието на Пепелта варира от 7,5% до 8.9% анализираните варианти. По отношение съдържанието на СВл стойностите варират от 33.9% (*Medicago sativa* - 100%) до 37.0% (*Dactylis glomerata* 100%). Останалите варианти регистрират стойности между 33.9% и 35.2%. Най-ниска стойност (36.3 %) на КДВ е вариант 1.1 (*Medicago sativa* 100%), а с най-висока (38.6%) вариант 1.5 (100% *Dactylis glomerata*). Стойностите на КДЛ са близки и варират, от 4,1% до 4,9%. Изключение прави вариант 1.5 (*Dactylis glomerata* 100%), където стойността на показателя е 3,5%. Съдържанието на НДВ най-ниско (54.2%) във вариант 1.1 (*Medicago sativa* 100%). Най-високо влакниннни са смеските с *Medicago sativa* 25 % + *Dactylis glomerata* 75 % (59.9%) и самостоятелните тревостои с *Dactylis glomerata* 100% (60,8%). Стойностите на показателите СмСВ и СмОВ варират съответно от 53. 2% (*Medicago sativa* 25 % + *Dactylis glomerata* 75 %) до 61.0% (*Medicago sativa* 50% + *Dactylis glomerata* 50%) и от 52,5% (*Medicago sativa* 75% + *Dactylis glomerata* 25%) до 57,5% (*Medicago sativa* 25 % + *Dactylis glomerata* 75 %).

В Таблица 8 са посочени качествените показатели на фуражите от вариантите на смеските с *Phalaris arundinacea* (първи откос) за 2019 г.

Others two mixtures with the proportion of 25 % and 50 % *Medicago sativa* had relatively close contents 13.0 % for variant 1.4, respectively 13.8 % for variant 1.3.

The content in CA was between 7.5 % and 8.9 % in all the analyzed variants. In terms of CF content, the values ranged from 33.9 % to 37.0 %.

The highest value was within variant 1.5 (*Dactylis glomerata* 100 %), other variants registering values between 33.9 % and 35.2 %. The lowest value content in ADF was 36.3 % for variant 1.1 (*Medicago sativa* 100 %) and 38.6 % for variant 1.5 (100 % *Dactylis glomerata*).

The values of ADL content were relatively uniform, ranging from 4.1 % to 4.9 %, the exception being the variant 1.5 (*Dactylis glomerata* 100 %) with the lowest value of 3.5 %.

The content in NDF was 54.2 % and respectively 56.2 % for variant 1.1 and respectively variant 1.3.

The variants 1.4 and 1.5, had higher values. The DMD had values ranging from 53.4 % to 61.0 %. Values between 54.4% and 57.7% were recorded for the OMD.

Table 8 shows some elements regarding the quality of the forages from the experimental field, for all variants mixture with *Phalaris arundinacea*, at first cutting in 2019.

Таблица 8. Стойности на някои показатели относно качеството на смесени тревостои с *Phalaris arundinacea* (% СВ)

Table 8. Values of some elements regarding the quality of the forages, mixture with *Phalaris arundinacea* (% DM)

Вариант/Variant	СП/CP	Пепел/Ash	СВл/CF	КДВ/ADF	КДЛ/ADL	НДВ/NDF	СмСВ/DMD	СмОВ/OMD,
100%Ms	13.0	8.1	38.9	39.8	5.5	60.4	52.3	47.6
75%Ms+25%Pha	12.3	8.2	37.1	38.8	4.8	61.6	52.8	49.0
50%Ms+50%Pha	12.1	8.0	38.7	39.7	4.8	63.8	50.3	46.0
25%Ms+75%Pha	12.8	8.3	37.3	39.0	4.7	61.6	54.2	50.0
100%Pha	12.7	8.9	39.4	39.9	4.1	65.2	50.1	47.0

Ms-*Medicago sativa*; Pha- *Phalaris arundinacea*

С най-високо съдържание (13,0%) на суров протеин е вариант 2.1 (*Medicago sativa* 100%). В останалите смески стойностите на СП, варират от 12,1 до 12,8%. Хомогенните стойности също имат съдържание на Пепел, което е около 8%. С най-високо (39,9%) съдържание на СВл е вариант 2.5 (*Phalaris arundinacea* 100%), а най-ниско (37,1%) вариант 2.2 (*Medicago sativa* 75% + *Phalaris arundinacea* 25%). Тревостоя с *Phalaris arundinacea* 100%е с най-високо (39,9%) съдържание на КДВ. Стойностите на КДЛ варират от 4,1 и 4,8% за анализираните варианти. Изключение прави вариант 2.1 (*Medicago sativa* 100%), където стой-ността 5,5%. Съдържанието на НДВ варира от 60.4% (*Medicago sativa* 100%) до 65,2% (*Phalaris arundinacea* 100%).

В Таблица 9 са посочени качествените показатели на фуража от вариантите със смеските на *Bromus inermis* (първи откос) за 2019 г.

The highest value of the crude protein content was 13.0 % registered at 2.1 variant (*Medicago sativa* 100 %). The other mixtures had very close CP values, ranging from 12.1 to 12.8 %. Homogeneous values also had the CA content, which is about 8 %. The highest value of the CF content was at variant 2.5 (*Phalaris arundinacea* 100 %) and the lowest value was 2.2 variant (*Medicago sativa* 75 % + *Phalaris arundinacea* 25 %). The variant 2.5 (*Phalaris arundinacea* 100 %) with the highest ADF content is noted. The ADL values are between 4.1 and 4.8 % for all the analyzed variants, except for the 2.1 variant (*Medicago sativa* 100 %) with a higher value (5.5 %). NDF has values between 60.4 % and 63.8 % in all variants, a higher value is observed in the variant 2.5 (*Phalaris arundinacea* 100 %).

Table 9 shows some elements regarding the quality of the forages from the experimental field, for all variants mixture with *Bromus inermis*, at first cutting in 2019.

Таблица 9. Стойности на някои показатели относно качеството смесени тревостои с *Bromus inermis* (% СВ)
Table 9. Values of some elements regarding the quality of the forages, mixture with *Bromus inermis* (% DM)

Вариант/Variant	СП/CP	Пепел/Ash	СВл/CF	КДВ/ADF	КДЛ/ADL	НДВ/NDF	СмСВ/DMD	СмОВ/OMD
100%Ms	13.6	8.2	36.3	38.7	3.2	59.0	60.5	49.8
75%Ms+25%Bri	9.7	8.6	38.9	43.0	4.5	69.5	55.5	45.0
50%Ms+50%Bri	9.0	7.2	39.0	43.0	4.2	69.0	53.6	44.7
25%Ms+75%Bri	9.4	8.0	39.4	42.7	4.3	69.1	54.2	45.7
100%Bi	8.0	6.7	39.3	42.4	4.2	68.8	50.1	47.0

Ms-*Medicago sativa*; Bri-*Bromus inermis*

Съдържанието на СП във вариантите на смеските варира от 8,0% (*Bromus inermis* 100%) до 13,6% (*Medicago sativa* 100%). При варианти 3.4 (*Medicago sativa* 25% + *Bromus inermis* 75%) и 3.2 (*Medicago sativa* 75% + *Bromus inermis* 25%), разликата в стой-ностите на на протеин е минимална (0,3%). Вариант 3.3 (*Medicago sativa* 50% + *Bromus inermis* 50%), е с по-ниска (9,0%) стойност на показателя спрямо предходните варианти. Разлика от 5% се наблюдава между вариант 3.1

Regarding the content in CP, the values for the 5 variants of mixtures ranged from 8.0 % to 13.6 %. The highest value 13.6 % was recorded in the variant 3.1 (*Medicago sativa* 100 %), and the lowest value 8.0 % in the variant 3.5 (*Bromus inermis* 100 %). At variants 3.4 (*Medicago sativa* 25 % + *Bromus inermis* 75 %) and respectively 3.2 (*Medicago sativa* 75 % + *Bromus inermis* 25 %), the value of the protein content was close (9.4 respectively 9.7 %), while in the variant 3.3 (*Medicago sativa* 50 % + *Bromus*

(*Medicago sativa* 100%) и вариант 3.5 (*Bromus inermis* 100%). Вариант 3.5 (*Bromus inermis* 100%) е с най-ниско съдържание на минерални вещества (6.7%). С най-висока стойност на показателя са вариантите 3.2 (*Medicago sativa* 75% + *Bromus inermis* 25% - 8,0%) и 3.4(*Medicago sativa* 25% + *Bromus inermis* 75% - 8,6%). Вариант 3.3 (*Medicago sativa* 50% + *Bromus inermis* 50%), е със 7,2%-но съдържание на минерални вещесва в сухото вещество. съдържание от 7,2%. Съдържанието на СВл варира от 36,3% (*Medicago sativa* 100%) до 39,4% (*Medicago sativa* 25% + *Bromus inermis* 75%). Процентното съдържание на КДВ е е между 42,4% и 43,0% за всички смески на *Medicago sativa* и *Bromus inermis*. С най-ниска стойност на показателя е вариант 3.1 (*Medicago sativa* 100%). Стойностите на КДЛ са между 3,2% и 4,5% във всички варианти. СмСВ е 60,5% за вариант 3.1 (*Medicago sativa* 100%), като останалите варианти имат стойности между 50,1% и 55,5%. Съдържанието на НДВ за всички варианти на смески е между 68,8% и 69,5%. Изключение прави вариант 3.1 (*Medicago sativa* 100%), който е има най-ниско съдържание на неутрално детергентни влакнини (59,0%). Стойностите относно СмОВ варират от 44,7% до 49,8% за житно-бобовите смески с *Bromus inermis*.

inermis 50 %), the value was slightly lower (9.0 %). A difference of about 5 % is observed between 3.1 variant (*Medicago sativa* 100 %) and 3.5 variant (*Bromus inermis* 100 %). In the case of mineral elements (CA), the lowest value (6.7 %), having a variant 3.5 (*Bromus inermis* 100 %), while the variants 3.2 and 3.4 having higher values, 8.0 % and respectively 8.6 %. The variant 3.3 (*Medicago sativa* 50 % + *Bromus inermis* 50 %), has a content of 7.2 %. The CF content had values between 36.3 % and 39.3 %. The lowest value 36.3 % was registered at variant 3.1 (*Medicago sativa* 100 %), the other variants having quite close values, between 38.9 % and 39.4 %. The ADF had values between 42.4 % and 43.0 % for all mixtures of *Medicago sativa* and *Bromus inermis*. The lowest value 38.7 % was recorded in the variant 3.1 (*Medicago sativa* 100 %). The values of ADL content were between 3.2 % and 4.5 % in all variants. The DMD was 60.5 % for the 3.1 variant (*Medicago sativa* 100 %), the other variants having values between 50.1 % and 55.5 %. The content of NDF, had for all mixture variants values between 68.8 % and 69.5 %, except for the variant 3.1 (*Medicago sativa* 100 %), which had the lowest content of 59.0 %. The values of OMD were between 44.7 % and 49.8 % for all 5 mix variants.

ИЗВОДИ

Използваните смески са двукомпонентни, състоящи се от една житна трева и една фуражна бобова култура, в която процентът на участие на житни треви се увеличава от 25% до 100%, а делът на многогодишната фуражна бобова трева представя разликата.

Въз основа на химичният анализ се установи, че смески от многогодишни житни и бобови култури с най-високо качество, могат да се използват при различни местни условия.

Целта на използването на двукомпонентните смески е да се получи

CONCLUSIONS

The mixtures used are simple, consisting of one grass and one forage legume, in which the participation percentage of the grasses increases from 25 % to 100 %, and the proportion of the perennial forage legume representing the difference.

Based on the chemical analysis, the mixtures of perennial grasses and legumes that are of superior quality are established and can be used in different stationary area conditions.

The aim of using these simple mixtures is that to obtain fodder with high фураж с високи хранителни качества и голяма продуктивност в условията на климатични промени.

Експериментите трябва да продължат за период от няколко години, през който ще се наблюдава влиянието на климатичните промени, характеризиращи се с екстремни явления, за да се проследи устойчивостта на стрес на изследваните видове.

nutritional qualities and a high production, under conditions of climate change.

The experiments have to be continued for a period of several years, in which the influence of climate change characterized by extreme phenomena will take place, following the stress resistance of the studied species.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ene, T. A. and V. Mocanu**, 2016. Production, Conditioning and Storage of Perennial Grass and Legume Seeds of Grasslands - Technologies, Equipment and Installations. Capo-Lavoro Publishing House, Brașov (Ro).
2. **Moga, I. and M. Schitea**, 2005 Modern Technologies for Seed Production in Fodder Plants. Ceres Publishing House, Bucharest (Ro).
3. **Schitea, M.**, 2002. Priorities for Scientific Research in Field Crops. Ceres Publishing House, Bucharest (Ro).
4. **Schitea, M.**, 2010. Results in the Improvement of the Alfalfa at INCDA Fundulea in the 2000-2009 period. *Annals of INCDA Fundulea*, LXXVIII (2), 63-78 (Ro).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (6), 121-138 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Оценка на вариабилността и фенотипните корелации между важни агрономически и морфологични признаци при full-sibs потомства люцерна

Диана Маринова

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

Assessment of variability and phenotypic correlations between important agronomic and morphological traits in full-sibs alfalfa progenies

Diana Marinova

Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik", 7007, Rousse, Bulgaria
E-mail: diana27hm@abv.bg

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Проучването е извършено през периода 2010-2013 г. в опитното поле в Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик” - Русе. В проучването са включени 9 поликросни потомства (HS/08-L, HS/08-A, HS/08-M, HS/08-X, HS/08-R, HS/08-S, HS/08-B, HS/08-V, HS/08-W) на елитни растения люцерна с местен произход. Потомствата са създадени чрез ограничено-свободно опрашване в поликросен питомник. Целта на изследването е да се оцени фенотипната вариабилност на основни морфологични и стопански признаци и връзките между тях при избраните потомства като източник на материал за селекционните програми. Полският опит е изведен по блоковия метод в четири повторения. Люцерната е отглеждана при неполивни условия, а зелената маса е прибирана във фаза начало на цъфтеж. Количествените признаци добив суха маса, височина на растенията и темп на подрастване след

SUMMARY

The study was carried out at the experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik", Rousse from 2014 to 2018. Nine polycross progenies (HS/08-L, HS/08-A, HS/08-M, HS/08-X, HS/08-R, HS/08-S, HS/08-B, HS/08-V, HS/08-W) of elite alfalfa plants whit native origin were included in the study. The progenies were created by free-limited pollination in polycross nursery. The aim of study was to evaluate phenotipic variability of main morphological and agronomical traits and the relationships among them at the selected alfalfa progenies as a source of the material for breeding programs.

The field experiment in a randomized block design in four replications was performed. The alfalfa was grown without irrigation and the green mass in early flowering stage was harvested. The quantitative traits: dry matter yield, plants height and growth rate after cutting were коситба са повлияни в значителна степен от връзката генетичен фактор↔околната среда и варират в по-широки граници през годините на проучването, отколкото между потомствата.

За четиригодишния период съдържанието на суров протеин (от CV = 1,39% до CV = 8,79%) е с най-слаба фенотипна вариабилност, а добивът на суха маса (от CV = 44,14% до CV = 50,94%) с най-висока. Установена е силна положителна връзка на добив суха маса с признаците: височина на растенията (r = 0,788) и темп на подрастване (r = 0,824). Коефициентите на корелация показват слаба отрицателна връзка на суровия протеин с добив суха маса (r =–0,288) и силно отрицателна с височината на растенията (r = –0,546) и темпа на подрастване (r = –0,685). Установено е, че височина на растенията е силно положително свързана с темпа на подрастване (r = 0,924), както и тенденция корелацията да бъде по-силна от тази на добива с темпа на подрастване и височината на растенията.

Ключови думи: люцерна, потомства, добив, суров протеин, вариабилност, корелации

significantly influenced by the genetic factor↔environmental relationship and varied more widely during the study years than between progenies.

For the four-year period, the lowest phenotypic variability was determined for crude protein content (from CV = 1,39% to CV = 8,79%), and the highest one for dry matter yield (from CV = 44,14% to CV = 50,94%). A strong positive relationship between dry mass yield and plants height (r = 0,788) and regrowth rate (r = 0,824) was found.

The correlation coefficients shown a weak negative relationship of crude protein with dry matter yield (r= –0,288) and strong negative with plants height (r = –0,546) and regrowth rate after cutting (r = –0,685). It was found the plants height was strongly positively associated to regrowth rate (r = 0,924), as well as a tendency the correlation be stronger than this one of yield with the regrowth rate and plants height.

Key words: alfalfa, progenies, plants height, yield, variability, correlations

УВОД

Люцерната е алогамен вид, принадлежащ към род *Medicago*, семейство *Fabaceae* и най-широко отглежданата многогодишна бобова фуражна култура. Като културно растение у нас се отглежда главно обикновената или синя люцерна *(Medicago sativa* ssp. *sativa*), автотетраплоид с 2n = 4x = 32.

Стопанското значение на люцерната се основава на нейния висок потенциал за производство на биомаса и осигуряването на най-евтиния източник на богат на протеини фураж, с отличен аминокиселинен състав и висока усвояемост за животновъдството (Radović et al., 2009). Люцерновият фураж е богат на жизненоважни витамини и микроелементи, необходими за нормалния растеж и развитие на животни-

INTRODUCTION

Alfalfa is allogamous species of Medicago genus, Fabaceae family and it is the most widely grown perennial legume forage crop in the world. The common or blue alfalfa *(Medicago sativa* ssp. *sativa*), autotetraploid with 2n = 4x = 32 is primarily grown in our country.

The agronomic importance of alfalfa is based on its high potential for biomass production and the insurance of the cheapest source of protein rich forage of excellent amino acid composition and high digestibility animal husbandry (Radović et al., 2009).

The alfalfa forage is rich with vitally important vitamins and microelements necessary for the normal growth and те (Marković et al., 2007). Люцерната е основният компонент в програмите за хранене на млечни и месодайни говеда, коне, овце, птици и други. Многогодишната природа, високодобивен капацитет, добра адаптивност към широк спектър от екологични условия и благоприятно въздействие върху околната среда повишават значимостта на люцерната и благоприятстват включването и в производството на редица ценни индустриални материали (биогориво), използването и относно фитовъзстановяване на замърсени почви и дори включване в менюто на хората (Sanderson and Adler, 2008).

През годините, селекционните програми при люцерната, са фокусирани главно върху повишаване на добива и свързаните с него стопански характеристики, подобряване на хранителната стойност на фуража и толерантност към абиотичен и биотичен стрес (Tucak et al., 2014).

В световен мащаб създадените сортовете люцерна се различават по продуктивен потенциал, качество на фуража, сухоустойчивост, както при оптимални, така и при лимитиращи условия на средата (Annicchiarico et al., 2010; Kertikova, 2014). Вариабилността на важни характеристики при люцерната често се използва в селекционните програми за създаване на сортове с висока фуражна продуктивност и по-добро качество (Monirifar and Abdollahi, 2014). При люцерната е регистрирана висока вариабилност за много морфологични и стопански важни признаци (Mikic et al., 2005). Освен вариабилност между сортовете, е установено значително вариране на признаците сред индивидуалните растения в рамките на сортовете/синтетичните популации (Julier et al., 2000; Annicchiarico, 2006). Фенотипната експресия на вариабилността на сложни признаци като добив и качество на фуража се обуславя, както от генетични ефекти, така и от ефекти на взаимодействието генотип↔околната

development of animals (Marković et al., 2007). Alfalfa is the basic component in the feeding program for dairy and beef cattle, horses, sheep, birds and other animals.

The perennial nature, high yield capacity, good adaptability to a wide range of ecological conditions and beneficial environmental impact increase the importance of alfalfa and favor its inclusion in the production of a number valuable industrial materials (biofuel), its use for phyto-recovery of polluted soils and furthermore including in the menu of the people (Sanderson and Adler, 2008).

Over the years the alfalfa breeding programs are mainly focused on yield increasing, enhancing forage nutritive value and tolerance to abiotic/biotic stresses improving (Tucak et al., 2014).

Worldwide the created alfalfa varieties differ in productive potential, forage quality, drought resistance, both in optimal and limiting conditions of the environment (Annicchiarico et al., 2010; Kertikova, 2014).

The agronomic and morphological traits variability in alfalfa are frequently used in breeding programs for developing varieties with a high forage productivity and better quality (Monirifar and Abdollahi, 2014).

There was reported high variability for many morphological and important agronomic traits in alfalfa (Mikic et al., 2005). Besides the traits variability among varieties there was established significant variability among individual plants within varieties/synthetic populations (Julier et al., 2000; Annicchiarico, 2006). The variability phenotypic expression of complex traits such as yield and forage quality is determined by both genetic effects and genotype↔environment interaction effects (Anderson et al., 1974;

среда (Anderson et al., 1974; Babinec and Mikolaskova, 1992; Milic et al., 2010). Според Churkova et al. (2016), в селекцията за фуражно качество на бобовите треви е важно да се проучи изменчивостта под влияние на генотипния фактор в конкретен район и режим на отглеждане и използване.

Височината на растението е една от най-обещаващите характеристики за отбор на генотипове люцерна с поголямо количество биомаса, независимо от условията на отглеждане (стрес при засушаване или поливен режим), тъй като фенотипната корелация с добива показва висок пряк ефект върху продуктивния потенциал (Santos et al., 2020). Съпоставим резултат е докладван от Tucak et al. (2008), които подчертават значението на височината на растението като важен критерий при избора на най-добрите генотипове в ранен етап на отбор. В редица публикации се съобщава, че важен критерии при оценката и отбора на генотипове люцерна е бързият темп на подрастване след прибиране (Kertikova et al., 2003; Brummer, 2008; Basafa and Taherian, 2009). Според Johnson et al. (1994), признаците влияещи върху добива и качеството на фуража, могат пряко или косвено да си влияят взаимно и за целите на селекционните програми те трябва да бъдат обект на проучване. Ibrahim et al. (2014), също смятат, че определяне на величината на вариабилността и степента на връзката между различните признаци е важно за да се осигури база за ефективена селекция.

Целта на изследването е да се оцени фенотипната вариабилност на основни морфологични и стопански признаци и връзките между тях при избрани поликросни потомства люцерна като източник на материал за селекционните програми.

Babinec and Mikolaskova, 1992; Milic et al., 2010). According to Churkova et al. (2016) in the breeding for forage quality of legumes it is important to study the variability under the genotypic factor influence in a specific region and regime of growing and use.

Regardless of growing conditions (drought stress or irrigation regime) plants height is one of the most promising traits for alfalfa genotypes selection with higher biomass quantity since by its phenotypic correlation it showed a high direct effect on the productive potential (Santos et al., 2020). A same result was reported by Tucak et al. (2008), who emphasized the meaning of plant height as an important criterion for the best genotypes choice at an early stage of selection.

In a number of publications was reported the rapid growth rate after harvest is an important criterion in the evaluation and selection of alfalfa genotypes (Kertikova et al., 2003; Brummer, 2008; Basafa and Taherian, 2009).

According to Johnson et al. (1994) the traits effecting forage yield and quality may interact directly or indirectly and should be studied for the purposes of breeding programs.

Ibrahim et al. (2014) also consider understanding the magnitude of the variability and the degree of the association between the different traits is important to provide a base for effective breeding.

The aim of study was to evaluate phenotipic variability of main morphological and agronomical traits and the relationships among them at selected alfalfa polycross progenies as a source of the material for breeding programs.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е извършено през периода 2010-2013 г. в опитното поле в Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - Русе. Институтът е разположен на 43°48ˡ северна ширина и 26°02ˡ източна дължина в северния климатичен район на Дунавската хълмиста равнина. Надморската височина е 152 m.Типът на почвата е основно излужен и подзолиран чернозем, разположен върху пясъчна глина. Съдържанието на хумус е ниско и варира от 2,03% до 2,17% (за слоя от 0 до 40 cm). Реакцията на почвата е слабо кисела (pH - от 5,84 до 5,94). Районът е с относително ниска почвена водопропускливост и задоволителна водозадържаща способност, което се определя от уплътнения преходен хоризонт. Климатът е със силно изразен континентален характер.

В проучването са включени 9 поликросни потомства (HS/08-L, HS/08-A, HS/08-M, HS/08-X, HS/08-R, HS/08-S, HS/08-B, HS/08-V, HS/08-W) на елитни растения люцерна с местен произход. Елитите са отбрани на база фенотипна изява на основни количествени и качествени характеристики (продуктивност на фураж, признаци свързани с добива, съдържание на суров протеин, хабитус и облистеност. Потомствата са създадени чрез ограничено-свободно опрашване в поликросен питомник.

Полският опит е изведен по блоковия метод в четири повторения с 10 m^2 отчетна парцелка. Сеитбата е извършена на 17.03., със сеитбена норма 2,5 kg da^{-1} и междуредово растояние 12,5 cm. Люцерната е отглеждана при неполивни условия, а зелената маса е прибирана във фаза начало на цъфтеж. За периода на проучване са реколтирани общо 13 откоса, както следва: 2010 г. – два откоса, 2011 г. и 2012 г. - по четири откоса, а през 2013 г. – три откоса.

Определяни са стопанските ха-

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out from 2010 to 2013 in the experimental field at the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" - Ruse. The institute is located at 43°48ˡ N latitude and 26°02ˡ E longitude in the northern climatic region of the Danube hilly plain.

The altitude is 152 m. The soil type is mainly leached and podzolic chernozem, located on sandy clay. The humus content is low and ranged from 2,03% to 2,17% (for the layer from 0 to 40 cm). The soil reaction is slightly acid (pH - from 5,84 to 5,94). The region has relatively low soil water permeability and satisfactory water preservation capacity, which is determined by the compacted transition horizon. The climate of the region has strong continental character.

Nine polycross progenies (HS/08-L, HS/08-A, HS/08-M, HS/08-X, HS/08-R, HS/08-S, HS/08-B, HS/08-V, HS/08-W) of elite alfalfa plants whit native origin were included in the study. The elites were selected on the basis phenotypic expression of main quantitative and qualitative characteristics – forage productivity, yield related traits, crude protein content, habit and leafiness. The progenies were created by free-limited pollination in polycross nursery.

The field **experiment** in a randomized block design in four replications and harvesting plot **size** of 10 m^2 was performed. Sowing was carried out on 17 of March with 2,5 kg da^{-1} sowing rate and 12,5 cm interrow spacing. Alfalfa was grown without irrigation and the green mass in early flowering stage was harvested. For the study period a total 13 cuts were made, as follows: 2010 – two cuts, 2011 and 2012 – four cuts, and 2013 – three cuts.

The agronomical traits dry matter

рактеристики добив суха маса, съдържание на суров протеин, височина на растенията и темп на подрастване след коситба.

Добивите (kg da^{-1}) са отчитани по подрасти, чрез претегляне на окосената зелена биомаса от всяко повторение. За определяне добива на суха маса преди всяка коситба са вземани растителни проби, изсушавани до постоянно тегло и претегляни.

Височината на тревостоя (cm) е отчитана, чрез измервана дължината на стъблата от повърхността на почвата до върха на 5 места във всяка реколтна парцелка.

Темпът на подрастване (cm) е определян, чрез измерване на височината на растенията, десет дни след всяка коситба. Във всяка реколтна парцелка са направени измервания на 5 места. Резултатите са осреднени, за да се определи средната височина на растенията.

Съдържанието на суров протеин в сухата маса е определян по метода на Kjeldahl.

Извършен е вариационен и корелационен анализ за установяване варирането на признаците и връзките между тях. За определяне коефициентите на вариация и корелация е използван програмният продукт STATGRAPHICS Plus.

yield, crude protein content, plants height and regrowth rate after cutting were estimated.

The yields (kg da^{-1}) by weighing the green biomass from each replicate at all rergrowths were reported. To determine dry matter yield before each mowing, plant samples were taken, dried to constant weight and weighed.

The plants height (cm) was recorded by measuring the length of the stems from the soil surface to the top in 5 places in each harvesting plot.

Regrowth rate (cm) was determined, in centimeters, by measurement of plant height ten days after each harvest. Five measurements per each harvesting plot were made. The results were averaged to determine a mean plants height

Crude protein content in the dry mass was determined by the Kjeldahl method.

Variation and correlation analysis was performed to determine the magnitude of variation of the signs and the relationships between them. The STATGRAPHICS Plus software product was used to determine the coefficients of variation and correlation.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През годините на изследване са наблюдавани значителни разлики в температурните суми, количеството на валежите и тяхното разпределение в периода на формиране на подрастите, което в голяма степен повлия варирането на фенотипната експресия на разглежданите признаци. Метеорологичните условия характеризират 2010 г. като сравнително неблагоприятна за развитието на люцерна. Общото количество на валежите през есенно-зимния период (Октомври 2009 г. - Март 2010 г.) е близко до дългогодишната

RESULTS AND DISCUSSION

During the years of study, significant differences were observed in the temperature sums, amount of precipitation and their distribution during the regrowths development, which largely determined the variation of phenotypic expression of traits analized. Under meteorological conditions 2010 was relatively unfavorable for the alfalfa development. The total amount of precipitation during the autumn-winter period (October 2009 - March 2010) was close to the long-term norm for the region and allowed sowing to be carried out in норма за региона и позволи извършване на сеитбата Продължителното засушаване след сеитбата (Април-Май) потисна растежа и развитието на младата люцерна. Доброто влагозапасяване на почва през периода Октомври 2010 г. - Март 2011 г. осигури формиране на силен първи подраст през втората вегетация. Количеството на валежите и температурните суми за периода Април-Август не се отклоняват съществено от тези за многогодишния период и допринесоха за добро развитие на люцерновите посеви. Началото на третата вегетация протече при добра влагозапасеност и среднодневни температури благоприятни за нормално развитие на посевите. През следващите месеци се редуват периоди на продължителни валежи с трайно засушаване и потомствата не успяха да проявят напълно своя потенциал по анализираните признаци. Метеорологичните условия определят последната година като относително неблагоприятна за развитието на люцерната.

Резултатите сочат, че през годините на проучавне потомства заемат различни позиция по анализираните признаци. Коефициентите на вариация показват степента на разликата и силата на тяхното вариране.

Данните за варирането на признаците между поликросните потомства, представени на Таблица 1, показват широк диапазон от стойности на вариабилност.

the optimal time. The prolonged drought after sowing (April-May) suppressed growth and development of new establish alfalfa. The good soil moisture supplay in the period October 2010 - March 2011 ensured vigorous first regrowth during the second growing season.

The amount of precipitation and temperature amounts for the period April-August were not differed significantly from those for the long term period and were contributed to the good development of alfalfa stands. The beginning of the third vegetation passed at good moisture supply and average daily temperatures favorable for normal development of the crop.

Periods of prolonged rainfall with permanent drought alternated in the following months and the progenies failed to fully exhibit their potential on the traits analyzed. Meteorological conditions determined the last year as relatively unfavorable for alfalfa development.

The results indicated that during the years of study the progenies ranked in different positions according to the traits analyzed.The coefficients of variation shown the degree of difference and magnitude of traits variation.

Data on the traits variation between polycross progenies, presented in Table 1, shown a wide range of variability values.

Таблица 1. Фенотипна вариабилност на основни стопански признаци между потомства люцерна

Table 1. Phenotypic variability of main agronomical traits between alfalfa progenies

Потомства / Progenies	ДСМ / DMY, kg da^{-1}	ССП / CPC, %	ВР / PH, cm	ТП / RR, cm
2010				
HS/08-L	446	20.56	49.3	13.78
HS/08-A	472	19.21	56.4	15.60
HS/08-M	393	21.10	49.7	13.92
HS/08-X	497	19.13	54.1	16.00
HS/08-R	564	19.50	53.9	16.50
HS/08-S	463	19.63	52.8	15.22
HS/08-B	511	19.56	54.5	15.80
HS/08-V	467	19.94	49.5	14.78
HS/08-W	500	20.31	50.4	15.75
Средно/Mean	479.22	19.88	52.29	15.26
PCV	9.88	3.31	5.01	6.11
2011				
HS/08-L	1937	19.94	72	16.73
HS/08-A	1916	17.31	72	17.67
HS/08-M	1933	17.44	75	17.15
HS/08-X	2118	18.69	77	18.22
HS/08-R	2010	17.75	73	18.00
HS/08-S	1916	17.25	73	17.12
HS/08-B	2078	17.25	73	19.10
HS/08-V	1742	19.44	72	16.43
HS/08-W	1977	20.56	72	17.95
Средно/Mean	1958.56	18.40	73.22	17.60
PCV	5.54	7.03	2.34	4.70
2012				
HS/08-L	1550	18.50	62	14.40
HS/08-A	1413	17.38	60	13.70
HS/08-M	1320	18.50	63	12.48
HS/08-X	1507	17.56	64	13.90
HS/08-R	1525	18.31	65	15.10
HS/08-S	1405	17.88	63	14.55
HS/08-B	1386	18.56	62	13.14
HS/08-V	1346	18.60	58	12.66
HS/08-W	1391	19.88	60	11.85
Средно/Mean	1427.00	18.35	61.89	13.53
PCV	5.69	3.99	3.56	7.95
2013				
HS/08-L	1658	18.56	71	15.90
HS/08-A	1683	18.94	74	17.62
HS/08-M	1750	20.48	76	18.54
HS/08-X	1803	19.25	77	19.10
HS/08-R	1945	18.63	79	17.86
HS/08-S	1582	20.13	71	16.20
HS/08-B	1709	18.31	73	17.50
HS/08-V	1614	18.56	71	16.60
HS/08-W	1676	20.25	72	15.90
Средно/Mean	1713.33	19.23	73.78	17.25
PCV	6.38	4.35	4.00	6.75

ДСМ / DMY – Добив суха маса / Dray matter yield, ССП / CPC – Съдържание на суров протеин / Crude protein content,

ВР / PH – Височина на растенията / Plant height, ТП / RR – Темп на подрастване / Regrowth rate

През първата година на проучване по-висока степен на изменчивост под влияние на генетичния фактор се наблюдава по отношение на продуктивността на фураж. Въпреки това, отчетените стойности на вариационните коефициенти за добив суха маса определят изменчивостта между потомствата като ниска (CV = 9,88%). Относно съдържание на суров протеин, през първата вегетация се установяват най-високи стойности, което кореспондира с биологията на културата (Kertikova et al., 2018). При две потомства се наблюдават отклонения от тази тенденция през последната година. С най-високо съдържание на суров протеин (21,10%) се откроява потомство HS/08-M, следвано от HS/08-L и HS/08-W, със стойности на показателя съответно 20,56% и 20,31%. Получените резултати са близки до тези на сортовете Приста 3, Плевен 6, Дара и Дама (Kertikova et al., 2018). Височината на растенията е със средна стойност 52,29 cm при отчетени за проучваните half-sib потомства, минимална и максимална стойност, съответно 49,3 cm (за HS/08-L) и 56,4 cm (за HS/08-A). Според вариационния коефициент (CV = 5,01%) степента на вариабилност се определя като много слаба. За показателя темп на подрастване след коситба също се установява нисък коефициент на фенотипно вариране (CV=6,11%).

През втората година средният добив суха маса за потомствата е 1958,56 kg da^{-1} при минимална стойност 1742 kg da^{-1} за HS/08-V и максимална 2118 kg da^{-1} за HS/08-X. Диференцирането на потомствата е по-слабо (CV = 5,54%), сравнениено с останалите опитни години. Видно е, че по размера на протеиново съдържание HS/08-W (20,56%), HS/08-L (19,94%), HS/08-V (19,44%) и HS/08-X (18,69%) са над средното за потомствата. Отчетните стойности за вариационните коефициенти показват, че признакът варира най-силно през втора вегетация. Резул-

In the first year of study, a higher degree of variability under the genetic factor influence was observed regarding forage productivity. However, the reported values of the phenotypic variation coefficients for dry matter yield determined the variability between progenies as low (CV = 9,88%).

Regarding crude protein content the highest values during the first vegetation was established, which corresponded to the biology of the crop (Kertikova et al., 2018). Deviations from this trend were observed in two progenies at the last year. With the highest protein content (21,10%) HS/08-M progeny distinguished followed by HS/08-L and HS/08-W with trait values 20,56% and 20,31%, respectively. The results obtained were close to those of Prista 3, Pleven 6, Dara and Dama varieties (Kertikova et al., 2018).

The average plants height reported for the half-sib progenies studied was 52,29 cm at 49,3 cm minimum value (for HS/08-L) and 56,4 cm maximum value (for HS/ 08-A).

The variation coefficient (CV = 5,01%) determined the degree of variability as very low. A low coefficient of phenotypic variation (CV = 6,11%) was also found for the regrowth rate after cutting.

In the second year, the mean dry matter yield for the progenies was 1958,56 kg da^{-1} at 1742 kg da^{-1} minimum value in HS/08-V and 2118 kg da^{-1} maximum one in HS/08-X.

The differentiation of the half-sibs progenies was lower (CV = 5,54%) than in other years. Data shown that HS/08-W (20,56%), HS/08-L (19,94%), HS/08-V (19,44%) and HS/08-X (18,69%) were above average for progenies by the amount of protein content. The reported value for the variation coefficient shown that the trait varied the most strongly during the second growing season. The татите за варирането на признаците: височина на растенията и темп на подрастване, съответно CV = 2,34% и CV = 4,7% са еднопосочни с добив суха маса и сочат по-слаба изменчивост между потомствата.

От данните, представени на Таблица 1, се вижда, че през третата вегетация на люцерната с най-висока продуктивност се откроява потомство HS/08-L (1550 kg da^{-1}), следвано от HS/08-R (1525 kg da^{-1}). Потомство HS/08-M е с най-ниска (1320 kg da^{-1}) стойност на изследвания признак. Степента на вариабилност на добив суха маса (CV = 5,69%) е аналогична на тази през втората година. Относно стабилността на височина на растенията и съдържание на суров протеин не се наблюдават съществени отклонения.

Отчетените стойности за темп на подрастване показват по широк диапазон на изменчивост, от 11,85 cm (HS/08-W) до 15,10 cm (HS/08-R). По-високата вариабилност на показателя (CV = 7,95%) в сравнение с другите годинини вероятно е резултат от специфичната реакцията на потомствата към по-неравномерното разпределение на валежите в периода на формиране на подрастите през вегетацията. Kertikova (2012) установява, че върху степента на фенотипна проява на признака по-значително действие имат валежите, отколкото сорта, температурата и възрастта на посева.

Резултатите през последната година на проучване потвърждават очертаната тенденция за слаба вариабилност на анализираните характеристики между проучваните half sibs потомства. По-ниска вариабилност се наблюдава за височина на растенията (CV = 4,00%) и съдържание на суров протеин (CV = 4,35%), като размахът на варирането е 2,17 процентни единици.

Вариационните коефициенти средно за периода на проучване, представени на Таблица 2 определят вариабилността на всички признаците между потомствата като слаба.

results for plant height and regrowth rate CV = 2,34% and CV=4,7%, respectively were one-way with dry matter yield and shown less variability between progenies compared to the first year.

Data presented in Table 1, shown that during the third alfalfa growing season with the highest productivity HS/08-L (1550 kg da^{-1}) was distinguished, followed by HS/08-R (1525 kg da^{-1}). HS/08-M progeny had the lowest value (1320 kg da^{-1}) of the trait studied.

The magnitude of dry matter yield variability (CV = 5,69%) was similar to that in the second year. With respect to the stability of plants height and crude protein content no significant deviations were observed.

The reported values for regrowth rate shown a wide range of variability, from 11,85 cm (HS/08-W) to 15,1 cm (HS/08-R). The higher variability of the trait (CV = 7,95%) compared to other years was probably a result of the specific reaction of the progenies to the more uneven distribution of rainfall at the regrowths development during the growing season.

Kertikova (2012) found that rainfall has a more significant effect on the phenotypic expression degree of the trait than the variety, temperature and stand age.

The last year of study results confirmed the trend outlined for low variability of the analyzed characteristics between the half-sibs progenies studied.

Lower variability was observed for plant height (CV = 4,00%) and crude protein content (CV = 4,35%), with 2,17% magnitude of variation.

The variation coefficients mean for the study period, presented in Table 2, determined the variability at all traits between the progenies as weak.

Таблица 2. Фенотипна вариабилност на основни стопански признаци за периода на проучване

Table 2. Phenotypic variability of main agronomical traits for the study period

Потомства/Progenies	Добив суха маса / Dray matter yield, kg da^{-1}				
	Mean	Min	Max	SD	CV
HS/08-L	1397.75	446	1937	655.12	46.87
HS/08-A	1371.00	472	1916	633.60	46.21
HS/08-M	1349.00	393	1933	687.18	50.94
HS/08-X	1481.25	497	2118	701.99	47.39
HS/08-R	1511.00	564	2010	666.92	44.14
HS/08-S	1341.50	463	1916	622.81	46.43
HS/08-B	1421.00	511	2078	669.31	47.10
HS/08-V	1292.25	467	1742	574.38	44.45
HS/08-W	1386.00	500	1977	637.29	45.98
CV	4.93				
Потомства/Progenies	Съдържание на суров протеин / Crude protein content, %				
	Mean	Min	Max	SD	CV
HS/08-L	19.39	18.50	20.56	1.03	5.29
HS/08-A	18.21	17.31	19.21	1.01	5.52
HS/08-M	19.38	17.44	21.10	1.70	8.79
HS/08-X	18.66	17.56	19.25	0.77	4.13
HS/08-R	18.55	17.75	19.50	0.73	3.95
HS/08-S	18.72	17.25	20.13	1.38	7.35
HS/08-B	18.42	17.25	19.56	0.95	5.15
HS/08-V	19.14	18.56	19.94	0.67	3.52
HS/08-W	20.25	19.88	20.56	0.28	1.39
CV	3.35				
Потомства/Progenies	Височина на растенията / Plants height, cm				
	Mean	Min	Max	SD	CV
HS/08-L	63.58	49.3	72	10.53	16.56
HS/08-A	65.60	56.4	74	8.71	13.28
HS/08-M	65.93	49.7	76	12.32	18.69
HS/08-X	68.03	54.1	77	11.12	16.35
HS/08-R	67.73	53.9	79	10.86	16.03
HS/08-S	64.95	52.8	73	9.18	14.13
HS/08-B	65.63	54.5	73	9.05	13.79
HS/08-V	62.63	49.5	72	10.83	17.29
HS/08-W	63.60	50.4	72	10.46	16.45
CV	2,82				
Потомства/Progenies	Темп на подрастване / Regrowth rate, cm				
	Mean	Min	Max	SD	CV
HS/08-L	15.20	13.78	16.73	1.35	8.90
HS/08-A	16.15	13.70	17.67	1.90	11.74
HS/08-M	15.52	13.92	18.54	2.80	18.06
HS/08-X	16.81	13.90	19.10	2.33	13.89
HS/08-R	16.87	15.10	18.00	1.36	8.05
HS/08-S	15.77	14.55	17.12	1.13	7.13
HS/08-B	16.39	13.14	19.10	2.55	15.55
HS/08-V	15.12	12.66	16.60	1.83	12.12
HS/08-W	15.36	11.85	17.95	2.55	16.58
CV	3.97				

Данните сочат, че добив суха маса варира в относително по-широки граници. Размерът на протеиново съдържание е в диапазона от 18,21% (HS/08-A) до 20,25% (HS/08-W). Резултатите от вариационния анализ показват, че между потомствата признакът височината на растението варира послабо (CV = 2,82%), в сравнение с темпа на подрастване (CV = 3,97%).

Коефициентите на фенотипното вариране между потомствата, установени в настоящето проучване, за среден годишен добив на суха маса, височина на растенията и темп на подрастване след коситба, са аналогични на данните, докладвани от Tucak et al. (2014), които са изследвали фенотипните характеристики на 22 отбрани популации люцерна. Нашите резултати са относително по-ниски от тези, получени от Avci et al. (2013). При проучването на 5 сорта и 1 популация люцерна, авторите отчитат коефициенти на вариация за добив суха маса, височина на растениятяа и съдържание на суров протеин, съответно 7,27%; 5,5% и 6,48%. Проучвайки 16 сорта люцерна, Harmanlıoglu and Kaplan (2020), също установяват значително вариране на добив суха маса (от 1349,3 kg da^{-1} до 1878,86 kg da^{-1}), височина на растенията (от 55,75 cm до 84,83 cm) и съдържание на суров протеин (от 16,57% до 20,28%). Според Tucak et al. (2014), освен различния генетичен потенциал за много признаци на селекционни материали люцерна, включени в многобройни изследвания, разликите в данните най-вероятно в значителна степен са свързани с различните условия на околната среда, където са проведени тестове.

Данните от фенотипния вариационен анализ за периода на проучване показват, значителна променливост в степента на фенотипна експресия на добив суха маса при всички half-sibs потомства (Таблица 2). Може да се забележи, че стойностите на вариационните коефициенти при потомствата

Data shown the dry matter yield varied in a relatively broader range. The amount of protein content ranges from 18,21% (HS/08-A) to 20,25% (HC/08-W).

The variation analysis results shown that among the progenies the plants height varied less (CV = 2,82%) compared to the growth rate (CV = 3,97%).

The phenotypic variation coefficients found in the present study regarding average annual dry matter yield, plant height and regrowth rate after cutting were similar to data reported by Tucak et al. (2014) who examined the phenotypic performances of 22 selected alfalfa populations.

Our results were relatively lower than those obtained by Avci et al. (2013). In the study of 5 varieties and 1 alfalfa population, the authors reported coefficients of variation for dry matter yield, plant height and crude protein content 7,27%; 5,5% and 6,48%, respectively.

Studying 16 alfalfa varieties Harmanlıoglu and Kaplan (2020) found a significant variation in dry matter yield (from 1349,3 kg da^{-1} to 1878,86 kg da^{-1}), plant height (from 55,75 cm to 84,83 cm) and crude protein content (from 16,57% to 20,28%).

According to Tucak et al. (2014) besides the different genetic potential for many traits of alfalfa breeding materials, included in numeous investigations, the differences in data were probably in a great degree associated with the different environmental conditions where tests were conducted.

Phenotypic variation analysis data for the study period showed significant variability in the phenotypic expression degree of dry matter yield in all half-sibs progenies (Table 2).

It was found that the variation coefficients values at the progenies were significantly са значително по-високи (от CV = 44,14% до CV = 50,94%), в сравнение с този отразяващ различията между тях. Този резултат на по-силно изразени сезонни разлики потвърждава променливия отговор на потомствата люцерна към промените във факторите на околната среда за условията на провеждане на проучването. Видно е, че най-високата стойност на показателя (1511 kg da-^{1}) отчетена за HS/08-R е в съчетание с по-ниска изменчивост (CV = 44,14%).

Относно размера на протеиново съдържание в сухата маса, значителна стабилност на признака (CV = 1,39) се установява за потомство HS/08-W, отличаващо се с най-високо съдържание на суров протеин. Най-висок коефициент на фенотипно вариране (CV = 8,79%) се отчита при HS/08-M. За височина на растенията се наблюдава тенденция (установена и за добива) за по-значително вариране през годините, отколкото между потомствата. Стойностите на коефициентите за фенотипно вариране, сочат най-слаба изменчивост на признака при потомство HS/08-A, а най-висока при HS/08-M. Темпът на подрастване след коситба, при всички потомства, е със средна степен на вариабилност (CV > 10%), с изключение на HS/08-S, HS/08-R и HS/08-L, показали слабо вариране на признака. Данните сочат, че за периода на проучване с най-висока изменчивост по отношение на всички анализирани признаци се отличава HS/08-M, което вероятно се дължи на по-силното взаимодействие генетичен фактор↔среда, довело до по-съществената променливост в реакцията на потомството по откоси и години.

Опознаване на връзките между признаците е важен въпрос в селекционните програмите при културните растения. Изследването на корелациите предоставя възможност за подобряване на по-голям брой признаци едновременно (Tucak et al., 2008).Тъй като количествените и качествените характеристики обикновено са обратно свър-

higher (from C = 44,14% to CV = 50,94%), compared to the this one reflecting the differences between them. This result of more pronounced seasonal differences confirmed the different responses of alfalfa progenies to changes in environmental factors for the conditions of the study. Data shown the highest value of the trait (1511 kg da^{-1}) established for HS/08-R was combined with lower variability (CV = 44,14%).

Regarding the amount of protein content in the dry matter, significant stability of the trait (CV = 1,39) for HS/08-W was found, during the study period. The progeny also distinguished by the highest crude protein content. The highest coefficient of phenotypic variation was obtained (CV = 8,79%) for HS/08-M. The established tendency for more significant variation of the yield over the years than between progenies was also observed for plants height. The coefficients values of phenotypic variation indicated the lowest trait variability in HS/08-A progeny, and the highest one at HS/08-M. The regrowth rate after cutting shown a medium magnitude of variability (CV >10%), in all polycross progenies, except HS/08-S, HS/08-R and HS/08-L. For these progenies were found slight trait variation. Data shown HS/08-M by the highest variability with respect to all traits analyzed was distinguished during period of study which is probably due to the stronger genetic factor↔environment interaction, led to more significant differences in the progeny response at regrowths and by years.

The knowledge about the relationships among traits is an important issue in plant breeding programs. The study of correlations provides the possibility of improvement of a larger number of traits simultaneously (Tucak et al., 2008). The best trade-off between forage quantity and quality is one of the most important targets in alfalfa breeding, зани, една от най-важните цели в селекцията на люцерна е постигане на оптимален баланс между количество и качество на фуража (Testa et al. 2011).

Фенотипните корелации между анализираните признаци показват силна отрицателна връзка между добив суха маса и съдържание на суров протеин (r = –0,514) през първа вегетация на потомствата (Таблица 3).

since quantitative and qualitative traits are generally inversely correlated (Testa et al. 2011).

Phenotypic correlations among traits analyzed presented in Table 3 shown strong negative relationship between dry matter yield and crude protein content (r = 0,514) in first growing season of the progenies.

Таблица 3. Коефициенти на фенотипна корелация между основни стопански признаци
Table 3. Coefficient of phenotypic correlation between main agronomical traits

	ДЗМ/DMY	ССП/CPC	ВР/PH	ТП/RR
2010				
ДЗМ/DMY	1			
ССП/CPC	-0.517**	1		
ВР/PH	0.485**	-0.848**	1	
ТП/RR	0.897**	-0. 801**	0.675**	1
2011				
	ДЗМ/DMY	ССП/CPC	ВР/P	ТП/RR
ДЗМ/DMY	1			
ССП/CPC	-0.199	1		
ВР/PH	0.576**	-0.249	1	
ТП/RR	0.804**	-0.315	0.317	1
2012				
	ДЗМ/DMY	ССП/CPC	ВР/PH	ТП/RR
ДЗМ/DMY	1			
ССП/CPC	-0.262	1		
ВР/PH	0.512**	-0.312	1	
ТП/RR	0.730**	-0.619**	0.641**	1
2013				
	ДЗМ/DMY	ССП/CPC	ВР/PH	ТП/RR
ДЗМ/DMY	1			
ССП/CPC	-0.179	1		
ВР/PH	0.952**	-0.013	1	
ТП/RR	0.702**	-0.005	0.850**	1
2010 - 2013				
	ДЗМ/DMY	ССП/CPC	ВР/PH	ТП/RR
ДЗМ/DMY	1			
ССП/CPC	-0.288	1		
ВР/PH	0.788**	-0.546**	1	
ТП/RR	0.824**	-0.685**	0.924**	1

**, * доказаност, съответно при P≤0.01 and P≤0.05 / **, * significant at P≤0.01 and P≤0.05, respectively
ДСМ/DMY – Добив суха маса/Dray matter yield, ССП/CPC – Съдържание на суров протеин/Crude protein content, ВР/PH- Височина на растенията/Plants height, ТП/RR – Темп на подрастване/Regrowth rate

В следващите три години отрицателната връзка, макар и слаба (от r = –0,179 до r = –0,262) се запазва. Различията в силата на връзката вероятно се дължат на променливата реакция на потомствата към колебанията в температурата, количеството на валежите и тяхното разпределение при формирането на подрастите и като цяло за годините. Изследвайки продуктивните и качествени характеристики на три сорта люцерна, отглеждани във високопланински район на Южна Италия, Testa et al. (2011) установяват силна отрицателна връзка между протеиновото съдържание и температурните суми. Стойностите на корелационните коефициенти между двата признака, установени в настоящето проучване, са по-високи от тези, съобщени от Monirifar and Abdollahi (2014) и Tucak et al. (2008), съответно r = –0, 104 и r = –0,11 и по-ниски от тези отчетени от Cacan et al. (2018) (r = –0,751). Коефициентите на корелация между протеиновото съдържание с височина на растенията (r = –0,546) и темп на подрастване (r = –0,685) показват тенденция подобна на тази между суровия протеин и добива на суха маса, но отрицателната връзка е по-силно изразена (r = –0,288).

Данните от корелационния анализ показват силна положителна връзка между добива на суха маса и височината на растенията последователно през годините и средно за периода на изследване (r = 0,788). Установено е, че добивът е положително свързан с темпа на подрастване (r = 0,824). Подобна тенденция по отношение на връзката между добива с височината на растенията и темпа на подрастване е докладвана в редица проучвания (Shanjani et al., 2013; Cacan et al., 2018). Установено е, че височината на растенията е силно и положително свързана с темпа на подрастване, както и тенденция корелацията да бъде по-силна от тази на добива с темпа и височината на растенията. Определеният коефи-

Across next three years the negative correlation (from r = –0,179 to r = –0,288) was kept but low. The differences in the relationship power are probably due to the variable response of the progenies to fluctuations in temperatures and rainfall and their distribution in the formation of regrowth and in general over the years. Investigating the productive and qualitative characteristics of three alfalfa cultivars grown in the highlands of Southern Italy, Testa et al. (2011) found a strong negative relationship between protein content and temperature sums.

The correlation coefficients values between dry matter yield and crude protein content found in the present study were higher than those reported by Monirifar and Abdollahi (2014) and Tucak et al. (2008) r = –0,104 and r = –0,11; respectively and lower than this one (r = –0,751) determined by Cacan et al. (2018). The correlation coefficients between protein content with plants height (r = –0,546) and regrowth rate(r = –0,685), exhibited the same trend as that among crude protein and dry matter yield, but the negative relationship is more pronounced (r = –0,288).

Correlation analysis data shown a strong positive relationship between yield and plant height consistently over the years and mean for the study period (r = 0,788). It was found dry matter yield was positively related with regrowth rate (r = 0,824).

A similar trend regarding the relationship between yield and plant height and regrowth was reported in a number of studies (Shanjani et al., 2013; Cacan et al., 2018). It was established that the plants height was strongly and positively associated to regrowth rate, as well as a tendency the correlation be stronger than this one of yield with the regrowth rate and plants height.

циент на фенотипна корелация е в съответствие с този, получен от Basafa and Taherian (2009).

The phenotypic correlation coefficient determined was in line with this obtained by Basafa and Taherian (2009).

ИЗВОДИ

Количествените признаци добив суха маса, височина на растенията и темп на подрастване след коситба са повлияни в значителна степен от връзката генетичен фактор↔околната среда и варират в по-широки граници през годините на проучване, отколкото между потомствата.

За четиригодишния период, най-слаба фенотипна вариабилност е установена за съдържание на суров протеин (от CV = 1,39% до CV = 8,79%), а най-висока за добив суха маса (от CV=44,14% до CV = 50,94%).

Установена е силна положителна връзка на добив суха маса с височината на растенията (r = 0,788) и темпа на подрастване (r = 0,824).

Коефициентите на корелация показват слаба отрицателна връзка на суровия протеин с добива на суха маса (r = –0,288) и силна отрицателна с височината на растенията (r = –0,546) и темпа на подрастване след коситба (r= –0,685).

Установено е, че височина на растенията е силно положително свързана с темпа на подрастване (r = 0,924), както и тенденция корелацията да бъде по-силна от тази на добива с темпа на подрастване и височината на растенията.

CONCLUSIONS

The quantitative traits dry matter yield, plant height and growth rate after cutting were significantly influenced by the genetic factor↔environmental relationship and varied more widely during the study years than between progenies.

For four-year period, the lowest phenotypic variability was found for crude protein content (from CV = 1,39% to CV = 8,79%), and the highest one for dry matter yield (from CV = 44,14% to CV = 50,94%).

A strong positive relationship between dry matter yield and plants height (r = 0,788) and regrowth rate (r = 0,824) was found.

The correlation coefficients showed a weak negative relationship of crude protein with dry matter yield (r =–0.288) and a strong negative with plants height (r = –0,546) and regrowth rate after cutting (r = –0,685).

It was found the plants height was strongly positively associated to regrowth rate (r = 0,924), as well as a tendency the correlation be stronger than this one of yield with the regrowth rate and plants height.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Anderson, M. K., N. L. Taylor and R. R. Hill**, 1974. Combining Ability in I_o Single Crosses Red Clover. *Crop Science,* 14, 417-419.

2. **Annicchiarico, P.**, 2006. Diversity, Genetic Structure, Distinctness and Agronomical Value of Italian Lucerne (*Medicago sativa* L.) landraces. *Euphytica*, 148, 269-282.

3. **Annicchiarico, P., C. Scotti, M. Carelli and L. Pecetti**, 2010. Questions and Avenues for Alfalfa Improvement. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46, 1-13.

4. **Avci, M.A., A. Ozkose, A. Tamkoc**, 2013. Determination of Yield and Quality Characteristics of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties Grown in Different Locations. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(4), 487-490.

5. **Babinec, J. and J. Mikolaskova**, 1992. Some Results of Breeding Proved in the Interstational Tests with Alfalfa. In: Proceedings of the X International Conference of the Eucarpia *Medicago* spp. Group, pp. 349-352.
6. **Basafa, M. and M. Taherian**, 2009. A Study of Agronomic and Morphological Variations in Certain Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Ecotypes of the Cold Region of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*, 8, 293-300. DOI: 10.3923/ajps.2009.293.300
7. **Brummer, E.C.**, 2008. Alfalfa Improvement and the Maize Syndrome: Have We Suffered Enough. In: E. Piano (Ed.) Workshop for Pietro Rotili and the genetic improvement of alfalfa. CRA-FLC, Lodi. 55-69.
8. **Cacan, E., K. Kokten and M. Kaplan**, 2018. Determination of Yield and Quality Characteristics of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars in the East Anatolia Region of Turkey and Correlation Analysis between These Properties. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(2), 1185-1198.
DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1602_11851198
9. **Churkova, B., T. Bozhanska, and Y. Naydenova**, 2016. Feeding Value of Bird's-foot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.) Cultivar under Conditions of the Central Northern Part of Bulgaria. *Banat's Journal of Biotechnology*, 7(14), 38-45.
10. Ibrahim, H.I., N.M. Hamed and M.M. Abdel-Galil, 2014. Genetic Behavior of Some Alfalfa Cultivars under New Valley Conditions. *Egyptian Journal of Plant Breeding,* 18(3), 495-507.
11. **Harmanlıoglu, O. and M. Kaplan**, 2020. Herbage Yield and Quality Traits of Different Alfalfa (*Medicago sativa*) Cuitivars. *Current Trends in Natural Sciences*, 9(17), 74-82. https://doi.org/10.47068/ctns.2020.v9i17.008
12. **Johnson, J.L.S., J.L. Hansen and D.R. Viands**, 1994. Relationships between Agronomic and Quality Traits in Alfalfa as Influenced by Breeding. In: Report of 34 North American Alfalfa Improvement Conference, 10-14 July, Ontario, Canada, pp. 17.
13. **Julier, B., C. Huyghe and C. Ecalle**, 2000. Within- and Among-Cultivar Genetic Variation in Alfalfa: Forage Quality, Morphology and Yield. *Crop Science,* 40, 365-369.
14. **Kertikova, D.**, 2014. Evaluation of Lucerne Cultivars for Dry Matter Yield and Persistence. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 17(1), 56-66.
15. **Kertikova, D.**, 2012. Study of Regrowth Rate of Alfalfa Depending on Factors Cultivar, Temperature and Rains. Scientific works of University of Ruse, 51, 51-55 (Bg).
16. **Kertikova, D., A.I. Ilieva, and T. Kertikov**, 2018. Crude Protein Content in Nine Alfalfa Cultivars and Its Relationship with Dry Matter Yield. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21(4), 83-92.
17. **Kertikova, D., C. Scotti, T. Kertikov and A. Atanassov**, 2003. Evaluation of Alfalfa Germplasm Resistant to Alfalfa Mosaic Virus (AMV). *Czech Journal of Genetic and Plant Breeding*, 39, 281-288.
18. **Markovic, J., J. Radovic, Z. Lugic and D. Sokolovic**, 2007. The Effect of Development Stage on Chemical Composition of Alfalfa Leaf and Steam. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6), 383-388.
19. **Mikic, V., J. Radovic, S. Mrfat-Vukelic, Z. Lugic, and D. Lazarevic**, 2005. Variability of Agronomic Characteristic in Eight Lucerne Genotypes. *Grassland Science in Europe*, 9, 565-568.
20. **Milic, D., S. Katic, J. Bocanski, D. Karagic, A. Mikic and S. Vasiljevic**, 2010. Importance of Progeny Testing in Alfalfa Breeding (*Medicago sativa* L.). *Genetika*, 42(3), 485-492. http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0534-0012/2010/0534-00121003485M.pdf
21. **Monirifar, H. and N. Abdollahi**, 2014. Introducing Some Iranian Ecotypes of Alfalfa. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 4(1), 35-45.

22. **Radović, J., D. Soković and J. Marković**, 2009. Alfalfa - Most Important Perennial Forage Legume in Animal. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6), 465-475.
23. **Sanderson, M. A and P. R. Adler**, 2008. Perennial Forages as Second Generation Bioenergy Crops. *International Journal of Molecular Science*, 9(5), 768-788.
24. **Santos, I.G., P. E. Teodoro; C. D. Cruz and R.P. Ferreira**, 2020. Impact of Water Deficit in the Relationship among Alfalfa Traits. *Bioscience Journal*, 36 (3), 905-913 http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n3a2020-41869
25. **Shanjani, S.P., P. Salehi and A.A. Jafari**, 2013. Comparison of Phenotypic Trait Variation and Total Protein Polymorphism in Local and Exotic Germplasms of *Medicago sativa* in Iran, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 56(2), 142-155, DOI:10.1080/00288233.2013.781508
26. **Testa, G., F. Gresta and S.L. Cosentino**, 2011. Dry Matter and Qualitative Characteristics of Alfalfa as Affected by Harvest Times and Soil Water Content. *European Journal of Agronomy*, 34, 144-15.
27. **Tucak, M., S. Popovic, S. Grljusic, T. Cupic, V. Kozumplik and B. Simic**, 2008. Variability and Relationships of Important Alfalfa Germplasm Agronomic Traits. *Periodicum Biologorum,* 110(4), 311-315.
28. **Tucak, M., S. Popovic, T. Cupic, G. Krizmanic, V. Spanic, B. Simic and V. Meglic**, 2014. Agro-morphological and Forage Quality Traits of Selected Alfalfa Populations and Their Application in Breeding. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1), 79-83.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (6), 139-148
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Годишен цикъл на развитие на люцерновия сечко (*Plagionotus floralis* Pall.) в района на ИЗС „Образцов чифлик" - Русе

Евгения Жекова

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

Annual Cycle of Development of Alfalfa Longhorn Beetle (*Plagionotus floralis* Pall.) at the Region of IASS "Obraztsov Chiflik" - Rousse

Evgeniya Zhekova

Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik", 7007 Rousse, Bulgaria
E-mail: e.d.zhekova@abv.bg

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Люцерновият сечко *Plagionotus floralis* Pall. е широко разпространен неприятел по люцерната в Европа и Близкия Изток. У нас се среща в цялата страна.

Наблюденията са извършени през периода 2010-2015 г. в опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик" - Русе.

Установено е вариране в различни граници на началото на поява и продължителността на развитие на отделните стадии на люцерновия сечко за периода 2010-2015 г. в зависимост от климатичните условия през годините на изследването. Началото на какавидния стадий за периода е отбелязано през първата и втората десетдневка на май; на имагинирането на възрастните насекоми – от третата десетдневка на май до края на втората десетдневка на юни; на яйценосния период – от втората десетдневка на юни до края на първата десетдневка на юли; на излюпването на ларвите – от третата десетдневка на юни до края на втората десетдневка на юли.

SUMMARY

The alfalfa longhorn beetle *Plagionotus floralis* Pall. is a widespread alfalfa pest in Europe and the Middle East. In Bulgaria it is found in the whole country.

The observations were made during the period 2010-2015 at the experimental field of IASS "Obraztsov Chiflik" - Rousse.

A variation was determined at different levels of early onset and duration of development of the different phases of alfalfa longhorn beetle for 2010 - 2015, depending on the weather conditions during the years of the study.

The beginning of the pupa phase, for the period mentioned, was found in the first and second decade of May; the beginning of imago phase – from the third decade of May to the end of the second decade June; the laying eggs period – from the second ten days of June to the end of the first decade July; the hatching of larvae – from the third decade of June to the end of the second decade of July.

Среднодневните температури за посочените периоди на поява на отделните стадии и за предшестващите десетдневни периоди са надежден критерий за прогнозиране на тяхното начало.

Началото на имагиниране на възрастните насекоми на люцерновия сечко, срещу които е насочена химическата борба, може да се очаква през последната десетдневка на май, първа или втора десетдневка на юни, когато среднодневната температура за тези и предшестващите десетдневни периоди са около и над 19°C.

Ключови думи: люцернов сечко, *Plagionotus floralis*, годишен цикъл на развитие, фенологичен календар

The average daily temperatures for the periods of occurrence of the different phases and for the previous ten-day periods are reliable criterion to predict their beginning of appearance.

The beginning of imago phase of alfalfa longhorn beetle, target of the chemical control, can be expected in the last ten days of May, first or second ten days of June, when the average daily temperatures for these and previous ten-day periods are around and above 19^{o}C.

Key words: alfalfa longhorn beetle, *Plagionotus floralis*, annual cycle of development, phenological calendar

УВОД

Люцерновият сечко *Plagionotus floralis* Pall. е широко разпространен неприятел по люцерната в Европа и Близкия Изток (Katalin, 1960; Danilevsky, 2003; Sama et al., 2010; faunaeur.org/species_list.php, 14.12.2016). Вредят ларвите, които се хранят с вътрешността на централните корени, в резултат на което повредените растения постепенно изсъхват и люцерновите полета силно се прореждат.

В България люцерновият сечко е съобщен за първи път през 1928 и 1929 г. от Chorbadjiev (1930; 1932). Авторът посочва и данни за масово нападение в районите на Шумен, Плевен, София, Пловдив, Чирпан, Свиленград и Панагюрище.

След повече от 30-годишно отсъствие в ентомологичната литература, *Pl. floralis* отново става обект на проучване през 1960-65 г. предвид нарасналото разпространение, численост и повреди от неприятеля в различни населени места у нас. За същия период Makarov (1965) включва люцерновия сечко в списъците на установените вредни насекоми по люцерната в района на Селскостопанския научноизследователски институт „Образцов чифлик” край Русе и публикува кратка информация за

INTRODUCTION

Alfalfa longhorn beetle *Plagionotus floralis* Pall. is a widespread pest of alfalfa in Europe and the Middle East (Katalin, 1960; Danilevsky, 2003; Sama et al., 2010; faunaeur.org/species_list.php, 14.12.2016). The larvae are harmful, they feed on the inside of the central roots, as a result of which the damaged plants gradually dry out and the alfalfa fields become very thin.

In Bulgaria, alfalfa longhorn beetle was first reported in 1928 and 1929 by Chorbadjiev (1930; 1932). The author also points out data for a mass attack in the regions of Shumen, Pleven, Sofia, Plovdiv, Chirpan, Svilengrad and Panagyurishte.

After more than 30 years of absence in the entomological literature, *Pl. floralis* again became the subject of research in 1960-65 given the increased prevalence, number and damage by the pest in various settlements in our country. For the same period Makarov (1965) included alfalfa longhorn beetle in the lists of established harmful insects in alfalfa in the area of the Agricultural Research Institute "Obraztsov chiflik" near Ruse and published brief information about the morphology, biology, picture of damage, морфологията, биологията, картината на повреда, начините и средствата за борба с него (Makarov, 1968).

След този период, в продължение на 34 години, у нас не се публикуват данни за *Pl. floralis*. Сведения за разпространение на неприятеля в нови райони на страната (Georgiev et al., 2002, 2003; Angelova et al., 2010), както и за увеличаване на числеността и повредите, причинявани от ларвите на люцерната в района на ИЗС „Образцов чифлик", се публикуват отново през последните години (Nikolova and Kertikova, 2008; Zhekova and Petkova, 2010; Petkova and Zhekova, 2012). Тези данни дават основание да се допусне, че люцерновият сечко не е загубил значението си на опасен неприятел за люцерната. Този факт, както и оскъдните данни в литературата за вида, налагат необходимостта от продължаване на изследванията върху развитието, вредната дейност и борбата с неприятеля в условията на съвременните земеделски практики и климатична обстановка.

Целта на настоящото проучване е да се проследи годишния цикъл на развитие (фенологичното развитие) на люцерновия сечко в зависимост от климатичните условия през годините на изследване и да се направи оценка на възможността среднодневните температури и сумата на валежите да се използват за прогнозиране началото на поява на отделните стадии от развитието на неприятеля.

ways and means to combat it (Makarov, 1968).

After this period, for 34 years, no data on *Pl. floralis*. Information on the spread of the pest in new regions of the country (Georgiev et al., 2002, 2003; Angelova et al., 2010), as well as on the increase in the number and damages caused by alfalfa larvae in the area of IASS "Obraztsov chiflik", have been republished in recent years (Nikolova and Kertikova, 2008; Zhekova and Petkova, 2010; Petkova and Zhekova, 2012).

These data suggest that alfalfa longhorn beetle has not lost its significance as a dangerous pest for alfalfa.

This fact, as well as the scarce data in the literature on the species, impose the need to continue research on the development, harmful activity and control of the pest in the conditions of modern agricultural practices and climatic conditions.

The aim of this study is to trace the annual cycle of development (phenological development) of alfalfa longhorn beetle depending on climatic conditions during the years of study and to assess the possibility of average daily temperatures and the amount of rainfall to be used to predict the beginning of appearance of the individual stages of the development of the pest.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Наблюденията са извършени през периода 2010-2015 г. в опитното поле на Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - Русе. Люцерната е отглеждана при неполивни условия след предшественик изравнителен посев овес. За определяне началото и продължителността на отделните стадии от жизнения цикъл на люцерновия сечко са използвани утвър-

MATERIAL AND METHODS

The observations were made during the period 2010-2015 in the experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" - Ruse. Alfalfa is grown under non-irrigated conditions after a predecessor levelling crop oats. Established entomological methods have been used to determine the beginning and duration of the individual stages of the life cycle of дени за целта ентомологични методи.

За установяване края на ларвния, съответно началото на каквидния стадий, от втората половина на април периодично са изваждани корени на люцернови растения, които са дисектирани за наличие в тях на ларви или какавиди на люцерновия сечко. След откриване на първите какавиди, чрез маршрутни обследвания е установено началото на имагинирането на бръмбарите. Изваждането на растения и дисекцията на корени продължава до намирането на ларви и какавиди в корените, което се приема за края на ларвния, съответно на какавидния стадий.

Числените изменения на възрастните насекоми са проследени по метода на косене със стандартен ентомологичен сак (дължина на дръжката 120 cm, диаметър на обръча 30 cm, дъбочина на торбата 70 cm) (Mihaylova et al., 1982). В люцерновите посеви обследването е извършено по диагонала, като на 2 места са правени по 25 откоса, а в ивиците с плевелна растителност - на 2 места по 5 откоса. Пробите са събирани във фенофаза на люцерната бутонизация и начало на цъфтеж при топло, тихо и слънчево време между 9 и 11 ч. в интервал от 1-2 до 10 дни в зависимост от климатичните условия. Допълнителното хранене и копулацията на възрастните са проследявани на полето и в съдови опити във вегетационна къща.

Началото на снасяне на яйцата е проследено от началото на юни върху пробни площадки и на отделни растения на полето, в съдови опити във вегетационна къща и в лаборатория. В лабораторни условия е наблюдавано и излюпването на яйцата.

За определяне началото на излюпване на ларвите, периодично от втората половина на юни са изваждани корени на люцернови растения, които са дисектирани за наличие в тях на ларви на люцерновия сечко.

alfalfa longhorn beetle.

To establish the end of the larva, respectively the beginning of the pupa stage, from the second half of April the roots of alfalfa plants are periodically removed, which are dissected for the presence of larvae or pupae of alfalfa longhorn beetle. After the discovery of the first pupa, route inspections revealed the beginning of the imagination of the beetles. The removal of plants and the dissection of roots continues until the larva and pupa are found in the roots, which is considered to be the end of the larva or pupa stage, respectively.

Numerical changes of adult insects were traced by the method of mowing with a standard entomological sweeping net (handle length 120 cm, hoop diameter 30 cm, bag depth 70 cm) (Mihaylova et al., 1982). In the alfalfa crops the survey was carried out diagonally, as in 2 places 25 swaths were made, and in the strips with weeds - in 2 places 5 swaths.

The samples were collected in the phenophase of alfalfa budding and the beginning of flowering in warm, quiet and sunny weather between 9 and 11 o'clock in the interval from 1-2 to 10 days depending on the climatic conditions. Supplementary feeding and copulation of adults were monitored in the field and in pot experiments in a vegetation house.

The beginning of egg laying has been observed since the beginning of June on test sites and on individual plants in the field, in pot experiments in a vegetation house and in a laboratory. Hatching of eggs was also observed in laboratory conditions.

To determine the beginning of hatching of larvae, periodically from the second half of June the roots of alfalfa plants were removed, which were dissected for the presence in them of larva of alfalfa longhorn beetle.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Люцерновият сечко има едно поколение годишно, което обхваща две календарни години и презимува като ларва в корените на люцерната. Схемите за начало на поява и продължителност на развитие на отделните стадии на неприятеля за периода 2010-2015 г. са представени във фенологичния календар (Фигура 1) и ясно показват варирането им през отделните години в зависимост от климатичните условия.

RESULTS AND DISCUSSION

Alfalfa longhorn beetle has one generation per year, which covers two calendar years and overwinters as a larva in the roots of alfalfa. The schemes for the beginning of occurrence and duration of development of the individual stages of the pest for the period 2010-2015 are presented in the phenological calendar (Figure 1) and clearly show their variation in the individual years depending on the climatic conditions.

Месец/Month	I-IV	Май/May			Юни/June			Юли/July			VIII-XII
Декада/Ten-day period		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Година/Year Стадий/Phase	2010										
*Ларва/Larva											
Какавида/Pupa			**0**	**0**	**0**	**0**					
Имаго/Imago											
Яйце/Ovum								**o**	**o**		
**Ларва/Larva											
	2011										
*Ларва/Larva											
Какавида/Pupa			**0**	**0**	**0**						
Имаго/Imago											
Яйце/Ovum								**o**	**o**	**o**	
**Ларва/Larva											
	2012										
*Ларва/Larva											
Какавида/Pupa			**0**	**0**	**0**						
Имаго/Imago											
Яйце/Ovum							**o**	**o**			
**Ларва/Larva											
	2013										
*Ларва/Larva											
Какавида/Pupa		**0**	**0**	**0**							
Имаго/Imago											
Яйце/Ovum						**o**	**o**	**o**			
**Ларва/Larva											
	2014										
*Ларва/Larva											
Какавида/Pupa			**0**	**0**	**0**						
Имаго/Imago											
Яйце/Ovum								**o**	**o**	**o**	
**Ларва/Larva											
	2015										
*Ларва/Larva											
Какавида/Pupa			**0**	**0**	**0**						
Имаго/Imago											
Яйце/Ovum						**o**	**o**	**o**			
**Ларва/Larva											
***** - зимувало поколение/wintering generation; ****** - ново поколение/new generation											

Фиг. 1. Фенологичен календар на люцерновия сечко, ИЗС „Образцов чифлик” - Русе

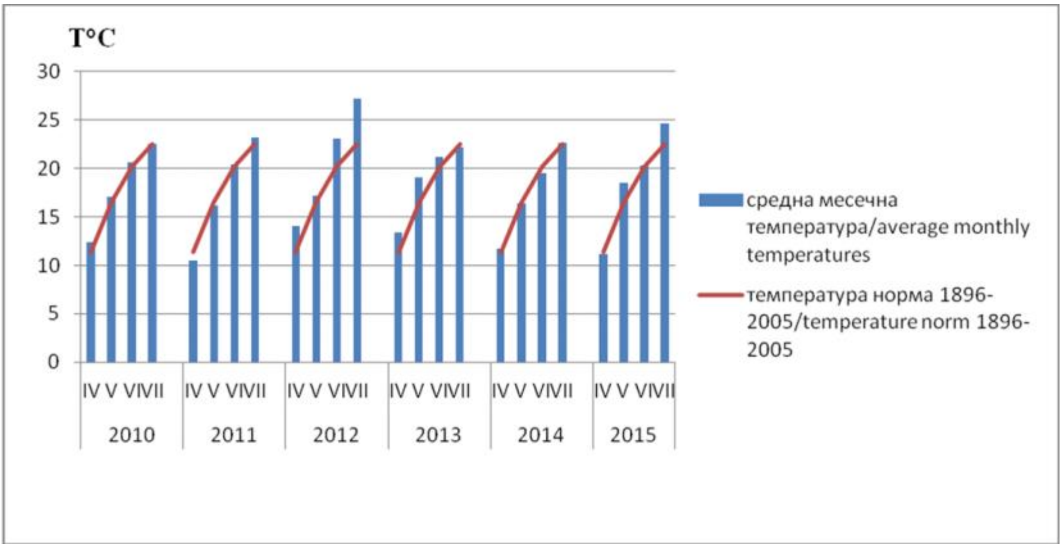
Fig. 1. Phenological calendar of alfalfa long-horned beetle, IASS “Obraztsov chiflik” - Ruse

Най-рано началото на какавидния стадий през годините на изследването е отбелязано през първата десетдневка на май 2013 г. Предпоставка за по-ранното развитие на какавидите са благоприятните климатични условия за периода трета десетдневка април - първа десетдневка май, характеризиращи се с по-високи от нормата средноднeвни температури (19,6°C и 19,1°C при норма съответно 15,2°C и 13,2°C) и незначително количество на валежите (0,6 и 1,0 mm) (Фигура 2, 3). През останалите изследвани години началото на какавидния стадий на люцерновия сечко е регистрирано през втората десетдневка на май. Анализът на климатичните условия показва, че причината за по-късното развитие на какавидите са по-ниската средноднев-на температура (14,4°C-18,3°C) и по-голямото количество на валежите (7,0-63,0 mm) за първа и втора десетдневка на май, в сравнение с посочените по-горе стойности за трета декада на април и първа декада на май 2013 г. Положително влияние върху развитието на какавидите на люцерновия сечко оказва и средната месечна температура за април (11,7°C-14,1°C), която за годините е надвишила нормата (11,4°C), с изключение на 2011 г. (Фигура 2, 3). Продължителността на стадия какавида за изследвания период е съставлявала 30-40 дни, средно 30-32 дни.

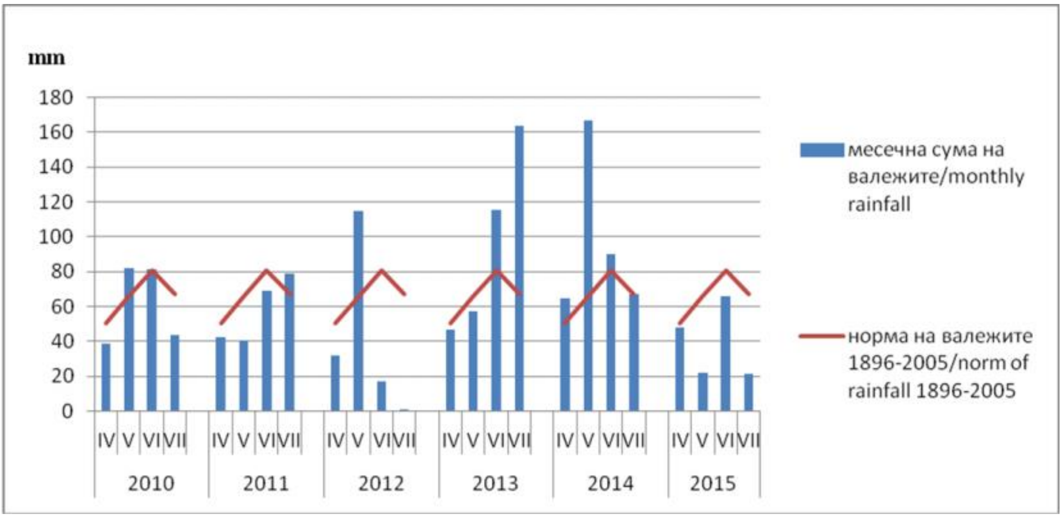
The earliest beginning of the pupa stage during the years of the study was noted in the first ten days of May 2013. Prerequisite for the earlier development of pupae are favourable climatic conditions for the period third ten days of April - first ten days of May, characterized by higher than the norm of average daily temperatures (19.6°C and 19.1°C at the norm of 15.2°C and 13.2°C, respectively) and insignificant amount of rainfall (0.6 and 1.0 mm) (Figure 2, 3).

In the remaining years studied, the beginning of the pupa stage of alfalfa longhorn beetle was registered in the second ten days of May. The analysis of the climatic conditions shows that the reason for the later development of the pupae is the lower average daily temperature (14.4°C-18.3°C) and the higher amount of rainfall (7.0-63.0 mm) for the first and second ten days of May, compared to the above values for the third decade of April and the first decade of May 2013.

A positive impact on the development of pupae of alfalfa longhorn beetle has the average monthly temperature for April (11.7°C-14,1°C), which for the years has exceeded the norm (11.4°C), except for 2011 (Figure 2, 3). The duration of the pupa stage for the study period was 30-40 days, on average 30-32 days.



Фиг. 2. Средни месечни температури и температурна норма (1896-2005) за периода април-юли 2010-2015, ИЗС"Образцов чифлик" - Русе
Fig. 2. Average monthly temperatures and temperature norm (1896-2005) during the period April-July 2010-2015, IASS "Obraztsov chiflik" - Ruse



Фиг. 3. Месечна сума на валежите и норма на валежите (1896-2005) за периода април-юли 2010-2015, ИЗС „Образцов чифлик" - Русе
Fig. 3. Monthly sums of precipitation and precipitation norm (1896-2005) during the period April-July 2010- 015, IASS "Obraztsov chiflik" - Ruse

Началото на имагиниране на възрастните насекоми е наблюдавано през третата десетдневка на май (2013 г.), първата (2011, 2012, 2014 и 2015 г.) и втора (2010 г.) десетдневка на юни. Данните за климатичните условия

The beginning of imaging of adult insects was observed in the third decade of May (2013), the first (2011, 2012, 2014 and 2015) and the second (2010) decade of June. The data on the climatic conditions show that the average daily сочат, че среднодневните температури за посочените периоди надвишават нормата и варират от 18,8°C до 23,9°C, най-често от 19,2°C до 21,1°C. Благоприятни за излитането на бръмбарите са и среднодневните температури за предхождащите имагинирането десетдневни периоди (19,3°C-22,7°C), отличаващи се също със стойности над нормата. Поради голямата разлика в количеството на валежите през изследваните периоди (от 9,3 до 38,4 mm по време на имагинирането на възрастните индивиди и от 10,1 до 109 mm за предхождащия десетдневен период) не е установена ясна връзка с началото и продължителността на имагиниране. Бръмбарите летят в продължение на 50-60 дни до края на втората или края на третата десетдневка на юли. Непосредствено след имагинирането те се концентрират върху цветовете на диви и културни растения, където се хранят с цветни части, нужно за половото им узряване. Копулиращи двойки са наблюдавани от втората десетдневка на юни до втората десетдневка на юли в продължение на 18-26 дни през различните години. Копулацията е многократна и се извършва със смяна на партньорите.

Яйценосният период за изследваните шест години е регистриран през втората (2013 и 2015 г.) и третата (2012 г.) десетдневка на юни, и първата десетдневка на юли (2010, 2011 и 2014 г.), характеризиращи се със среднодневна температура от 20,5°C до 24,1°C (най-често 21-22°C) и сума на валежите от 6,9 mm до 55,7 mm. Климатичните условия през предходния десетдневен период са близки по стойности до посочените среднодневни температури и варират от 18,7°C до 24,2°C, най-често19-20°C и сума на валежите 0,7-41,2 mm (Фигура 2, 3). Краят на яйцеснасянето е отбелязан през първата (2012, 2013 и 2015 г.), втората (2010 г.) и третата десетдневка на юли (2011 и 2014 г.) с продължителност 20-30 дни (Фигура 1).

temperatures for the indicated periods exceed the norm and vary from 18.8°C to 23.9°C, most often from 19.2°C to 21.1°C.

Favourable for the uprise of the beetles are also the average daily temperatures for the ten-day periods preceding the imagination (19.3°C-22.7°C), which also differ in values above the norm. Due to the large difference in the amount of rainfall during the studied periods (from 9.3 to 38.4 mm during the imagination of adults and from 10.1 to 109 mm for the previous ten-day period) no clear relationship was established with the beginning and duration of imagining.

The beetles fly for 50-60 days until the end of the second or end of the third decade of July. Immediately after imaging, they concentrate on the flowers of wild and cultivated plants, where they feed on the flower parts needed for their sexual maturation. Copulating pairs were observed from the second ten days of June to the second ten days of July for 18-26 days in different years. Copulation is multiple and is done by changing partners.

The egg-laying period for the studied six years was registered in the second (2013 and 2015) and third (2012) ten-day period in June, and the first ten-day period in July (2010, 2011 and 2014), characterized by an average daily temperature of 20.5°C to 24.1°C (most often 21-22°C) and amount of rainfall from 6.9 mm to 55.7 mm.

The climatic conditions during the previous ten-day period are close in values to the indicated average daily temperatures and vary from 18.7°C to 24.2°C, most often 19-20°C and the amount of precipitation is 0.7-41.2 mm (Figure 2, 3). The end of egg-laying was marked in the first (2012, 2013 and 2015), second (2010) and third ten-day period of July (2011 and 2014) with a duration of 20-30 days (Figure 1).

Ларвният стадий е най-продължителния стадий в жизнения цикъл на люцерновия сечко – от около 310-320 дни (2010, 2011, 2012, 2014 г.) до 340 дни (2013, 2015 г.) в зависимост от климатичните условия (Фигура 1). За периода на изследването излюпването им е регистрирано през третата десетдневка на юни (2013, 2015 г.), първата десетдневка на юли (2012 г.) и най-често – през втората десетдневка на юли (2010, 2011 и 2014 г.) при средно-дневна температура за предшестващия десетдневен период през отделните години от 20,5-24°С (при норма 21,2°С-22,02°С) и сума на валежите от 6,9 до 55,7 mm. С по-големи колебания се отличават температурите за десетдневните периоди по време на излюпването – от 19°С (2015 г.) до 26,8°С (2012 г.) (при норма съответно 21,2°С-22,02°С) и сума на валежите от 0,2 (2012 г.) mm до 39,8 mm (2015 г.) (Фигура 2, 3).

ИЗВОДИ

Началото на поява и продължителността на развитие на отделните стадии на люцерновия сечко за периода 2010-2015 г. варират в различни граници в зависимост от климатичните условия през годините на изследването.

Началото на какавидния стадий за периода е отбелязано през първата и втората десетдневка на май; на имагинирането на възрастните насекоми - от трета десетдневка на май до края на втора десетдневка на юни; на яйценосния период - от втората десетдневка на юни до края на първата десетдневка на юли; на излюпването на ларвите - от третата десетдневка на юни до края на втората десетдневка на юли.

Среднодневните температури за посочените периоди на поява на отделните стадии и за предшестващите десетдневни периоди са надежден критерий за прогнозиране на тяхното начало.

Началото на имагиниране на възрастните насекоми на люцерновия сечко, срещу които е насочена химическа-

The larva stage is the longest stage in the life cycle of alfalfa longhorn beetle - from about 310-320 days (2010, 2011, 2012, 2014) to 340 days (2013, 2015) depending on climatic conditions (Figure 1).

For the study period, their hatching was registered in the third ten days of June (2013, 2015), the first ten days of July (2012) and most often – in the second ten days of July (2010, 2011 and 2014) in average daily temperature for the previous ten-day period in the individual years of 20.5-24°C (at norm 21.2°C-22.02°C) and amount of rainfall from 6.9 to 55.7 mm. The temperatures for the ten-day periods during hatching are characterized by greater fluctuations – from 19°C (2015) to 26.8°C (2012) (at norm respectively 21.2°C-22.02°C) and the amount of rainfall from 0.2 (2012) mm to 39.8 mm (2015) (Figure 2, 3).

CONCLUSIONS

The beginning of appearance and duration of development of the individual stages of alfalfa longhorn beetle for the period 2010-2015 vary within different limits depending on the climatic conditions during the years of the study.

The beginning of the pupa stage for the period is marked in the first and second ten days of May; the imagination of adult insects - from the third decade of May to the end of the second decade of June; of the egg-laying period - from the second ten-day period in June to the end of the first ten-day period in July; of larval hatching - from the third decade of June to the end of the second decade of July.

The average daily temperatures for the indicated periods of occurrence of the individual stages and for the previous ten-day periods are a reliable criterion for predicting their beginning.

The beginning of imagining of adult alfalfa longhorn beetles against which is directed chemical control, it can be та борба, може да се очаква през последната десетдневка на май, първа или втора десетдневка на юни, когато среднодневната температура за тези и предшестващите десетдневни периоди са около и над 19°C.

Между сумата на валежите и началото на поява на отделните стадии на люцерновия сечко не е установена ясна връзка през годините на изследване и тя не може да бъде използвана за целите на прогнозата.

expected during the last ten days of May, the first or second decade of June, when the average daily temperature for these and previous ten-day periods are around and above 19°C. .

No clear relationship has been established between the sum of rainfall and the beginning of appearance of the individual stages of alfalfa longhorn beetle during the years of study and it cannot be used for forecasting purposes.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Angelova, V., E. Davidkov and D. Georgiev**, 2010. Changes in Species Composition of Beetles in Crop Pests (Insecta: Coleoptera) in Alfalfa. In: 20th Anniversary International Scientific Conference - Stara Zagora, Bulgaria, I, 217-221 (Bg).
2. **Chorbadzhiev, P.**, 1930. Notes on some Insect Pests of Cultivated Plants in Bulgaria in the Year 1928 and 1929. *Mitt. BULGAR. Ent. Ges.*, V, 63-106 (Bg).
3. **Chorbadzhiev, P.**, 1932. Information on Agriculture, XIII(1-2 and 3-4) (Bg).
4. **Danilevsky, M.**, 2003. Systematic List of Longicorn Beetles (Cerambycoidea, Coleoptera) of Europe. www.cerambyx.uochb.cz/list_europe.htm.
5. Fauna Europaea (www.faunaeur.org/species_list.php).
6. **Georgiev, G. and A. Stojanova**, 2003. New and Rare Longhorn Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) in Strandzha Mountain, Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 55(2), 105-109.
7. **Georgiev, G., A. Stojanova, P. Bojadzhiev and M. Langurov**, 2002. Longhorn Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from Eastern Rhodopes in Bulgaria. *Forest Science*, 3/4, 115-119.
8. **Katalin, D.**, 1960. Folia Entomologia Hungarica (Ceries nova), XIII(18).
9. **Makarov, M.**, 1965. Anniversary collection, AAS (Bg).
10. **Makarov, M.**, 1968. Alfalfa Longhorn Beetle. *Plant Protection*, 2, 13-18 (Bg).
11. **Mihajlova, P., F. Straka and I. Apostolov**, 1982. Plant Protection Forecast and Signaling. Zemizdat, Sofia, 156-171(Bg).
12. **Nikolova, I. and D. Kertikova**, 2008. Comparative Evaluation of Lucerne Accessions According to Degree of Attack by Some Soil Insect Pests. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 11(1), 48-59.
13. **Petkova, D. and E. Zhekova**, 2012. Forage and Seed Productivity in Alfalfa, Attacked by *Plagionotus floralis* Pall. (Coleoptera: Cerambycidae). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18(5), 708-712.
14. **Sama, G., J. Buse, E. Orbach, A. L. L. Friedman, O. Rittner and V. Chikatunov**, 2010. A new Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of Israel with Notes on Their Distribution and Host Plants. *Munis Entomology & Zoology*, 5(1), 1-55.
15. **Zhekova, E. and D. Petkova**, 2010. Productivity of Alfalfa Germ Plasms. New Data about Alfalfa Root Longhorn Beetle (*Plagionotus floralis* Pall.). *Banat's Journal of Biotechnology*, I(1), 56-60.