Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 36-46 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Проучване срока на прибиране и междуредово разстояние при семепроизводство на пасищна люцерна

Даниела Кертикова*, Тодор Кертиков

Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, България

Study on Harvesting Time and Inter Row Spacing in Grazing Alfalfa Seed Production

Daniela Kertikova*, Todor Kertikov

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

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

С цел разработване на технология за семепроизводство на пасищна люцерна, през периода 2014-2018 г. са проучени два агротехнически фактора: срок за прибиране на семената (А) и междуредово разстояние на отглеждане (М). Полският опит е заложен с кандидат сорт люцерна № 3AS, по блоковия метод в четири повторения при големина на реколтната парцелка от 5 m^2. За установяване на оптималния агротехнически срок за прибиране на семената са изследвани два варианта: A_1 (първи подраст за семена, останалите за фураж) и A_2 (втори подраст за семена, първи и трети за фураж). Фактор М, също е в два варианта: M_1 - 12,5 cm и M_2 - 50 cm междуредово разстояние. При семепроизводството на люцерна (пасищен тип), доказано по-висок добив семена се получава от първи подраст сравнен с втори подраст. Установява се, че основни признаци, които допринасят за по-висок добив семена от първи подраст, спрямо втори подраст са по-дългите стъбла, по-големия брой бобове на едно

SUMMARY

In order to develop a technology for seed production of pasture alfalfa in the period 2014-2018, two agro-technical factors were studied: the time for harvesting the seeds (A) and the inter row spacing (M). The field experience is based on a candidate variety of alfalfa № 3AS, according to the block method in four repetitions at a plot size of 5 m^2.

To establish the optimal agro-technical term for harvesting the seeds, two variants were studied: A_1 (first growth for seeds and the rest for forage) and A_2 (second growth for seeds and first and third for forage). Factor M is also available in two versions: M_1 – 12,5 cm and M_2 - 50 cm inter row spacing.

In the seed production of alfalfa (grazing type), a proven higher seed yield is obtained from the first growth compared to that from the second growth. It was found that the main indicators that contribute to higher seed yield from the first growth, compared to the second are the longer stems, the greater number of съцветие и теглото на семената от едно стъбло. Няма съществени разлики относно масата на 1000 семена в зависимост от изследваните два фактора. Наблюдава се тенденция на по-висок добив на семена при отглеждане на люцерната при 50 cm междуредово разстояние.

Ключови думи: пасищна люцерна, добив семена, структурни елементи, междуредово разстояние

pods per inflorescence and the weight of seeds per stem. There were no significant differences in the mass of 1000 seeds depending on the studied two factors. There is a tendency of higher seed yield when growing alfalfa at a distance of 50 cm between rows.

Key words: grazing alfalfa, seed yield, structural elements, inter row spacing

УВОД

Обикновената люцерна (*Medicago sativa* L. ssp. *sativa)* е най-важната фуражна бобова култура в света (Bouton, 2012). Водещата роля на люцерната във фуражното производство се обуславя от големите ú продуктивни възможности и високата хранителна стойност на фуража. В световен мащаб се отглежда на повече от 32 милиона хектара (Yuegao and Cash, 2009), като основни райони са Северна Америка (41%), Европа (25%), Южна Америка (23%), Азия (8%), Африка (2%) и Океания (1%). У нас, люцерната (по разпространение) е в топ десет сред икономически важните за страната земеделски култури (MZHG, 2020). Значението и разпространението на културата предопределят интензивна селекционна дейност в различни аспекти в т.ч и добив на семена (Maslinkov, 1978; Rotili et al., 1996; Bodzon, 2004; Kertikova and Kertikov, 2004; Annicchiarico, 2006; Annicchiarico and Pecetti, 2010; Veronesi et al., 2010).

Въз основа на научни разработки и постижения в Институт по фуражни култури - Плевен, е разработена „Технология за производство на семена от люцерна” (Radeva et al., 2004) с точно описание на отделните технологични звена. В задълбочено проучване на Maslinkov (1978) са описани основните биологични особености на люцерната по отношение на цъфтежа, опрашването и факторите (благоприятни и неблагоприятни) оказващи влияние върху добива на семена.

INTRODUCTION

Cultivated alfalfa (*Medicago sativa* L. ssp. *sativa*) is the most important forage legume in the world (Bouton, 2012). The leading role of alfalfa in forage production is determined by its great productive potential and high nutritional value of feed. Growing more than 32 million hectares worldwide (Yuegao and Cash, 2009), the main areas are North America (41%), Europe (25%), South America (23%), Asia (8%), Africa (2%) and Oceania (1%).

In Bulgaria it is in the top ten among the economically important for the country agricultural crops (MZHG, 2020). The importance and distribution of alfalfa predetermine intensive selection activity in various aspects, including seed yield (Maslinkov, 1978; Rotili et al., 1996; Bodzon, 2004; Kertikova and Kertikov, 2004; Annicchiarico, 2006; Annicchiarico and Pecetti, 2010; Veronesi et al., 2010).

Based on its own scientific developments and achievements, the Institute of Forage Crops has developed the Technology for the production of alfalfa seeds (Radeva et al., 2004). All technological units are listed in it.

A thorough study by Maslinkov (1978) described the main biological features of alfalfa in terms of flowering, pollination and factors (favourable and unfavourable) influencing seed yield.

За условията на нашата страна, научно обосновано се препоръчва, а и се е наложило в практиката при люцерната да се оставя за семена втори подраст. Само в годината на създаване на семепроизводния посев се получават семена от първи подраст.

Размножаването и отглеждането на кандидат сорт пасищна люцерна (№ 3AS) беше съпътствано с някои трудности, които насочиха нашето внимание към настоящето проучване.

Целта на изследването е проучване срока на прибиране и междуредовото разстояние при семепроизводство на пасищна люцерна.

For the conditions of our country, it is scientifically justified to recommend, and in practice it has been necessary to leave a second growth for seeds in alfalfa. Only in the year of creation of the seed-producing crop are seeds from the first growth obtained.

In the multiplication of candidate variety grazing alfalfa (№ 3AS) we encountered some difficulties which turned our attention to the present study.

The aim of the experiment was to study the harvest time and the row spacing in seed production of grazing alfalfa.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Обект на изследване е пасищна люцерна - кандидат сорт № 3AS. Полският опит е заложен ръчно през 2014 г., по блоковия метод, в четири повторения, при големина на реколтната парцелка - 5 m^2. Проучени са два агротехнически фактора: фактор А - срок за прибиране на семената и фактор М - междуредово разстояние. За установяване на оптималния агротехнически срок за прибиране на семената са заложени два варианта: вариант A_1 (първи подраст за семена, останалите за фураж) и вариант A_2 (втори подраст за семена, първи и трети за фураж). Фактор М - два варианта: M_1 (12,5 cm - междуредово разстояние) и M_2 (50 cm междуредово разстояние).

През първата година люцерната е реколтирана само за фураж. Прибирането на семената по подрасти е извършвано с малогабаритен парцелен комбайн. Добивът на семена (kg da^{-1}) е отчетен по години (2015; 2016; 2017; 2018) и средно за периода, и включва следните показателите: дължина на стъблата (cm), брой съцветия на едно стъбло, брой бобове на едно стъбло, брой семена в боб, маса на 1000 семена (g). Получените данни са обработени с програмния продукт STATGRAPHYCS plus for Windows.

MATERIAL AND METHODS

The object of study is grazing alfalfa - candidate variety № 3AS. The field experiment was set manually in 2014 by the block method in four replications for a plot size of 5 m^2 and a study of two agro technical factors: factor A - time for harvesting seeds and factor M – inter row spacing.

In order to establish the optimal agro-technical term for harvesting the seeds, two variants are set: variant A_1 (first growth for seeds and the rest for forage) and var. A_2 (second growth for seeds and first and third for forage). Factor M is also available in two versions: M_1 - 12,5 cm and M_2 - 50 cm inter row spacing.

In the first year, alfalfa was harvested only for forage. The harvesting of the growth for seeds was done with a small plot harvester. The seed yield (kg da^{-1}) is reported by years (2015; 2016; 2017; 2018) and average for the period, and it includes the following indicators: stem length (cm), number of inflorescences per stem, number of pods per stem, number of seeds per pod, mass of 1000 seeds (g). The data obtained were processed with the software product STATGRAPHYCS plus for Windows.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Добивът на семена от люцерна силно се влияе от метеорологичните фактори и особено от техния ход по време на цъфтежа. Причината се крие в биологичните особености на цъфтежа и опрашването (Radeva et al., 2004).

В метеорологично отношение, годините на проучване се различават сравнени с тези за 30-годишен период (Таблица 1). В топлинно отношение среднoденонощните температури на въздуха са със значително по-високи стойности (от +0,5 до +5,5 ºC). Изключение се наблюдава през 2016 г. и 2017 г. (месец май), когато стойностите са по-ниски от нормалните (от -0,5 до -1,1 ºC) сравнени с многогодишния период (МП).

RESULTS AND DISCUSSION

The seed yield of alfalfa is strongly influenced by meteorological factors and especially by their course during flowering. The reason lies in the biological features of flowering and pollination (Radeva et al., 2004).

In terms of meteorology, the years of study differ compared to the same for a 30-year period (Table 1). In terms of heat, the average daily air temperatures have significantly higher values, varying in the range from +0,5 to + 5,5 ºC. There are exceptions only in 2016 and 2017 (May), when there are abnormal values (from -0,5 to -1,1 ºC) compared to the multiple period (MP).

Таблица 1. Агрометеорологични показатели за периода на проучване
Table 1. Agrometeorological indicators for the study period

Показатели / Indicators		Месеци / Months				
		IV	V	VI	VII	VIII
Средно месечна температура на въздуха, t ºC / Average monthly air temperature, t ºC						
средно за многогодишен период (МП) average for multiple period (MP)		11,4	17,4	20,7	22,9	22,3
отклонение, ± ºC от МП deviation, ± ºC from MP	2015	+0,8	+1,3	-0,1	+2,7	+2,3
	2016	+3,9	-1,1	+2,2	+1,3	+1,2
	2017	+0,5	-0,5	+2,0	+1,0	+2,1
	2018	+5,5	+2,1	+1,0	-0,1	+1,6
Месечни суми на валежите, mm / Monthly rainfall, mm						
средно за многогодишен период (МП) average for multiple period (MP)		47,1	64,5	69,1	52,1	42,8
отклонение, % от МП deviation, % from MP	2015	92,56	47,44	138,49	41,26	69,85
	2016	155,20	120,15	66,28	14,97	72,89
	2017	79,83	240,31	64,83	299,23	66,82
	2018	42,88	73,95	224,60	228,2	50,93

Забележка: За многогодишен е използван периода 1964-1993, като климатична норма, тъй като този период включва декади с различия в метеорологичните фактори.
Note: The period 1964-1993 was used as a climatic norm for many years, as this period includes decades with differences in meteorological factors.

По отношение на валежите, периодът на проучване се характеризира с твърде голямо разнообразие. Месечните суми на валежите варират от 14,97% до 299,23% отклонение сравнени с тези за 30 годишен период. През периода на изследване, при два варианта (A_1, - месец Май през 2016 г. и 2017 г. и A_2, - месец Юни през 2015 г. и 2018 г.) по време на цъфтеж се наблюдават

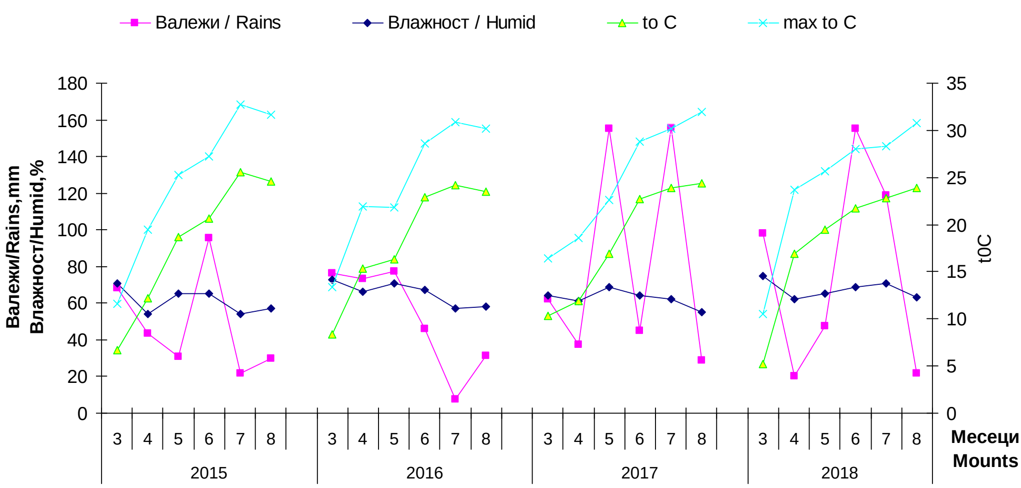
In terms of precipitation, the study period is characterized by too much diversity. The monthly amounts of precipitation vary from 14,97% to 299,23% deviation compared to those for a 30-year period. During the study period in both variants during flowering are observed for two years with abnormal values compared to MP. In case of var. A_1, the month of May, respectively 2016 and 2017, and in години с валежни стойности над нормалните сравнени с МП. През всички години на проучване месец Август е със стойности на валежите значително по-ниски от многогодишните.

Основните абиотични фактори (средномесечна температура на въздуха и количество на валежите), които оказват влияние върху растежа и развитието на люцерната имат сходна динамиката на стойностите през месец Март в първите три години на изследване (Фигура 1). В периода на проучване, началото на растежа при люцерната започва през пролетта (10- 30 Март) при средно дневни температури на въздуха от 6,7 до 10,3 ºC и общо количество на валежите за месеца между 62,1 и 76,6 mm.

case of var. A_2, the month of June of 2015 and 2018. In all years of research, the month of August has significantly lower precipitation values than the perennial ones.

The main abiotic factors - average monthly air temperature and rainfall, which affect the growth and development of alfalfa have similar dynamics of values in March 2015, 2016 and 2017 (Figure 1).

During these years of the study, the onset of growth in alfalfa begins in the spring in the range of March 10 to March 30 at average daily air temperatures of 6,7 °C to 10,3 °C and total rainfall for the month between 62,1 and 76,6 mm.



Фиг. 1. Климатограма
Fig. 1. Klimatogram

От климатограмата е видно, че през 2018 г. месец Март е с по-ниска температура на въздуха (5,2 ºC) и по-високо общо количество на валежите (98,1 mm). В годините на проучване, месец Април се характеризира с добри условия за бързо развитие на люцер-

Klimatogram shows that in 2018 the month of March has a lower temperature (5,2 ºC) and a higher total amount of precipitation for the month (98,1 mm). In all years of study, the month of April is characterized by good conditions for the rapid development of alfalfa and plants in ната и растенията от вар. A_1 навлизаха във фаза начало на цъфтеж в средата на месец Май.

Формирането на подрастите за семена във вариантите се осъществяваше при относително благоприятни метеорологични условия единствено през 2015 г. При вар. A_1, цъфтежа и семезавързването настъпваше от средата на месец Май до първата десетдневка на месец Юни (период с постоянна относителна влажност на въздуха (65%) и сравнително по-малко валежи). При вар. A_2, условията за образуване на семена са по-благоприятни, защото температурата на въздуха през месец Юли е по-висока (25,6 ^oC), валежите са 21,5 mm/m^2, а влажността на въздуха е ниска (54%).

Метеорологичните условия през 2016 г., са по-неблагоприятни сравнени с 2015 г. за двата варианта. Формирането на подраста за семена при вар. A_1 започва от средата на месец Май до края на месец Юли (период редуващ ниска (57%), и висока (71%) относителна влажност на въздуха). От друга страна максималната температура на въздуха през месец Май е по-ниска (21,8 ^oC), а количеството на валежите голямо (77.5 mm). Тези условия оказват неблагоприятно влияние върху оплождането и осеменяването на люцерната за семена от първи подраст. При вариант A_2 условията са по-благоприятни по отношение на температура и относителна влажност на въздуха. Растенията достигат фаза бутонизация след първата десетдневка на месец Юни (12.06.), а фаза начало на цъфтеж е регистрирана десет дни по-късно. Цъфтежът и осеменяването при втори подраст преминава при по-висока температурата на въздуха (мах. 28-30 ℃), но при изключително ниско количество на валежите.

През 2017 г. формирането на подраста за семена във вар. A_1 се осъществява при метеорологични условия сходни с предходната година. За

var. A_1 entering a phase beginning of flowering in mid-May.

The formation of growth for seeds in both variants takes place in relatively favourable weather conditions only in 2015.

In var. A_1 flowering and pod setting takes place from mid-May to the first ten days of June, a period of constant relative humidity (65%) and little rainfall.

When var. A_2 conditions are even more favourable because the air temperature in July is higher (25,6 ^oC), precipitation is only 21,5 mm and humidity is low (54%).

The weather conditions in 2016 are more unfavourable compared to 2015 in both variants.

The formation of regrowth for seeds in var. A_1 takes place from mid-May to the end of July. The period is characterized by both low (57%) and high (71%) relative humidity. On the other hand, the maximum air temperature in May is lower (21,8 ℃) and the amount of precipitation is high (77,5 mm).

These conditions adversely affect the fertilization and insemination of alfalfa for seed from the first growth. In variant A_2, the conditions are more favourable in terms of temperature and relative humidity. The plants reach the budding phase after the first ten days of June (June 12), and the beginning of flowering phase is registered ten days later.

In the second growth flowering and insemination passes at a higher air temperature (max. between 28-30 ℃) and with extremely little rainfall.

In 2017 the formation of growth for seeds in var. A_1 takes place in meteorological conditions similar to the previous year. It should be noted that the отбелязване е, че изключително неблагоприятно отражение върху процеса на зреене на семената, оказват валежите (155,2 mm) през месец Юли. При вариант A_2, цъфтежът и осеменяването се осъществява за по-кратък период от време, но също при неблагоприятни условия, особено по отношение на количество на валежите. За периода Май - Юли валежите са общо 310,2 mm, относителна влажност на въздуха е висока, като в повечето дни е над 62%. За посочения период единствено максималната температура на въздуха (22,6-30 ºC) благоприятства добива на семена от люцерна.

През 2018 г. формирането на подраста за семена при вар. A_1 и вар. A_2 се осъществява при висока относителна влажност на въздуха (65- 71%). Неблагоприятно влияние върху оплождането и семезавързването на люцерната, както и върху процеса на зреене на семената оказва голямото количество валежи през месеците Юни и Юли. Тези условия влияят неблагоприятно върху генеративните органи на растенията и се наблюдава масово окапване на неразкритите цветчета и семена.

Резултатите за добива на семена са представени на Таблица 2. Независимо от посочените благоприятни агрометеорологични условия за цъфтеж и осеменяване на люцерната през 2015 г., двата проучвани варианта се различават съществено по добив на семена. Резултатите показват, че се получава достоверно по-висок добив при реколтиране на семена от първи подраст (средно 39,7 kg da^{-1}) сравнен с добива семена от втори подраст (средно 24,9 kg da^{-1}).

precipitation (155,2 mm) in July had an extremely unfavourable effect on the process of seed maturation.

In variant A_2, flowering and insemination take place in a shorter period of time, but also under unfavourable conditions, especially in terms of rainfall. For the period May - July the precipitation is a total of 310,2 mm. Relative humidity is also high, being over 62% on most days. For the indicated period it can be said that only the maximum temperature is in favourable limits, respectively between 22,6 ºC and 30ºC.

It is typical for 2018 that the formation of growth for seeds in var. A_1 and var. A_2 is carried out at high relative humidity - between 65% and 71%.

The fertilization and pod setting of alfalfa, as well as the process of seed maturation is adversely affected by the large amount of rainfall in June and July. These conditions adversely affect the generative organs of plants and there is a mass dripping of undiscovered flowers and seeds.

The results for seed yield are presented in Table 2. Despite the indicated favourable agro-meteorological conditions for flowering and insemination of alfalfa in 2015, the two studied variants differ significantly in seed yield.

The results show that a significantly higher yield is obtained when harvesting seeds from the first growth (average 39,7 kg da^{-1}) compared to the yield obtained from seeds from the second growth (average 24,9 kg da^{-1}).

Таблица 2. Добив семена (kg da^{-1}) в зависимост от междуредовото разстояние и подрастта за семена на пасищна люцерна № 3AS
Table 2. Seed yield (kg da^{-1}) depending on inter-row spacing and growth for seeds of grazing alfalfa № 3AS

Варианти Variants	2015	2016	2017	2018	Средно Average	Отклонение от средно за A_2 Deviation from average A_2 +,- %
M_1/A_1	32,287 b	9,845 b	24,929 a	19,09 a	21,537	+33,77
M_2/A_1	47,126 a	13,132 b	14,314 b	14,22 b	22,198	+37,86
средно/average	39,706	11,489	19,62	16,657	21,868	+35,81
M_1/A_2	24,982 c	26,849 a	5,482 c	5,43 c	15,685	-2,59
M_2/A_2	24,893 c	31,418 a	4,026 c	5,74 c	16,519	+2,59
средно/average	24,937	29,133	4,75	5,585	16,101	100,00
St. error	2,001	1,181	1,566	1,373		

LSD 99.5% - стойностите в колона с една и съща буква нямат доказаност на разликите
the values in the column with the same letter are not significant differences

Получените резултати през 2016 г. са напълно противоположни спрямо предходната година. По-висок добив семена се получава от втори подраст (средно 29,13 kg da^{-1}) сравнен с този от първи подраст (средно 11,48 kg da^{-1}). През следващите две години (2017 и 2018 г.), данните са еднопосочни с тези от първата година, т.е. достоверно по-висок добив се получава при прибиране на първи подраст за семена.

Средно за периода на проучване от първи подраст се получава с 35,81% по-висок добив семена сравнен с този от втори подраст.

При съпоставка на резултатите в зависимост от междуредовото разстояние на сеитба и отглеждане на люцерната се установява, че то оказва влияние върху добива семена, както при първи, така и при втори подраст. Данните сочат, че при двата варианта (A_1 и A_2) през 2015 г. и 2016 г. по-висок добив на семена е получен при люцерната отглеждана широко редово (M_2). През следващите две години, при вар. A_1 тенденцията е обратна. При вар. A_2 няма доказаност на разликите в добив семена в зависимост от междуредовото разстояние.

Според Maslinkov (1978) начинът на засяване има подчинено значение.

The results obtained in 2016 are completely opposite to those of the previous year. Higher seed yield was obtained from the second growth (average 29,13 kg da^{-1}) compared to that obtained from the first growth (average 11,48 kg da^{-1}). In the next two years (2017 and 2018), the data are one-way with those of the first year, ie. a significantly higher yield is obtained when harvesting the first growth for seeds.

On average, the study period of the first growth yielded 35,81% higher seed yield than that of the second growth.

When comparing the results depending on the row spacing of sowing and growing alfalfa, it was found that it affects the seed yield, both in the first and in the second growth.

The data show that in both variants (A_1 and A_2) in 2015 and 2016 a higher yield was obtained for alfalfa grown widely in rows (M_2). Over the next two years with var. A_1 trend is reversed. When in var. A_2 there is no evidence of differences in seed yield depending on inter-row spacing.

According to Maslinkov (1978), the method of sowing has a subordinate meaning. Nevertheless, the author

Независимо от това, авторът наблюдава тенденция в полза на широкоредовите спрямо обикновенoредовите посеви. Предимство са повечето плодни елементи разположени по клонките от втори порядък. Нашето изследване в това отношение напълно съвпада с установеното от Maslinkov (1978). Наблюдавана е тенденция на по-висок добив при отглеждане на люцерната при 50 cm междуредово разстояние, без значе-ние кой подраст е оставен за семена.

observes a tendency in favour of broad-row over conventional row crops. The advantage is explained by most fruiting elements located on the branches of the second order. Our study in this respect completely coincides with that found by Maslinkov (1978). There is a tendency for higher yields when growing alfalfa at a distance of 50 cm between rows, regardless of which growth is left for seeds.

Таблица 3. Структурен анализ на добива семена в зависимост от междуредовото разстояние и подрастта за семена на пасищна люцерна
Table 3. Structural analysis of seed yield depending on inter-row spacing and growth for seeds of grazing alfalfa

Варианти Variants	Дължина на стъблата Length of stems (cm)	Височина на залагане на първо съцветие Height of betting on the first inflorescence (cm)	Брой съцветия на едно стъбло Number of inflorescences per stem	Брой бобове на едно съцветие Number of pods per inflorescences	Брой семена в един боб Number of seeds per pod	Тегло на семена от едно стъбло Seed weight from one stem (g)	Маса на 1000 семена 1000 seeds weigh (g)
			2015				
M_1/A_1	98,7 a	53,1 a	14,9 a	11,0 a	4,9 b	0,88 a	1,78 ab
M_2/A_1	102,3 a	60,3 a	15,6 a	11,8 a	4,9 b	0,93 a	1,68 b
M_1/A_2	75,5 b	36,7 b	8,5 b	9,03 b	5,5 a	0,55 b	1,82 a
M_2/A_2	73,8 b	36,1 b	9,5 b	9,5 b	4,9 b	0,59 b	1,82 a
St. error	2,399	2,668	1,516	0,528	0,120	0,154	0,032
			2016				
M_1/A_1	83,6 b	39,7 a	7,1 b	9,8 a	4,0 a	0,49 ab	1,82 a
M_2/A_1	86,7 a	40,3 a	10,2 ab	9,5 a	4,0 a	0,49 ab	1,70 a
M_1/A_2	87,0 a	42,5 a	11,0 a	9,5 a	4,0 a	0,59 a	1,76 a
M_2/A_2	88,3 a	39,4 a	11,0 a	9,0 a	4,2 a	0,54 a	1,74 a
St. error	2,012	3,210	1,365	0,543	0,145	0,087	0,024
			2017				
M_1/A_1	88,5 a	42,2 a	11,0 ab	12,5 a	4,1 a	0,63 a	1,69 a
M_2/A_1	89,4 a	38,0 ab	13,9 a	12,1 a	3,9 a	0,54 ab	1,52 b
M_1/A_2	63,5 b	33,8 b	8,4 b	11,0 a	4,0 a	0,37 ab	1,41 b
M_2/A_2	69,1 b	36,5 ab	8,6 b	12,2 a	3,8 a	0,31 b	1,52 b
St. error	1,952	1,584	0,940	0,570	0,154	0,063	0,032
			2018				
M_1/A_1	78,8 a	31,4 a	15,3 a	9,7 ab	4,3 a	0,64 a	1,68 a
M_2/A_1	74,4 ab	30,1 ab	12,3 a	10,4 a	4,5 a	0,50 ab	1,64 a
M_1/A_2	68,7 b	26,4 b	13,8 a	9,3 b	3,9 a	0,37 b	1,63 a
M_2/A_2	73,0 ab	32,3 ab	12,5 a	9,1 b	3,8 a	0,32 b	1,62 a
St. error	3,170	1,890	1,305	0,359	0,317	0,085	0,022
			средно/average				
M_1/A_1	87,40	41,62	12,08	10,77	4,34	0,661	1,742
M_2/A_1	88,21	42,18	13,01	10,96	4,35	0,617	1,635
M_1/A_2	73,68	34,85	10,43	9,71	4,37	0,471	1,655
M_2/A_2	76,06	36,10	10,41	9,96	4,18	0,441	1,675

LSD 99.5% - стойностите в колона с една и съща буква нямат доказаност на разликите
the values in the column with the same letter are not significant differences

Структурният анализ на добива семена показва, че основни признаци които допринасят за по-висок добив от първи подраст спрямо втори, са по-дългите стъбла, по-големия брой бобове на едно съцветие и по-високото тегло на семена от едно стъбло (Таблица 3). Изключение от казаното се отчита през 2016 г., когато е получен по-висок добив от втори подраст. Прави впечатление, че растенията също са с по-дълги стъбла, но и броят на съцветията на едно стъбло е по-голям.

От всички отчетени признаци, най-слабо вариране в стойностите е установено относно масата на 1000 семена. Данните показват, че различията в зависимост от срока (подраст) на прибиране и междуредовите разстояния не са съществени.

Резултатите от настоящето проучване ни дават основание да препоръчаме при производството на семена от пасищна люцерна (№ 3AS) да се използва първи подраст.

ИЗВОДИ

При семепроизводството на люцерна (пасищен тип) доказано по-висок добив семена се получава от първи подраст сравнен с втори подраст. Средно за периода на проучване от първи подраст се получава с 35,81% по-висок добив семена.

Установява се, че основни признаци които допринасят за по-високият добив семена от първи подраст, спрямо втори са по-дългите стъбла, по-големия брой бобове на едно съцветие и теглото на семената от едно стъбло. Няма съществени различия относно масата на 1000 семена в зависимост от изследваните два фактора (агротехнически срок за прибиране на семената и междуредово разстояние).

Наблюдава се тенденция на по-висок добив семена при отглеждане на люцерната при 50 cm междуредово разстояние, независимо от подрастта за семена.

Structural analysis of seed yield shows that the main features that contribute to higher yields of the first growth than that of the second are the longer stems, the greater number of pods per inflorescence and the weight of seeds per stem (Table 3). An exception to this is reported in 2016, when a higher yield was obtained from the second growth. It is noteworthy that the plants also have longer stems, but the number of inflorescences per stem is higher.

Of all the indicators reported, the smallest variation in values is found for the mass of 1000 seeds. The data show that the differences depending on the time (growth) of harvest and the inter row spacing are not so significant.

The results of the present study give us reason to recommend the use of first growth in the seed production of grazing alfalfa (№ 3AS).

CONCLUSIONS

In the seed production of alfalfa (grazing type), a proven higher seed yield is obtained from the first growth compared to that from the second growth. On average for the study period from the first growth, 35,81% higher seed yield was obtained.

It was found that the main features that contribute to the higher yield of seeds from the first growth, compared to that of the second are the longer stems, the greater number of pods per inflorescence and the weight of seeds per stem. There are no significant differences in the mass of 1000 seeds depending on the studied two factors (agro-technical term for harvesting the seeds and inter row spacing).

There is a tendency for higher seed yield when growing alfalfa at a distance of 50 cm between rows, regardless of the growth for seeds.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Annicchiarico, P.**, 2006. Prediction of Indirect Selection for Seed and Forage Yield of Lucerne Based on Evaluation under Spaced Planting. *Plant Breeding*, 125, 641-643.
2. **Annicchiarico, P. and L. Pecetti**, 2010. Forage and Seed Yield Response of Lucerne Cultivars to Chemically Weed and Non-weed Management and Implications for Germplasm Choice in Organic Farming. *European Journal Agronomy*, 33, 74-80.
3. **Bodzon, Z.**, 2004. Correlations and Heritability of the Characters Determining the Seed Yield of the Long-raceme Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *J. App. Genet.*, 45(1), 49-59.
4. **Bouton, H.**, 2012. Breeding Lucerne for Persistence. *Crop & Pasture Science*, 63, 95-106.
5. **Maslinkov, M.**, 1978. On the Biological Features, Cultivation, Use and Improvement Work with Alfalfa. Abstract of the dissertation, Plovdiv, pp. 36 (Bg).
6. **MZHG**, 2020. Crop Yields - Harvest, 2019, Bulletin № 375 - June 2020, https://www.mzh.government.bg/bg/statistika-i-analizi/izsledvane-rastenievadstvo/danni/
7. **Radeva, V., Tsv. Dimitrova, B. Dochkova, D. Kertikova, M. Stoykova, I. Pachev, E. Vassilev, V. Vasileva and I. Nikolova**, 2004. Technology for Seed Production of Alfalfa. Brochure. Pleven, pp. 24 (Bg).
8. **Rotili, P., T. Busbice and Y. Demarly**, 1996. Breeding and Variety Constitution in Alfalfa: Present and Future. In: Grassland and Land use Systems. Proc. 16th EGF Meet., Grado, Italy, pp. 163-180.
9. **Kertikova, D. and T. Kertikov**, 2004. Study of Some Factors Influencing the Variability of Seed Yield from Alfalfa. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 10(6), 685-689.
10. **Veronesi, F., E. Brummer and C. Huyghe**, 2010. Alfalfa, In: Handbook of plant breeding: *Fodder Crops and amenity grasses*, Springer, 5, 395-437.
11. **Yuegao, H.**, **and D. Cash**, 2009. Global Status and Development Trends of Alfalfa. In: Alfalfa management guide for ningxia (Eds. D. Cash, and H. Yuegao), United Nations Food and Agriculture Organization, pp. 1-14.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 47-63 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Оценка на селекционни образци люцерна (*Medicago sativa* L.) по основни стопански показатели

Диана Маринова

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

Assessment of Alfalfa Breeding Accessions (*Medicago sativa* L.) Based on Main Agronomic Characteristics

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 2014-2018 г., при неполивни условия, в опитното поле на Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - Русе. Обект на изследването са три селекционни образци люцерна - DM/DP (селекция на ИЗС "Образцов чифлик"), № 9 Syn и № 3AS (селекция на на ИФК, Плевен). Като стандарт е включен сорт Приста 3. Опитът е заложен по блоковия метод, в 4 повторения. Прибирането на зелената маса е извършвано при настъпване на фаза начало на цъфтеж. Целта на проучването е оценка на образците по основни стопански показатели: елементи на продуктивност на фураж (височина и плътност на тревостоя), съдържание на сухо вещество в зелената маса, добив на зелена и суха маса и дълготрайност. Между проучваните образци няма достоверни различия в степента на фенотипна проява на показателя брой стъбла на единица площ. Образец DM/DP доказано формира по-високи растения от стандарта сорт Приста 3 и № 3AS. По добив зелена маса DM/DP и № 9 Syn превишават Приста 3, съответно с

SUMMARY

The study was carried out without irrigation at the experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik", Rousse from 2014 to 2018. Three alfalfa breeding accessions - DM/DP (created in IASS "Obraztsov chiflik"), № 9 Syn and № 3AS 9 (created in Institute of Forage Crops, Pleven) were subject of the study. Prista 3 variety was included as a standard. The experiment was sown in a randomized block design with four replications. The green mass harvesting was carried out in early flowering stage. The aim of the study was to evaluate the accessions based on main agronomic indicators: structural components of forage productivity (grass stand height and grass stand density), dry matter content in the green mass, green mass yield, dry matter yield and persistence. There are no significant differences between the accessions studied in the degree of phenotypic expression of stems number per unit area. DM/DP accession produced higher plants than Prista 3 standard variety and № 3AS. Regarding green mass yield DM/DP and № 9 Syn significantly exceeded Prista 3 by 6,7%

6,7% и 6,8%, а по добив на суха маса, съответно с 11,3% и 8,5%. Високата фенотипна експресия на наблюдаваните количествени характеристики определя DM/DP и № 9 Syn като важен генетичен ресурс в селекционните програми за висока фуражна продуктивност.

Образците са ценна зародишна плазма по отношение стабилност на добива през годините и могат да бъдат използвани като компонент при формирането на поликросни питомници.

Ключови думи: люцерна, образци, височина на тревостоя, добив

and 6,8%, respectively and in dry matter yield by 11,3% and 8,5%, respectively. The high phenotypic expression of the observed quantitative characteristics determined DM/DP and № 9 Syn as an important genetic source in the breeding for high forage productivity.

The accessions are valuable germplasm for the breeding in relation to yield stability over years and can be used as a major component in the polycross nursery formation.

Key words: alfalfa, accessions, grass stand height, yield

УВОД

Обикновената люцерна (*Medicago sativa* L. ssp. *Sativa*), е ентомофилнно опрашващ се автотетраплоид и най-широко отглежданата бобова фуражна култура в света.

Най-важните характеристики на люцерната, които потвърждават позицията й на „царица на фуражите култури са: висока хранителна стойност (протеини, енергия, витамини и минерали), високо производство на биомаса (рекордният добив фураж е над 22 400 kg ha^{-1}), способност за фиксиране на атмосферен азот, широка адаптивност към различни условия на околната среда, подобряване на почвената структура (отлична основа за устойчиви селскостопански системи), модел за генетични изследвания на автотетраплоидните видове и др. (Tesfaye et al., 2006; Kertikova, 2008; Bouton, 2012). Ето защо значението на люцерната, като най-ценна фуражна бобова култура в българското земеделие е било и продължава да бъде високо. Тази роля на люцерната налага нуждата от създаване на нови сортове, които да успяват да проявят генетичния си потенциал за висока продуктивност при различни условия на средата, формирайки стабилни добиви в продължение на няколко години.

Стабилността на добивите през вегетацията и годините на използване, която според редица изследвания подлежи на генетичен контрол, също

INTRODUCTION

Alfalfa (*Medicago sativa* L. ssp. *Sativa*) is an entomophilically pollinated autotetraploid and the most widely grown legume forage crop in the world.

The most important characteristics of alfalfa, which confirm its position as the "queen of feed crops" are: high nutritional value (protein, energy, vitamins and minerals), high biomass production (record feed yield is over 22400 kg ha^{-1}), ability to fix atmospheric nitrogen, wide adaptation to various environments, improvement of soil structure (excellent basis for sustainable agricultural systems), model for genetic studies of autotetraploid species etc. (Tesfaye et al., 2006; Kertikova, 2008; Bouton, 2012).

Therefore, the importance of alfalfa as the most valuable forage legume in Bulgarian agriculture has been and continues to be high.

This role of alfalfa imposes the need for breeding new varieties that can establish their genetic potential for high productivity in different environments, producing stable yields for several years.

The yields stability during the growing season and years of use, which according to a number of studies is subject to genetic control, can also be може да се разглежда като показателна за висока добивност и дълготрайност (Naydenova et al., 2015; Naydenova, 2016).

Селекционните програми при люцерната, насочени към нейното генетично подобряване, започват в началото на 20-ти век (Lamb et al., 2006).

През годините, в селекцията на люцерната, се е наложил и широко е използван моделът на синтетичните сортове, тъй като тежката инбредна депресия затруднява подобряването на самоопрашените линии и защото селекцията на синтетици е по-евтино и по-лесно от създаването на хибридни сортове (Katepa-Mupondwa et al., 2002; Flajoulot et al., 2005; Welu, 2016). Като родителски компоненти са използвани самоопрашени потомства от различни генерации на самоопрашване, full-sib и half-sib фамилии или клонове (Kertikova, 2008; Milic et al., 2010; Annicchiarico et al., 2015). Според Riday and Brummer (2005) и Naydenova and Bozhanska (2020) за създаването на синтетици проучването на потомствата играе важна роля за генетичното подобряване във всеки цикъл на отбор.

Селекцията на бобови фуражни култури, в частност люцерната, е труден и продължителен процес, тъй като освен генетичният фактор (генотип), решаваща роля за проявление на продуктивните възможности има и факторът околна среда (почва, климат, агротехника и др.), както и взаимодействието между тях (Churkova, 2011; Bozhanska, 2017; Oten et al., 2018).

Според Annicchiarico (2009) специфичната реакция на растенията в зависимост от условията на отглеждане, се счита за много важна, тъй като сложната връзка генотип х околна среда затруднява оценката на генетичното вариране за даден признак в популацията. Най-важните признаци, обект на подобрение при люцерната са количествени, чиято степен на фенотипна експресия е специфичен отговор на въздействието на определен фактор и

considered as indicative of high productive ability and persistence (Naydenova et al., 2015; Naydenova, 2016).

Alfalfa breeding programs targeting at its genetic improvement began in the early 20th century (Lamb et al., 2006).

Over the years, the synthetic variety model has become established and widely used in the alfalfa breeding, because severe inbreeding depression makes it difficult to improve the inbred lines and the synthetics breeding is also cheaper and easier than hybrid varieties creation (Katepa -Mupondwa et al., 2002; Flajoulot et al., 2005; Welu, 2016). A self-pollinated progenies from different generations of self-pollination, full-sib and half-sib families or clones have been used as parental components (Kertikova, 2008; Milic et al., 2010; Annicchiarico et al., 2015). According to Riday and Brummer (2005) and Naydenova and Bozhanska (2020) the progeny testing plays an important role in the genetic improvement in each cycle of selection at synthetics development.

The forage legumes breeding, in particular alfalfa, is a difficult and very time-consuming process, because beside a genetic factor (genotype), the environmental factor (soil, climate, agricultural techniques, etc.) has a decisive role in the manifestation of productive capabilities, as well as the complex interaction between them (Churkova, 2011; Bozhanska, 2017; Oten et al., 2018).

According to Annicchiarico (2009) the specific response of plants depending on growing conditions is considered very important, as the complex interaction between genotype and environment makes it difficult to assess genetic variation for a given trait in the population. The most important traits subject to improvement in alfalfa are quantitative, whose degree of phenotypic expression is a specific response to the influence of a certain factor and the effect of genotype ефекта на генотипа посредничейки в този отговор. Arab et al. (2015) също докладват, че варирането на количествените признаци се дължи на генетично обусловена реакция към променащите се условия на средата. Според Sulas et al. (2000) дълготрайността при фуражните бобови култури е много фажна характеристика и силно спицифичен проблем проради зависимоста на признака от ефектите на редица фактори (internal and externвътрешни и външни) и взаимодействието между тях.

В световен мащаб са създадени голям брой сортове люцерна с различни положителни характеристики, но с различна приспособимост към условията на околната среда. Някои от тях, след много кратко време, са напълно изтласкани от производството, докато други са отглеждани в продължение на десетилетия (Strabanovic et al., 2017).

В Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - гр. Русе, с цел създаване на нов синтетичен сорт люцерна, се осъществява селекционно-подобрителна дейност на база оценка и отбор на ценна зародишна плазма и включването и в селекционни схеми. Оценката на селекционните мателиали се извършва по основни морфологични и стопански характеристики (добив и качество на фуража, добив на семена, устойчивост на абиотичен и биотичен стрес).

Основната цел на настоящето проучване е тестване на селекционни образци люцерна, за да се определи степента на фенотипна експресия на основните елементи на продуктивността на фураж (височина и плътност на тревостоя), добив зелена и суха маса, стабилност и дълготрайност.

mediating in this response. Arab et al. (2015) also report that the variability of the quantitative traits is due to a genetically determined response to environmental conditions changing.

According to Sulas et al. (2000) the forage legumes persistence is a very important characteristic and a highly specific problem due to the trait dependence on the effects of a number of factors (internal and external) and the interaction between them.

There are numerous alfalfa varieties in the world, created with one or several positive characteristics, but they often have different adaptability to environmental conditions. Some of them, after a very short time, have been completely pushed out of production, while others have been cultivated for decades (Strabanovic et al., 2017).

At the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" - Ruse, in order to create a new synthetic alfalfa variety, breeding and improvement activities are carried out based on evaluation and selection of valuable germplasm and its including in breeding programs. The evaluation of the selection materials is performed by basic morphological and economic characteristics (yield and quality of fodder, seed yield, resistance to abiotic and biotic stress).

The main objective of the present study was to test alfalfa breeding accessions to determine the degree of phenotypic expression of the main components of forage productivity (grass stand height and density) green mass and dry matter yield, stability and persistence.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено през периода 2014-2018 г, в опитното поле на Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик" - Русе. Анализирани са три селекционни образци

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out from 2014 to 2018, at the Experimental field of the Institute of Agriculture and Seed Science "Obraztsov Chiflik" - Rousse. Three alfalfa breeding accessions - DM/DP люцерна (DM/DP – селекция на ИЗС „Образцов чифлик", № 3AS и № 9 Syn – селекция на ИФК, гр. Плевен) и сорт Приста 3, като стандарт. Полският опитът е изведен по блоковия метод в четири повторения, с реколтна парцелка 10 m^2, при междуредово растояние 12,5 cm. Сеитбата е извършена през пролетта, в оптималния агротехнически срок, със сеитбена норма 2,5 kg da^{-1}. Люцерната е отглеждана без напояване, върху почвен тип силно излужен чернозем.

Прибирането на зелената маса е извършвано във фаза начало на цъфтеж. За периода на проучване са извършени 17 коситби (2014 г., 2016 г. и 2018 г.– три, а 2015 г. и 2017 г. - четири.

Определяни са количествените признаци естествена дължина на стъблата (височина на тревостоя), брой вегетативни стъбла на m^2 (плътност на тревостоя), добив свежа и суха маса.

Височината на тревостоя (cm) е отчитана, преди всяка коситба, чрез измерване на мнозинството нормално развити стъбла от повърхността на почвата до върха им, на 5 места във всяко повторение за всеки вариант.

Плътността на тревостоя е отчитана чрез метровка с площ 0,250 m^2 (50 x 50 cm) във всяка реколтна парцелка за вариантите.

Добив зелена маса (в kg da^{-1}) е отчитан по подрасти. Окосената зелена маса е претегляна от всяко повторение за вариантите. Определяно е процентното съдържание на сухо вещество, чрез вземане на проби свежа маса (200 g), които са изсушавани до постоянно тегло в сушилна камера при 105°C и претегляни. Данните за добив зелена маса и съдържание на сухо вещество са използвани за определяне добива на суха маса (в kg da^{-1}).

За характеризиране на метеорологичните условия са използвани данни за валежите и средно месечните температури на въздуха от метеорологичната станция на Института.

Експерименталните данни са обра-

(created at IASS "Obraztsov Chiflik"), № 3AS and № 9 Syn (created at Institute of Forage Crops, Pleven) were examined in comparison with a variety Prista 3 as a standard. The field experiment in a randomized block design in four replications was performed. The harvesting plot size was 10 m^2 whit row spacing of 12,5 cm. Sowing was carried out in the spring at the optimal agrotechnical time, with a sowing rate of 2,5 kg da^{-1}. Alfalfa was grown without irrigation, on soil type strongly leached chernozem.

The green mass was harvested in early flowering stage. For the study period, a total of 17 cuts were made: 2014, 2016 and 2018 - three cuts, and in 2015 and 2017 four cuts.

The quantitative traits as follows: natural stems lenght (grass stand height), vegetative stems number per m^2 (grass stand density), fresh mass yield and dry matter yield were determined.

The grass stand height (cm) was accounted before every cut as the majority of normally developed stems were measured from the surface of the soil to the top, in 5 places in each replication for each variant.

The grass stand density by a sampling plot with area 0,250 m^2 (50 cm x 50 cm) in each plot for the variants was recorded.

Green mass yield (kg da^{-1}) by regrowth was reported as the harvested fresh mass from each replication for the variants was weighed. The dry matter content in percent was determined as samples fresh mass (200 g) were taken, dried to constant weight in a drying chamber at 105°C and weighed. Data for green mass yield and dry matter content were used to dry matter yield determination (kg da^{-1}).

In order to characterize the meteorological conditions, data on precipitation and average monthly air temperatures from the meteorological station of the Institute were used.

The experimental data were

ботини статистически с програмния продукт STATGRAPHICS Plus for Windows, като е използван метода на еднофакторния дисперсионен анализ (One-Way ANOVA).

statistically analysed with the software product STATGRAPHICS Plus for Windows, using the method of one-way analysis of variance (One-Way ANOVA).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

По отношение на метеорологичните условия през годините на изследване, които значително определят варирането на разглежданите количествени характеристики, се наблюдават значителни разлики в температурните суми и количеството на валежите и тяхното разпределение по време на формирането на подрастите (Таблица 1).

Годината на засяване на опита се определя като относително благоприятна за развитието на младата люцерна.

RESULTS AND DISCUSSION

Regarding the meteorological conditions over the years of study, which significantly determined the variation of considered quantitative characteristics, there were observed significant differences in the temperature sums and the amount of precipitation and their distribution during the formation of the regrowths (Table 1).

The year of the experiment sowing was defined as relatively favorable for development of the new establish alfalfa.

Таблица 1. Метеорологична характеристика на периода на проучване
Table 1. Meteorological characteristic of the study period

Месеци, дестдневки Months, decades	Валежи / Rainfull, mm						Σ t °C					
	2014	2015	2016	2017	2018	1896-2005	2014	2015	2016	2017	2018	1896-2005
Σ Октомври – Март Σ Octoler – March	311,6	395,7	327,2	259,7	320,3	235,1	946,7	873,4	1191,2	758,9	837,6	
Април / April I	7,5	21,8	22,2	2,2	4,6	14,8	109,8	72,2	156,2	109,3	134,8	99,5
II	53,2	11,9	36,3	50,3	4,0	20,6	96,6	137,6	158,3	107,0	160,7	110,2
III	4,1	3,5	18,1	22,7	0	15,6	143,9	132,5	123,0	129,1	188,2	132,3
Σ	64,8	37,2	76,6	75,2	8,6	50,7	350,3	342,3	437,5	345,4	483,7	341,8
Май / May I	19,5	5,1	40,7	43,0	30,7	16,8	138,8	175,3	127,6	152,5	204,0	152,2
II	38,2	0	2,0	13,8	0	21,3	156,6	186,3	156,0	165,7	178,3	167,7
III	109,0	14,3	55,6	33,5	6,4	28,1	213,1	207,7	209,6	188,0	223,3	192,3
Σ	166,7	19,4	98,3	90,3	37,1	66,1	507,7	569,3	493,2	506,2	605,6	512,2
Юни / June I	10,7	12,9	42,9	36,1	53,0	24,1	192,4	204,5	182,1	200,3	225,3	192,3
II	55,8	10,8	28,0	24,3	16,0	30,0	194,8	219,9	230,8	203,3	233,8	202,2
III	12,9	41,4	3,3	0,8	36,4	26,4	197,5	190,3	247,8	251,6	198,7	212,1
Σ	79,4	65,1	74,2	62,1	105,4	80,5	584,7	614,7	660,7	655,2	657,8	606,6
Юли / July I	28,2	11,8	2,2	56,8	20,6	25,0	220,2	228,5	235,0	235,2	209,8	220,1
II	20,7	5,7	0	8,8	52,7	24,1	218,7	239,8	241,0	224,4	231,6	225,4
III	18,4	1,3	0,0	19,1	94,5	18,3	262,7	294,5	286,3	267,8	251,2	252,2
Σ	67,3	18,8	2,2	84,7	167,8	67,4	701,6	762,8	762,3	727,4	692,6	697,7
Август / August I	0,1	87,4	0,0	0,0	4,4	15,8	241,6	241,3	256,7	265,9	237,1	281,0
II	2,4	47,6	37,1	3,6	8,7	16,3	244,6	239,8	211,3	247,4	235,1	223,5
III	32,7	69,7	17,0	30,4	0,2	17,3	243,0	234,6	240,8	222,6	267,2	235,4
Σ	35,2	204,7	54,1	34,0	13,3	49,4	729,2	715,7	708,8	735,9	739,4	739,8
Септември/September I	25,2	0	0,0	41,2	30,6	14,3	204,9	223,8	229,4	209,5	224,4	193,6
II	0,7	64,6	11,9	0,0	21,4	15,2	188,5	187,6	210,2	232,0	195,1	179,4
III	41,2	48,6	4,8	1,0	13,8	15,1	143,6	161,2	143,4	144,5	151,1	162,3
Σ	67,1	113,2	16,7	42,2	65,8	44,6	537,0	572,6	583,0	586,0	570,6	535,3
Σ Април – Септември Σ April – September	480,5	458,4	321,1	388,5	398,0	367,5	3410,5	3577,4	3556,1	3507,6	3749,7	3426,2

Богатото есенно-зимно влагозапасяване на почвата и високите температури през март, позволиха сеитбата

The rich autumn-winter soil moisture supply and the high temperatures in March allowed alfalfa на люцерната да бъде извършена в оптималния срок и осигуриха равномерно поникване и гарниране на посевите. Количеството на валежите и температурните суми за периода април-август не се отклоняваха съществено от тези за многогодишния период и люцерната формира три подраста.

През 2015 г. наличната валага в почвата и температурни суми около нормата доведоха до нормално развитие на първи подраст и добър начален растеж на растенията във втори. Тревостоите в трети и четвърти подрасти се развиха в условия на воден дефицит (с изключение на месец август), което повлия негативно върху размера на добивите на фураж.

Началото на третата вегетация протече при добра влагозапасеност и среднодневни температури благоприятни за формиране на силен първи подраст. През следващите месеци се редуваха периоди на трайно засушаване и продължителни валежи, които не позволиха образците да проявят напълно генетичния си потенциал по проучваните характеристики и са извършени три коситби.

Метеорологичните условия характеризират 2017 г. като благоприятна за развитието на люцерната. Количеството на валежите и температурите са близки до средните дългосрочни норми и люцерната формира четири откоса. В климатично отношение последната година на изследването е сходна с 2016 г. и се определя като относително неблагоприятна.

През петгодишния период на проучването образци са анализирани по редица морфологични и стопански характеристики. От извършваната фенотипна оценка се установява, че образците DM/DP и № 9 Syn формират растения с изправен хабитус и се характеризират с бърз тем на подрастване. Селекционен образец № 3AS се отличава с полуизправени растения и по-бавен темп на подрастване. Растения-

sowing at the optimal agrotechnic time to be performed and ensured regularly germination and grass stand density. The amount of precipitation and temperatures from April to August was not differed significantly from the long term norms and alfalfa stands formed three regrowths.

In 2015, the available soil moisture and temperatures close to the norm led to normal development of the first regrowth and good initial plant growth in the second one. Grass stands in the third and fourth regrowth developed in conditions of water deficit (except August), which negatively affected the amount of forage yields.

The beginning of the third growing season pass at good moisture supply and average daily temperatures favorable for the strong first regrowth formation. There were observed periods of severe drought and prolonged rainfall in the following months, which did not allow the accessions to fully expressed their genetic potential in respect to the characteristics studied, and three cuttings were performed.

The meteorological conditions characterized 2017 as favorable for the alfalfa development. The amount of precipitation and temperatures are close to the long-term average norms and alfalfa formed four regrowths. In terms of climate, the last year of the study was similar to 2016 and was defined as relatively unfavorable.

During the five-year study period the accessions were analyzed by a number of morphological and agronomic characteristics. From the phenotypic assessment performed, it was found that the plants of DM/DP and № 9 Syn accessions were characterized with erect habit and rapid regrowth rate after cutting. № 3AS breeding accession distinguished by semi-erect plants and a slower regrowth rate than the other two accessions.

та и на трите селекционни номера са добре разклонени и облистени.

Основният стопански показател (добив на свеж фураж) при люцерната в голяма степен се определя от основните структурни компоненти – естествена височина на растенията и брой стъбла. Като количествени признаци, са наблюдавани различия в степента на фенотипна експресия на гените, които ги контролират под влияние на промените на даден фактор на средата.

През първата година на проучване не се установяват статистически доказани различия между селекционните образци и стандарта по отношение брой стъбла на единица площ (Таблица 2).

The plants in accessions studied are well branched and with good leafiness.

The main agronomic trait (green forage yield) in alfalfa is largely determined by the main structural components - natural plants height and stems number. There were observed differences in the degree of phenotypic expression of the genes controlling these quantitative traits under the influence of changes in a given environmental factor.

During the first year of the study, no statistically significant differences were found between breeding accessions and the standard in respect stems number per unit area (Table 2).

Таблица 2. Характеристика на образци люцерна по количествени признаци, 2014 г.
Table 2. Performance of alfalfa accessions by quantitative traits, 2014

Образци люцерна Alfalfa accessions	Първа вегетация / Ffirst growing season						
	Височина на растенията Plants height, cm	Брой стъбла Stems number, m^2	Добив зелена маса Green mass yield		Съдържание на сухо в-во Dry matter content, %	Добив суха маса Dry matter yield	
			kg da^{-1}	%		kg da^{-1}	%
Приста 3	54,00 a	162,00	2819,0 a	100,00	27,33	724,30 a	100,00
DM/DP	53,00 ab	155,25	2543,0 b	90,21	26,33	627,21 b	86,60
№ 9 Syn	54,00 a	157,00	2512,0 b	89,11	26,00	610,02 b	84,22
№ 3AS	51,00 b	153,75	2460,0 b	87,26	25,67	594,90 b	82,13
Средно за образците Mean for accessions	52,67	155,33	2505	88,86	26,00	610,71	84,32
$LSD_{5\%}$	2,35	23,62	163,98			68,21	

Стойностите в колоните с една и съща буква нямат доказаност на разликите при P ≤ 0.05
The values in the columns followed by same letter are not significantly different at P ≤ 0.05

Относно височината на растенията, с по-добра фенотипна проява се откроява № 9 Syn, а с най-слаба № 3AS. Осреднените стойности за признака показват, че № 9 Syn и № 3AS са формирали растения с височина, съответно 54 cm и 51 cm. Образец DM/DP се нарежда междинно. През вегетацията не се отчитат съществени различия в съдържанието на сухо вещество в зелената маса.

За периода на проучване се установява значително вариране на основния стопански показател добив зелена маса, в отговор на различията в

Regarding plants height with better phenotypic expression № 9 Syn distinguished, and № 3AS with the slightest. The trait mean values showed the plants of № 9 Syn and № 3AS were with a height of 54 cm and 51 cm, respectively. DM/DP accession ranked intermediate. There were no significant differences at dry matter content in green mass in the growing season.

For the period of study, a significant variation in the main agronomical indicator green mass yield was established, in response to the differences in the метеорологичните условия по време на формиране на подрастите. Разпределението на добива по откоси е много важно, особено ако фуражът от люцерна се използва веднага след косене. На база отчетени стойности се установява, че най-голямо дялово участие в общия годишен добив заема първи подраст, а приносът на всеки следващ намалява. Разглеждайки данните за продуктивност на фураж през първата година, представени на Таблица 2, се вижда, че в сравнение с проучваните образци, младият люцернов посев на сорт Приста 3 доказано формира по-високи добиви на свеж фураж (2819 kg da^{-1}) и суха маса (724 kg da^{-1}), при отчетени средни стойности за образците 2505 kg da^{-1} зелена маса и 610,71 kg da^{-1} суха маса.

По отношение на височина на тревостоя, най-силна диференциация, както между образците, така и между тях и стандарта се установява през втората вегетация (Таблица 3).

meteorological conditions during the formation of the regrowths. The distribution of yield by regrowths in alfalfa is very important, especially if the forage is used immediately after cutting. Based on the reported values, it was found that the first regrowth had the largest part in the total annual yield, and the contribution of each subsequent one decreased.

Data on forage productivity in the first year are presented in Table 2. The values showed the new established alfalfa stand of standard had both higher fresh mass yield (2819 kg da^{-1}) and dry matter yield (2819 kg da^{-1}), compared to the accessions studied. The mean values for the accessions were 2505 kg da^{-1} green mass and 610,71 kg da^{-1} dry matter.

In respect grass stand height, the strongest differentiation, both between the accessions and between them and standard was observed during the second growing season (Table 3).

Таблица 3. Характеристика на образци люцерна по количествени признаци, 2015 г.

Table 3. Performance of alfalfa accessions by quantitative traits, 2015

Образци люцерна Alfalfa accessions	Втора вегетация / Secont growing season						
	Височина на растенията Plants height, cm	Брой стъбла Stems number, m^2	Добив зелена маса Green mass yield		Съдържание на сухо в-во Dry matter content, %	Добив суха маса Dry matter yield	
			kg da^{-1}	%		kg da^{-1}	%
Приста 3	71,75 a	405,50 a	10980 a	100,00	24,75	2370 b	100,00
DM/DP	67,88 b	445,25 a	11045 a	100,59	26,00	2557 a	107,89
№ 9 Syn	59,69 c	413,00 a	11235 a	102,32	23,25	2402 b	101,35
№ 3AS	55,81 d	440,00 a	11070 a	100,82	25,00	2541 a	107,22
Средно за образците Mean for accessions	61,13	432,75	11116,67	101,24	24,75	2500	105,49
$LSD_{5\%}$	3,28	42,72	1074,08			89,98	

Стойностите в колоните с една и съща буква нямат доказаност на разликите при P ≤ 0.05

The values in the columns followed by same letter are not significantly different at P ≤ 0.05

Отчетените стойности са в широки граници - от 71,75 cm (Приста 3) до 55,81 cm (№ 3AS), като различията доказано са в полза на стандарта. От данните е видно, че средно от четири откоса DM/DP, № 3AS и № 9 Syn са с по-висок потенциал за стъблообра-

The reported values were in a wide range - from 71,75 cm (Prista 3) to 55,81 cm (№ 3AS), and the significant differences were in favor of the standard. Data showed that mean of four cuts DM/DP, № 3AS and № 9 Syn, had a higher potential for stem formation, зуване, в сравнение със сорт Приста 3. Резултатите за количеството на формираната свежа биомаса през годината показват, че № 9 Syn е с по-силна фенотипна проява на признака от останалите проучвани образци. Общо за годината от № 9 Syn, DM/DP и № 3AS са реколтирани, съответно 11235 kg da^{-1}; 11045 kg da^{-1} и 11070 kg da^{-1} зелена маса, срещу 10980 kg da^{-1} за стандарта, като разликите не са достоверни. Сходни резултати за количеството на формирания добив свеж фураж през втората година на отглждане на люцерната са докладвани от Oten et al. (2018) - 10405 kg da^{-1}, Gultekin et al. (2011) - 11693 kg da^{-1}.

Стойностите за съдържание на сухо вещество в зелената маса показват по-значително вариране на признака между проучваните образци (от 26% за DM/DP до 23,25% за № 9 Syn), в сравнение с първата вегетация, с което се обяснява по-ниския добив суха маса, отчетен за № 9 Syn и доказаното превъзходство на DM/DP и № 3AS.

Резултатите за изследваните количествени показатели през третата реколтна година са представени на Таблица 4. Данните за височина и плътност на тревостоя, сочат недоказаност на разликите между селекционните номера, с изключение на № 3AS, открояващ се с достоверно по-ниски растенията.

compared to Prista 3. The results for the amount of fresh biomass during the year indicated № 9 Syn was with a stronger phenotypic expressin of the trait than the other accessions studied.

The total annual green mass yields for № 9 Syn, DM/DP and № 3AS were 11235 kg da^{-1}; 11045kg da^{-1} and 11070 kg da^{-1}, respectively against 10980 kg da^{-1} for the standard, and the differences were not significant. Similar results concerning value of fresh mass yield in the second year of alfalfa growing were reported by Oten et al. (2018) - 10405 kg da^{-1} and Gultekin et al. (2011) - 11693 kg da^{-1}.

The values for dry matter content in the green mass showed a more significant variation of the trait between the accessions studied (from 26% for DM/DP to 23,25% for № 9 Syn), compared to the first growing season. Its also explains a lower dry matter yield reported for № 9 Syn and the superiority of DM/DP and № 3AS.

The results for the quantitative characteristics studied in the third productive year are presented in Table 4. The grass stand height and grass stand density data showed no significant differences between the breeding accessions, with exception of № 3AS, which distinguished with significantly shorter plants.

Таблица 4. Характеристика на образци люцерна по количествени признаци, 2016 г.
Table 4. Performance of alfalfa accessions by quantitative traits, 2016

Образци люцерна Alfalfa accessions	Трета вегетация / Third growing season						
	Височина на растенията Plants height, cm	Брой стъбла Stems number, m^2	Добив зелена маса Green mass yield		Съдържание на сухо в-во Dry matter content, %	Добив суха маса Dry matter yield	
			kg da^{-1}	%		kg da^{-1}	%
Приста 3	61,50 a	334,50 a	8247,5 b	100,00	29,00	2357,88 c	100,00
DM/DP	63,25 a	358,75 a	8765,0 a	106,27	29,33	2570,77 ab	109,03
№ 9 Syn	62,00 a	352,00 a	8705,5 a	105,55	29,67	2582,03 a	109,51
№ 3AS	56,56 b	368,25 a	8337,5 b	101,09	29,33	2421,35 bc	102,69
Средно за образците Mean for accessions	60,60	359,67	8602,67	104,31	29,44	2524,72	107,08
$LSD_{5\%}$	4,77	49,19	345,28			149,26	

Стойностите в колоните с една и съща буква нямат доказаност на разликите при $P \leq 0.05$
The values in the columns followed by same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

По отношение на продуктивност-та на фураж, най-висок общ годишен добив на зелена маса е отчетен за DM/DP и № 9 Syn, съответно 8765 kg da^{-1} и 8702,5 kg da^{1}. Установените превишения за № 9 Syn (6,27%) и DM/DP (5,55%), спрямо стандарта са доказани. № 3AS се отличава с по-ниска продуктивност (8337,50 kg da^{-1}) и се изравнява със сорт Приста 3 (8247,5 kg/da^{-1}). От средните годишни стойнос-ти се вижда, че сдържанието на сухо вещество в зелената маса варира в много тесни граници, от 29,67% за № 9 Syn до 29% за стандарта. Въпреки това отчетените разлики в добив суха маса са достоверни, което в известна степен се дължи на варирането на су-хото вещество в зелената маса по отко-си. Очертаната от предходните години тенденция за по-добра продуктивност на суха маса на DM/DP и № 9 Syn се запазва.

Данните за дължина на стъблата и количество формирани стъбла през четвъртата вегетация, представени на Таблица 5, са еднопосочни с тези от предходната година.

In terms of forage productivity, the highest total annual green mass yield was found for DM/DP and № 9 Syn, respectively 8765 kg da^{-1} and 8702,5 kg da^{-1}. The exceedes determined of 6,27% and 5,55% in № 9 Syn and DM/DP, respectively compared to the standard were significant. № 3AS had a lower productivity (8337,5 kg da^{-1}) and was close to the standard (8247,5 kg da^{-1}). The mean annual values showed the dry matter content in the green mass varied in very narrow ranges from 29,67% for № 9 Syn to 29% for the standard.

Nevertheless, there were observed considerable distinction in dry matter yield in part due to the dry matter variation in the green mass by regrowths. The outlined trend from previous years for better dry matter productivity in DM/DP and № 9 Syn was kept.

Data on stem length and stems number during the fourth growing season, presented in Table 5, were one-way with those of the previous year.

Таблица 5. Характеристика на образци люцерна по количествени признаци, 2017 г.

Table 5. Performance of alfalfa accessions by quantitative traits, 2017

Образци люцерна Alfalfa accessions	Четвърта вегетация / Fourth growing season						
	Височина на растенията Plants height, cm	Брой стъбла Stems number, m^2	Добив зелена маса Green mass yield		Съдържание на сухо в-во Dry matter content, %	Добив суха маса Dry matter yield	
			kg da^{-1}	%		kg da^{-1}	%
Приста 3	74,75 a	318,00 a	8755 b	100,00	29,50	2582,75 b	100,00
DM/DP	77,75 a	328,75 a	9660 a	110,33	30,75	3038,23 a	117,63
№ 9 Syn	78,00 a	336,25 a	9585 a	109,48	30,00	2963,50 a	114,74
№ 3AS	75,25 a	317,75 a	9420 a	107,60	28,50	2636,75 b	102,09
Средно за образците Mean for accessions	77,00	327,58	9555	109,14	29,75	2879,50	
$LSD_{5\%}$	3,96	43,57	530,82			150,03	

Стойностите в колоните с една и съща буква нямат доказаност на разликите при P ≤ 0.05
The values in the columns followed by same letter are not significantly different at P ≤ 0.05

От стойностите за формираната вегетативна маса се вижда, че образци DM/DP и № 9 Syn достоверно преви-

The values for vegetative mass showed DM/DP, № 9 Syn and № 3AS accessions significantly exceeded Prista 3 шават сорт Приста 3 по добив свеж фураж и потвърждават очертаната тенденция за висок генетичен потенциал за добив суха маса с отчетени значителни превишения от 17,63% и 14,74%. Отчетените стойности за № 3AS, както и през третата вегетация, са близки до тези на стандарта.

Резултатите за пллътност на тревостоя, през петата година на проучване, сочат относително изравнен потенциал за стъблообразуване на селекционни образци (Таблица 6). Количеството на стъблата на единица площ е в диапазона от 336,25 бр. за № 9 Syn до 317,75 бр. за № 3AS. Образец DM/DP се нарежда междинно с 328,75 бр. стъбла. Относно височина на тревостоя се установяват различия в степента на фенотипна изява. Видно е, че DM/DP и № 9 Syn доказано са формирали растения с по-дълги стъбла, в сравнение с Приста 3 и № 3AS.

variety concerning fresh forage yield. The dry matter yields reported confirmed tendency outlined for high genetic potential for the trait by established excesses of 17,63% for DM/DP and 14,74% for № 9 Syn. The mean value reported for № 3AS, as well as in the third growing season, was close to this one of the standard.

The results for grass stands density in the fifth year of study showed equal potential for stem formation between breeding accessions (Table 6). The stems number per unit area was in the range of 336,25 stems for № 9 Syn to 317,75 stems for № 3AS. DM/DP accession ranked intermediate with 328,75 stems. There were found differences in the degree of phenotypic expression regarding the grass stand height trait. DM/DP and № 9 Syn with longer stems were distinguished compared to Prista 3 and № 3AS.

Таблица 6. Характеристика на образци люцерна по количествени признаци, 2018 г.
Table 6. Performance of alfalfa accessions by quantitative traits, 2018

Образци люцерна Alfalfa accessions	Пета вегетация / Fifth growing season						
	Височина на растенията Plants height, cm	Брой стъбла Stems number, m^2	Добив зелена маса Green mass yield		Съдържание на сухо в-во Dry matter content, %	Добив суха маса Dry matter yield	
			kg da^{-1}	%		kg da^{-1}	%
Приста 3	52,06 b	268,50 a	3117,5 b	100,00	34,33	1203,00 b	100,0
DM/DP	55,44 a	267,25 a	4177,5 a	134,00	36,67	1486,95 a	123,60
№ 9 Syn	54,88 ab	259,75 a	4189,5 a	134,38	36,33	1468,63 a	122,08
№ 3AS	52,31 b	267,88 a	4262,5 a	136,72	34,67	1442,95 a	119,94
Средно за образците Mean for accessions	54,21	264.,6	4209,83	135,0	35,89	1466,18	121,87
$LSD_{5\%}$	2,42	18,77	349,32			88,08	

Стойностите в колоните с една и съща буква нямат доказаност на разликите при P ≤ 0.05
The values in the columns followed by same letter are not significantly different at P ≤ 0.05

През цялата вегетацията за проучваните образци се наблюдава значително по-силна фенотипна експресия на гените, контролиращи основния стопански показател добив на свеж фураж от стандарта. Общо за годината от № 3AS, № 9 Syn и DM/DP са реколтирани добиви зелена маса,

During the growing season in the accessions studied was observed a considerably stronger phenotypic expression of the genes controlling the main agronomic characteristic fresh forage yield compared to the standard. The total annual green mass yields of № 3AS, № 9 Syn and DM/DP were 4262,5 съответно 4262,5 kg da^{-1}; 4189,5 kg da^{-1} и 4177,5 kg da^{-1}, срещу 3117,5 95 kg da^{-1} за Приста 3.

От осреднените стойности се установява, че DM/DP и № 9 Syn са, съответно с 2,34% и 2% по-високо съдържание на сухо вещество в зелената маса от сорт Приста 3. Според установената годишната продуктивност DM/DP (1486,95 kg da^{-1}), № 9 Syn (1468,88 kg da^{-1}) и № 3AS (1442,95 kg da^{1}), не се различават по добив суха маса, но доказано се характеризират с по-висок потенциал, в сравнение със стандарта, по отношение на показателя.

Анализът на резултатите за за петгодишния периода на проучване относно разглежданите количествени характеристики показва, че растенията на селекционните образци DM/DP и № 9 Syn са със сравнително изравнени по дължина стъбла (Таблица 7).

kg da^{-1}; 4189,5kg da^{-1} and 4177,5 kg da^{-1}, respectively versus 3117,5 kg da^{-1} for Prista 3.

On the mean values base, DM/DP and № 9 Syn distinguished with 2,34% and 2%, respectively higher dry matter content in the green mass than Prista 3 variety. According to the annual performance determined DM/DP (1486,95 kg da^{-1}), № 9 Syn (1468,88 kg da^{-1}), and № 3AS (1442,95 kg da^{-1}) did not significantly differ in dry matter yield but characterized with a higher potential than the standard regarding the trait.

The analysis of the results for the quantitative characteristics observed showed that the stems length of the plants in DM/DP and № 9 Syn accessions was relatively equal (Table 7).

Таблица 7. Характеристика на образци люцерна по количествени признаци, 2014-2018 г.
Table 7. Performance of alfalfa accessions by quantitative traits, 2014-2018

Образци люцерна Alfalfa accessions	Височина на растенията, Plants height, cm	Брой стъбла Stems number, m^2	Добив зелена маса Green mass yield		Съдържание на сухо в-во Dry matter content %	Добив суха маса, Dry matter yield	
			kg da^{-1}	%		kg da^{-1}	%
Приста 3	62,81 b	297,70 a	6783,8 b	100,0	28,98	1847,5 c	100,0
DM/DP	63,46 a	311,05 a	7238,1 a	106,7	29,82	2055,9 a	111,3
№ 9 Syn	61,72 ab	303,60 a	7244,8 a	106,8	29,05	2005,2 a	108,5
№ 3AS	58,18 b	309,53 a	7110,0 ab	104,8	28,63	1927,4 b	104,3
Средно за образците Mean for accessions	61,12	308,06	7197,63		29,17	1996,17	
$LSD_{5\%}$	1,22	14,32	429,43			88,08	

Стойностите в колоните с една и съща буква нямат доказаност на разликите при P ≤ 0.05
The values in the columns followed by same letter are not significantly different at P ≤ 0.05

Средно за пет години DM/DP е формирала тревостои с височината 63,46 cm, а № 9 Syn, съответно 61,72 cm. Образец № 3AS във всички години се характеризира с по-ниски растения. Според Arab et al. (2015) промяната във височината на растенията е генотипна и следователно изразена под формата на по-добра адаптивност към условията на околната среда. Faridullah

Mean for five years DM/DP formed grass stands with height of 63,46 cm and № 9 Syn - 61,72 cm. In all years of study № 3AS by lower plants was characterized.

According Arab et al. (2015) variation in the plant height is genotypic character and therefore expressed in the form of better adaptability to environmental conditions. Faridullah et al. (2009) also et al. (2009) също съобщава, че варирането във височината на растенията е свързано с генотипни различия и обясняват, че тази характеристика се влияе от различния отговор на даден генотип към условията и технологиите на отглеждане. В тази връзка като основен компонент на добива, този морфологичен признак често се използва като критерий при избора на най-добрите генотипове в ранен етап на отбор (Tucak et al., 2008).

По убедителен начин данните сочат, че между проучваните образци няма съществени различия по брой стъбла на единица площ. От последователността на резултатите за представяне на образците през годините (изравнен потенциал за стъблообразуване) може да се предположи, че този показател вероятно не е повлиян значително от ефектите на взаимодействие генотип х среда, поради сравнително еднакви условия на отглеждане през годините на извеждане на експеримента. Според Romagosa et al. (1996) някои генотипове проявяват силно специфична реакция към конкретни екологични условия, т.е. показват превъзходни хрктеристики при определена среда, но се представят слабо при други условия. Следователно това би затруднило идентифицирането на по-добрите, които биха повторили отличното си представяне и при други условия (Kebede et al., 2017).

Друга констатация, следваща от получените резултати е, че през всички години на изследването, с изключиние на първата и втора вегетация, DM/DP и № 9 Syn доказано формират по-висок добив на зелена маса, спрямо сорт Приста 3. Достоверни превишения за № 3AS са установена през четвъртата и петата година. По отношение на среден годишен добив суха маса, стойностите сочат недоказаност на разликите между DM/DP, № 9 Syn и № 3AS и достоверно превъзходство на образците над стандарта.

reported that variation in plant height was associated with genotypic differences and explained that this characteristic was influenced by the different response of a given genotype to growing conditions and technologies. In this regard, this morphological trait as a major yield component, is often used as a criterion when choosing superior genotypes in an early stage of selection (Tucak et al., 2008).

Data evidently showed there were no significant differences in the number of stems per unit area between the accessions studied. From the consistency of results in respect performance of genotypes over years (equal stems formation potential) it can be assumed this characteristic were not significantly influenced by effects of genotype x environment interaction due to relatively uniform growing conditions during the experimental years.

According to Romagosa et al. (1996) some genotypes had a highly specific response to certain environmental conditions, i.e. they have shown superior performance under given environmental but perform poorly under other conditions. Therefore this would make it difficult to identify the better ones who would repeat their excellent performance under other conditions (Kebede et al., 2017).

Another finding accrued from the results was DM/DP and № 9 Syn produced a higher yield of green mass compared to Prista 3 in all years of the study, except first and second growing season. Considerable excesses for № 3AS were established in the fourth and fifth years. The mean annual dry matter yield values indicated that the differences between DM/ P, № 9 Syn and № 3AS were no significant and confirmed superiority of the accessions over the standard.

Вземайки под внимание факта, че през петата година на отглеждане на люцерната са получени относително високи средноаритметични стойности за проучваните характеристики можем да заключим, че проучените образци люцерна се отличават с висока жизненост и висок генетичен потенциал за добив свеж фураж и суха маса.

Taking into account the fact that relatively high mean values for the studied characteristics were obtained in the fifth year of alfalfa growing, we can conclude that the studied alfalfa samples are characterized by high vitality and high genetic potential both for fresh forage and dry matter yield.

ИЗВОДИ

Между проучваните образци няма достоверни различия в степента на фенотипна проява на показателя брой стъбла на единица площ.

Образец DM/DP доказано формира по-високи растения от стандарта сорт Приста 3 и № 3AS.

По добив зелена маса DM/DP и № 9 Syn превишават Приста 3, съответно с 6,7% и 6,8%, а по добив на суха маса, съответно с 11,3% и 8,5%.

Високата фенотипна експресия на наблюдаваните количествени характеристики определя DM/ DP и № 9 Syn като важен генетичен ресурс в селекционните програми за висока фуражна продуктивност.

Образците са ценна зародишна плазма по отношение стабилност на добива през годините и могат да бъдат използвани като компонент при формирането на поликросни питомници.

CONCLUSIONS

There are no significant differences between the accessions studied in the degree of phenotypic expression of stems number per unit area.

DM/DP accession produced higher plants than Prista 3 standard variety and № 3AS.

DM/DP and № 9 Syn significantly exceeded Prista 3 regarding green mass yield by 6,7% and 6,8%, respectively and in dry matter yield by 11,3% and 8,5%, respectively.

The high phenotypic expression of the observed quantitative characteristics determined DM/DP and № 9 Syn as an important genetic source in the breeding for high forage productivity.

The accessions are valuable germplasm for the breeding in relation to yield stability over years and can be used as a major component in the polycross nursery formation.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Annicchiarico, P.**, 2009. Coping with and Exploiting Genotype-by-Environment Interactions. In 'Plant breeding and farmer participation'. (Eds S Ceccarelli, EP Guimarães, E Weltizien), pp. 519-564.
2. **Annicchiarico, P., B. Barrett, E.Ch. Brummer and B.A.H. Marshall**, 2015. Achievements and Challenges in Improving Temperate Perennial Forage Legumes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 327-380. http://dx.doi.org/10.1080/07352689.2014.898462
3. **Arab, S.A., M.H. El Shal and N.M. Hamed**, 2015. Evaluation of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Germplasm for Yield and Yield Component Traits. *Egypt. J. Agron.*, 37(1), 5, 69-78.
4. **Bouton, J.H.**, 2012. Breeding Lucerne for Persistence. *Crop and Pasture Science*, 63, 95-106.
5. **Bozhanska, T.**, 2017, Study on perennial legume-grass mixtures in the conditions of the Central Balkan mountain. *Banat's Journal of Biotechnology*, VIII(15), 34-42. DOI: 10.7904/2068–4738–VIII(15)–3

6. **Churkova, B.**, 2011. Correlations Dependence and Degree of Variation between Yield and Some Morphological Parameters in Birdsfoot Trefoil (*Lous corniculatus* L.) Accessions. *Bulg. J. Agric. Sci*., 17, 437-441.
7. **Faridullah, F., A. Alam, S. Yamamoto, N. Khan and T. Honna**, 2009. Screening for Agronomic Performance of Six Indigenous Cultivars of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) at Karina Northern Areas of Pakistan. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* (EJEAFChe.), 8, 950-968.
8. **Flajoulot, S., J. Ronfort, P. Baudouin, P. Barre, T. Huguet, C. Huyghe and B. Julier**, 2005. Genetic Diversity among Alfalfa (*Medicago sativa*) Cultivars Coming from a Breeding Program, Using SSR Markers. *Theoretical Applied Genetics,* 111, 1420-1429.
9. **Gultekin, R., I. Inal, M. Avci and S. Kızıl Aydemir**, 2011. Determination of Yield Performance of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties in Different Parts of Cukurova Region. In: IX. Field Crops Congress. September 12-15, Bursa, Turkey, pp. 1851-1854
10. **Katepa-Mupondwa, F.M., B.R. Christie and T.E. Michaels**, 2002. An Improved Breeding Strategy for Autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Euphytica,* 123, 139-146.
11. **Kebede, G., G. Assefa, F. Feyissa, A. Mengistu, T. Tekletsadik, M. Minta and M. Tesfaye**. 2017. Biomass Yield Potential and Herbage Quality of Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) Genotypes in the Central Highland of Ethiopia. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)*, 3(1), 14-26. http://dx.doi.org/10.20431/2454-6224.0301003
12. **Kertikova, D.**, 2008. The newest achievements in lucerne breeding in Bulgaria. In: Proceedings: Breeding 08. 24-27 November, Novi Sad, Serbia, pp. 509-512.
13. **Lamb, J.F.S., C.C. Sheaffer, L.H. Rhodes, R.M. Sulc, D.J. Undersander and E.C. Brummer**, 2006. Five decades of alfalfa cultivar improvement: impact on forage yield, persistence and nutritive value. *Crop Science*, 46, 902–909.
14. **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. DOI: 0.2298/GENSR1003485M
15. **Naydenova, G.**, 2016. Combining Ability of Genotypes of Red Clover with Regard to Summer Productivity. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 53(1/3), 49-52.
16. **Naydenova, G. and T. Bozhanska**, 2020. Breeding Assessment of Polycros Progeny of Elite Genotypes of Red Clover (*Trifolium pratense* L*.). Banat's Journal of Biotechnology*, *XI(21), 5-11.* DOI: 10.7904/2068–4738–XI(21)–5
17. **Naydenova, G., V. Vasileva and D. Mitev**, 2015. Productivity of Bulgarian Grazing Ecotypes of Perennial Legumes. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 18(6), 972-982.
18. **Oten, M, S. Albayrak, S. Kiremitci and M. Turk**, 2018. Determination of Forage Yield and Quality Parameters of Some Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Genotypes in the Mediterranean Region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(11), 7627-7633.
19. **Riday, H. and E.C. Brummer**, 2005. Heterosis in a Broad Range of Alfalfa Germplasm. *Crop Science,* 45(1), 8-17.
20. **Romagosa, I., S.E. Ullrich, F. Han and P.M. Hayes**, 1996. Use of the Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Model in QTL Mapping for Adaptation in Barley. *Theoretical and Applied Genetics*, 93, 30–37.
21. **Strabanović, R., R. Stanisavljević, L. Ducanović, D. Postić, J. Marcović, V. Gavrilović and N. Dolovac**, 2017. Variability and Correlation of Yield and Forage Quality in Alfalfa Varieties of Different Origin. *Journal of Agricultural Sciences*, 23, 128-137.

22. **Sulas, L, A. Franca, S. Caredda**, 2000. Persistence and Regeneration Mechanisms in Forage Legumes. In: Proceedings of the 10th meeting of the FAO-CIHEAM, vol. 45, pp. 311.
23. **Tesfaye, M., K.A.T. Silverstein, B. Bucciarelli, D.A. Samac and C.P. Vance**, 2006. The Affymetrix Medicago Gene Chip® Array is Applicable for Transcript Analysis of alfalfa (*Medicago sativa*). *Functional Plant Biology*, 33, 783-788.
24. **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.
25. **Welu, G.**, 2016. Development and Applications of Synthetic Varieties in Crop Improvement. *International Journal of Engineering Development and Research*, 4(2), 424-429. https://www.ijedr.org/papers/IJEDR1602077.pdf

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (5), 64-74
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Оценка на риска от развитие на резистентност на *Bruchus pisorum* при фуражен грах към пиретроиди

Ивелина Николова

Институт по фуражните култури, ул. Генерал Владимир Вазов, 89, 5800 Плевен, България

Assessment of the Risk of Developing *Bruchus pisorum* Resistance in Forage Pea to Pyrethroids

Ivelina Nikolova

Institute of Forage Crops, General Vladimir Vazov 89, 5800 Pleven, Bulgaria
E-mail: imnikolova@abv.bg

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Граховият зърнояд, *Bruchus pisorum* L. е основен неприятел при *Pisum sativum* L. в световен мащаб и настоящите практики за контрол зависят основно от използването на химически инсектициди, но но значителен брой активни вещества на пиретроиди проявяват инсектицидна устойчивост. Затова целта на това проучване е да се определи рискът от развитие на устойчивост на *Bruchus pisorum* към широко използвани пиретроди при фуражен грах. Използван е метода за изпитване на контактна токсичност на препаратите при нанасянето им върху субстрата. Установено е, че инсектицидните препарати Фюри, Карате Зеон и Децис се отличават с бързо инициално действие и висока токсичност срещу възрастните индивиди на граховия зърнояд и са подходящи за извеждане на борба преди яйцеснасяне. Пиретроидът Нуреле Д на база циперметрин и хлорпирифос-етил проявява незадоволителна токсичност и наличие на резистентност спрямо граховия зърнояд. Коефициентът на ко-

SUMMARY

The pea weevil, *Bruchus pisorum* L. is a major insect pest of *Pisum sativum* L. worldwide and current control practices mainly depend on the use of chemical insecticides, but a considerable number of active substances of pyrethroids have shown insecticide resistance.

Therefore, the aim of this study was to determine the risk of developing *B. pisorum* resistance to widely used pyrethroids in forage pea. The Method of testing of contact toxicity of the preparations in application to the substrate was used.

It was found that the Fury, Karate Zeon, and Decis insecticides exhibited rapid initial action and high toxicity against pea weevil adults and are suitable for control before weevil oviposition.

The cypermethrin and chlorpyrifos-ethyl-based Nurelle E showed unsatisfactory toxicity and the presence of resistance to pea weevil. The correlation coefficient equals 0.877, indicating a moderately strong

релация от 0.877 показва умерено силна връзка между време и токсичност.

Ключови думи: *Bruchus pisorum*, пиретроиди, устойчивост

relationship between toxicity effect and time.

Key words: *Bruchus pisorum,* pyrethroids, resistance

УВОД

Граховият зърнояд, *Bruchus pisorum* L. е основен неприятел при *Pisum sativum* L. в световен мащаб и настоящите практики за контрол зависят основно от използването на химически инсектициди, които могат да причинят неблагоприятно въздействие върху околната среда и човешкото здраве. Най-често срещаните стратегии за химичен контрол на зърнояда са периодично прилагане на контактни пестициди в граховите полета или фумигация на семената (Aryamanesh et al., 2012). Синтетици като ацетамиприд, пиретроиди и органофосфатни инсектициди се използват обикновено като контактни инсектициди за контрол на граховия зърнояд (Reddy et al., 2018).

Различни проучвания разкриват проблемите, свързани с употребата на пестициди, като излагане на рискове от пестициди и развитие на устойчивост на зърнояди към инсектициди (Kamanula et al., 2011; Pretty and Bharucha, 2015).

Резистентността срещу инсектициди е пример за динамичен еволюционен процес, при който при третирани популации на неприятеля възникват случайни мутации, благоприятстващи неговата защита срещу тези продукти. В тази връзка е постигнат бърз напредък в характеризирането и разбирането на такива адаптации (Foster et al., 2012).

В литературата са цитирани значителен брой активни вещества на пиретроиди, които показват устойчивост спрямо насекоми вредители. van Emden и Harrington (2017) съобщават за умерени нива на пиретроидна резистентност на смучещи вредители (алфа-циперметрин, бета-цифлутрин, циперметрин, делтаметрин, ламбда-цихалотрин, тау-флувалинат и зета-циперметрин) в

INTRODUCTION

The pea weevil, *Bruchus pisorum* L. is a major insect pest of field pea, *Pisum sativum* L. worldwide and current control practices mainly depend on the use of chemical insecticides that can cause adverse effects on the environment and human health.

Periodic application of contact-pesticides to pea fields or fumigation of the harvested seed are the most common strategies for chemical control of B. pisorum (Aryamanesh et al., 2012). Chemicals such as acetamiprid, pyrethroids, and organophosphate insecticides are commonly used as contact insecticides to pea weevil control (Reddy et al., 2018).

Various studies have shown the problems associated with pesticide use, such as exposure to pesticide risks and development of insecticide resistance from bruchids (Kamanula et al., 2011; Pretty and Bharucha, 2015).

Insecticide resistance is an example of a dynamic evolutionary process in which chance mutations conferring protection against insecticides are selected for in treated populations. In this regard, rapid advances have been made in the characterization and understanding of such adaptations (Foster et al., 2012).

A considerable number of active substances of pyrethroids have been cited in the literature, that have shown resistance to insect pests. van Emden and Harrington (2017) reported moderate levels of pyrethroid resistance of sucking pests (alpha-cypermethrin, beta-cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, lambda-cyhalothrin, tau-fluvalinate, and zeta-cypermethrin) in laboratory studies. Authors лабораторни изследвания. Авторите предполагат отсъствие на ефективност при полски третирания. Foster et al. (2012) съобщават за биологични анализи, разкриващи висока устойчивост на делтаметрин срещу зърнена листна въшка (*Sitibion avenae*), а Davies et al. (2007) докладват за умерени нива на пиретроидна резистентност на ламбда-цихалотрин към този вредител.

Годишен доклад по проект (2017 г.) в Обединеното кралство съобщава, че ламбда-цихалотринът и тау-флувалинатът (пиретроиди) не трябва да се използват за контрол на *Malachius aeneus* и *Sitona lineatus*, поради механизъм, основан на метаболизма, който е отговорен за проявена резистентност. В доклада също се посочва, че пиретроидната резистентност е еволюирала при други три неприятели във Великобритания: *Bruchus rufimanus*, *Ceutorhynchus assimilis* и *Phyllotreta striolat*.

На практика развитието на инсектицидна устойчивост несъмнено допринася за цялостното увеличаване на прилагането на химични продукти при културите със значително въздействие върху околната среда. Въпреки това, устойчивите насекоми продължават да влияят на производителността на селското стопанство. Единствено наблюдението, характеризирането и прогнозирането на появата и разпространението на устойчивост може да допринесе за използване на съществуващи химически инструменти по устойчив начин.

Според Dhawan и Peshin, (2009) неблагоприятните ефекти, дължащи се на сегашната висока зависимост от химични инсектициди, като например развитието на инсектицидна устойчивост, дават тласък за интегриран контрол на неприятелите.

Целта на това проучване е да се определи рискът от развитие на устойчивост на *Bruchus pisorum* към широко използвани пиретроди при фуражен грах.

supposed a lack of efficiency in field sprays.

Foster et al. (2012) communicated that bioassays showed high resistance to deltamethrin against grain aphid (*Sitibion avenae*), while Davies et al. (2007) reported moderate levels of pyrethroid resistance of lambda-cyhalothrin to that pest.

Annual Project Report (2017) in the UK reported that lambda-cyhalothrin and tau-fluvalinate (pyrethroids) should not be used for controlling *Malachius aeneus* and Sitona lineatus because of a metabolic-based mechanism which was responsible for pyrethroid resistance.

The report also states that pyrethroid resistance has evolved in three other beetle pests in the UK: *Bruchus rufimanus*, *Ceutorhynchus assimilis* and *Phyllotreta striolat*.

In practical terms, the evolution of insecticide resistance has undoubtedly contributed to overall increases in the application of chemicals to crops with significant implications for the environment. Despite that, resistant insects continue to affect agricultural productivity.

Only be monitoring, characterizing and predicting the appearance and spread of resistance can contribute to use existing chemical tools in a sustainable manner.

According to Dhawan and Peshin, (2009) the adverse effects due to the current high dependency on chemical insecticides, such as the development of insecticide resistance have provided the impetus for integrated pest management (IPM).

The aim of this study was to determine the risk of developing *Bruchus pisorum* resistance to widely used pyrethroids in forage pea.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е проведен в лабораторията по ентомология през 2017 и 2018 г. Биологичният материал е с произход от естествената популация на *Bruchus pisorum* в Опитното поле на ИФК, Плевен. За борба с възрастното насекомо преди яйцеснасяне са изпитани пет продукта от групата на пиретроидите, включени в списъка на разрешени продукти за употреба от Национална служба за растителна защита към Министерство на земеделието и храните (Таблица 1).

MATERIAL AND METHODS

The experiments were conducted in the laboratory of entomology of the Institute of Forage Crops (IFC), Pleven during the period 2017–2018. The biological material originated in the natural population of the pest in the experimental fields of IFC. For the adult individuals' control before oviposition five products of pyrethroid group were tested (Table 1). They are included in the licensed pesticide list for use by the National Plant Protection Service of the Ministry of Agriculture and Food.

Таблица 1. Характеристика на инсектицидните препарати
Table 1. Characteristics of insecticidal products

Insecticides Инсектициди	Active substance, group Активно вещество, група	Dose/Доза (g, ml da^{-1})
Nurelle D Нуреле Д	50 g/l cypermethrin + 500 g/l chlorpyrifosethyl 50 g/l циперметрин + 500 g/l хлорпирифос-етил	40 ml
Duet 530 EC Дует 530 ЕС	50 g/l cypermethrin + 480 g/l chlorpyrifos-ethyl 50 g/l циперметрин + 480 g/l хлорпирифос-етил	50 ml
Karate Zeon Карате Зеон	50g/l cyhalothrin lambda 50g/l ламбда-цихалотрин	30 ml
Decis 2.5 EC Децис 2.5 ЕС	25 g/l deltamethrin 25 g/l делтаметрин	80ml
Fury 10 EC Фюри 10 ЕС	100 g/l zeta-cypermethrin 100 g/l зета-циперметрин	10 ml

Използван е метода за изпитване на контактна токсичност на препаратите при нанасянето им върху субстрата (Dochkova, 1982;, 1987). Кръгчета от филтърна хартия с големината на дъното на ентомологичните блюда, в които се извършва изпитването, се потапят в разтвор на изпитвания препарат за 3-5 минути. След пълното им изсъхване са поставяни на дъното на блюдото. Във всяко блюдо са поставяни по 10 насекоми уловени непосредствено преди изпитването и блюдото е покривано с тензух. След като насекомите престоят/пропълзят върху третираната филтърна хартия 1 час, се прехвърлят в чисти блюда, които пред--варително са заредени с чисти филтърни кръгчета и тензух. Отчитането се извършва след: 1, 3, 5, 24 и 48h. Отчитат се: брой живи, агонизиращи и умрели индивиди. Работи се в четири

The Method of testing of contact toxicity of the preparations in application to the substrate was used (Dochkova, 1982; 1987). Circles of filter paper with the size of the bottom of the entomological Petri dishes, in which the test was performed, were immersed in a solution of the preparation tested for 3–5 min. After complete drying, they were placed at the bottom of the petri dish. In each petri dish 10 insects, caught just before the test, were placed and the Petri dish was covered with cheesecloth. Once the insects stayed/crawled for an hour over the treated filter paper, they should be replaced to clean Petri dishes that were preliminary covered with clean filter circles and cheesecloth. The reading was done after 1, 3, 5, 24 and 48 h. The following characteristics were registered: numbers of alive, agonizing and dead individuals. The experiment was started in повторения с две контроли – суха и мокра. Контролата е показател за здравното състояние на популацията.

Ефикасността на препаратите е изчислена по формулата на Abbott (1925):

four replications with two controls–dry and wet. The control was an indicator of the health status of the population.

The effectiveness of the preparations was calculated by the formula of Abbott (1925):

$$E = \frac{X - Y}{X} * 100$$

където:
Е – токсичност,%
Х – брой живи индивиди преди третирането
Y – брой живи индивиди след третирането

Математическата обработка на данните е направена с помощта на софтуерната програма Statgraphics Plus (1995) за Windows версия 2.1.

where:
E – toxicity, %,
X – number of alive individuals before the treatment,
Y – number of alive individuals after treatment

Mathematical data processing was made via software program Statgraphics Plus (1995) for Windows version 2.1.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от проведеното изпитване на пет инсектицидни продукта срещу възрастните индивиди на *B. pisorum* (Таблица 2) през 2017 показват, че синтетичнят пиретроид Фюри доказано се отличава с най-бързо инициално действие и висока токсичност един час след третиране (95.3%), следван от Карате Зеон и Децис (85.0 и 80.3% съответно) ($F_{4,2}$=2.420, *p*=0.025). Пиретроидите Фюри и Карате Зеон надвишават 99% смъртност на неприятеля на третия час с незначителни разлики по между си ($F_{4,2}$=1.605, *p*<0.001), докато Децис доказано проявява по-слаба токсичност. Тенденцията на петия час се запазва, като Децис предизвиква доказано по-ниска смъртност спрямо Фюри ($F_{4,2}$=1.829, *p*=0.087). През следващите 24 и 48 часа Карате Зеон, Децис и Фюри надвишават 99.5% токсичност, като разликите между тях са минимални ($F_{4,2}$=1.350, *p*=0.027 и $F_{4,2}$=1.403, *p*<0.001, съответно).

Незадоволителни са резултатите при използване на Нуреле Д, където през първите пет часа смъртността е ниска и достига едва 50%, като недостатъчно повишение до 66% се наблю-

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the studied five insecticidal products against adult individuals of B. pisorum (Table 2) in 2017 showed that the synthetic pyrethroid Fury had the fastest initial action and high toxicity one hour after treatment (95.3%), followed by Karate Zeon and Decis (85.0 and 80.3% respectively) ($F_{4,2}$=2.420, *p*=0.025). The Fury and Karate Zeon pyrethroids exceed 99% of the weevil's mortality by the third hour, with negligible differences between them ($F_{4,2}$ = 1.605, *p*<0.001), while Decis exhibited significantly lower toxicity. The trend of the fifth hour was maintained, and Decis causing significantly lower mortality compared Fury ($F_{4,2}$ = 1.829, *p*= 0.087).

Over the next 24 and 48 hours, Karate Zeon, Decis, and Fury exceeded 99.5% toxicity, and the differences between them are minimal ($F_{4.2}$ = 1.350, *p*= 0.027 and $F_{4.2}$ = 1.403, *p*<0.001, respectively).

Unsatisfactory were results using Nurelle D, where during the first five hours mortality was low and reached only 50%, such as an insufficient increase to 66% was observed at 48 hours after treatment.

дава на 48[ия] час след третиране. Дует проявява сравнително по-слабо инициално действие, но на 24[ия] и 48[ия] час токсичността е висока и надвишава 80%.

Необходимо е да се отбележи, че до 5[тия] час след прилагане на Фюри неприятелят се намира в състояние на агония, като в следващите часове процентът на смъртност достига 100% и всички индивиди са загинали. Агонията при граховият зърнояд, третиран с Карате Зеон и Децис продължава по-продължително време, до 24[ия] час, като процентът мъртви индивиди преобладава над тези в агония 24 часа след третиране. През 48[ия] час при двата продукта всички зърнояди са мъртви, докато при Дует част от индивидите продължават да са в агония.

Органофосфорно-пиретроидният инсектицид Нуреле Д проявява най-бавно действие. Резултат от неговото прилагане е преобладаване на агонизиращи възрастни, включително и 48 часа след третиране, като мъртви зърнояди се регистрират единствено на 48[ия] час.

Duet exhibited relatively less initial action, but on 24th and 48th hour the toxicity was high and exceeded 80%.

It should be noted that up to the 5th hour after Fury use, the weevil was in agony state, such as mortality rates reaching 100% in the following hours, and all individuals have died.

Agony in pea weevil treated with Karate Zeon and Decis lasted for a long time to the 24[th] hour, and the percentage of dead adults prevailed over those in agony 24 hours after treatment. In the 48th hour, in both products, all bruchids were dead, while in the Duet, some individuals remained in agony.

The organophosphorus-pyrethroid insecticide Nurelle D had the lowest activity. The result of its application was a predominance of agonizing adults, including 48 hours after treatment, and dead bruchids being recorded only at the 48th hour.

Таблица 2. Токсичност на някои пиретроиди срещу имаго на *Bruchus pisorum* (%), 2017

Table 2. Toxicity of some pyrethroids against imago of *Bruchus pisorum* (%), 2017

Insecticides Инсектициди	Toxicity / Токсичност									
	1*		3		5		24		48	
Nurelle D/Нуреле Д	25.3	a**	42.5	a	50.0	a	63.3	a	65.7	a
Duet 530 EC/Дует 530 ЕС	50.4	b	60.0	b	75.0	b	82.6	b	85.3	b
Karate Zeon/Карате Зеон	85.0	d	99.5	d	99.5	cd	99.6	c	99.7	c
Decis 2.5 EC/Децис 2.5 ЕС	80.3	c	91.5	c	97.8	c	99.6	c	99.7	c
Fury 10 EC/Фюри 10 ЕС	95.3	e	99.9	d	99.9	d	100.0	c	100.0	c

Legend: *1 hour after treatment; 1 час след третиране; **Means in each column followed by the same letters are not significantly different (p<0.05); Средните стойности във всяка колона, обозначени с една и съща буква не са статистически доказани (p<0.05)

Резултатите през 2018 година следват тенденция, очертана през предходната година. Фюри показва доказано най-бързо инициално действие и висока токсичност един час след третиране (95.9%), следван последователно от Карате Зеон и Децис с доказани разлики ($F_{4,2}$=1.920, p=0.100) (Таблица 3). През следващите отчетни

The results in 2018 followed a trend outlined in the previous year. Fury showed the fastest initial action and high toxicity one hour after treatment (95.9%), followed sequentially by Karate Zeon and Decis and differences between them were significant ($F_{4,2}$ = 1,920, p= 0.100) (Table 3).

Over the next reporting hours, although

часове независимо, че Фюри проявява най-висок токсичен ефект и смъртност, достигаща 100%, следван от Карате Зеон, то разликите между двата продукта са минимални. Висок токсичен ефект се установява и след използване на Децис (над 91%), въпреки отчетената статистически по-ниска смъртност на зърнояда на 3[тия] и 5[ти] час след третиране ($F_{4,2}$=2.040, p=0.016, $F_{4,2}$=1.106, p<0.001, съответно). Действието на Децис се изравнява с това на Фюри и Карате Зеон на 24[ия] и 48[ия] час след прилагане ($F_{4,2}$=0.817, p<0.001, $F_{4,2}$=1.350, p=0.099, съответно).

Използването на Нуреле Д е свързано с незадоволителна смъртност през първите пет часа, която слабо надвишава 50%, като на 48[ия] час в условията на лабораторния опит резултатите не са обещаващи и предполагат наличие на резистентност на граховия зърнояд към активното вещество циперметрин + хлорпирифос-етил.

Междинно положение заема прилагането на Дует.

Fury exhibited the highest toxic effects and mortality rates of up to 100%, followed by Karate Zeon, the differences between the two products were minimal. A high toxic effect was observed after Decis use (over 91%), although statistically lower mortality of B. pisorum was observed at the 3rd and 5th hours after treatment ($F_{4,2}$ = 2,040, p= 0.016, $F_{4,2}$ = 1,106, p<0.001, respectively). The Decis effect equaled that of Fury and Karate Zeon at the 24th and 48th hours after treatment ($F^{4,2}$ = 0.817, p<0.001, $F_{4,2}$ = 1.350, p= 0.099, respectively).

The use of Nurelle D was associated with unsatisfactory mortality slightly exceeding 50%, in the first five hours. The results were not promising at 48 hours in the laboratory test and suggest that pea weevil resistance to the active substance cypermethrin + chlorpyrifos-ethyl was present.

The intermediate position occupied the application of Duet.

Таблица 3. Токсичност на някои пиретроиди срещу имаго на *Bruchus pisorum* (%), 2018

Table 3. Toxicity of some pyrethroids against imago of *Bruchus pisorum* (%), 2018

Insecticides / Инсектициди	Toxicity / Токсичност									
	1*		3		5		24		48	
Nurelle D/Нуреле Д	26.8	a**	43.6	a	51.7	a	63.3	a	65.6	a
Duet 530 EC/Дует 530 ЕС	52.2	b	60.5	b	75.5	b	82.2	b	84.5	b
Karate Zeon/Карате Зеон	86.4	d	99.6	d	99.8	d	99.8	c	99.8	c
Decis 2.5 EC/Децис 2.5 ЕС	81.1	c	91.9	c	98.1	c	99.7	c	99.8	c
Fury 10 EC/Фюри 10 ЕС	95.9	e	99.9	d	100.0	d	100.0	c	100.0	c

Legend: *1 hour after treatment; 1 час след третиране; **Means in each column followed by the same letters are not significantly different (p<0.05); Средните стойности във всяка колона, обозначени с една и съща буква не са статистически доказани (p<0.05)

Неприятелят се намира в състояние на агония до 3[тия] час след прилагане на Фюри, Карате Зеон и Децис, като в следващите часове индивидите загиват. Агонията при граховият зърнояд, третиран с Дует, продължава по-продължително време, основно до 5[тия] час, като единични екземпляри се отчитат и на 24[ия] час. Прилагането на Нуреле Д е

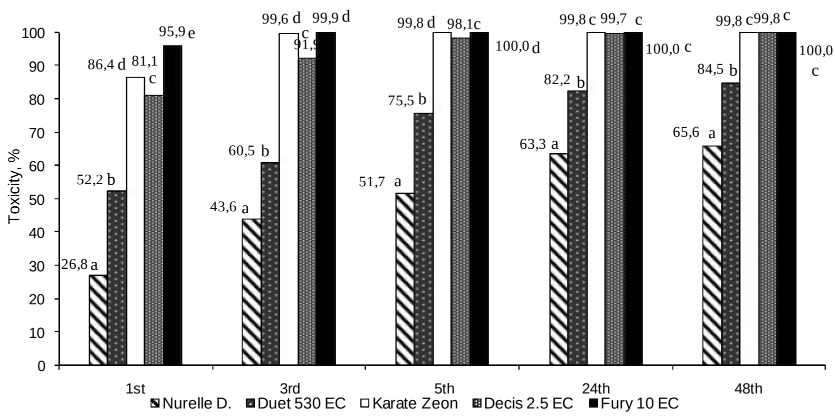
The adults were in agony until the 3rd hour after the application of Fury, Karate Zeon, and Decis, and in the following hours, individuals died. The agony of Duet-treated pea weevil lasted longer, mainly until the 5th hour, and single agony bruchids were recorded at the 24th hour. Application of Nurelle D was primarily related to the predominance свързано основно преобладаване на агонизиращи възрастни индивиди, включително и 48 часа след третиране, като мъртви зърнояди са регистрирани единствено на $48^{ия}$ час.

Осреднениете резултати на Фигура 1 затвърждават очертаната тенденция за доказан най-висок инициален токсичен ефект на Фюри до $3^{тия}$ час включително ($F_{4,2}$=1.147, p=0.042, $F_{4,2}$=1.117, p=0.081, съответно) и доказано по-високата смъртност на възрастните зърнояди при Фюри, Карате Зеон и Децис на $24^{ия}$ и $48^{ия}$ час след третиране ($F_{4,2}$=0.872, p=0.056, $F_{4,2}$=0.709, p<0.001, съответно). Прилагането на Дует е свързано със задоволителна токсичност включително на 5тия час, следвана от висока такава през останалите часове, независимо от по-ниските абсолютни стойности спрямо горните три продукта.

of agonizing adult individuals, including 48 hours after treatment. Dead adults were recorded only at the 48th hour.

The averaging results in Figure 1 confirmed the outlined tendency for the highest Fury initial toxic effect up to the 3rd hour inclusive ($F_{4,2}$ = 1,147, p= 0.042, $F_{4,2}$ = 1,117, p= 0.081, respectively) and the higher mortality of adult pests at Fury, Karate Zeon and Decis on the 24th and 48th hour after treatment ($F_{4,2}$=0.872, p=0.056, $F_{4,2}$=0.709, p<0.001, respectively).

Duet application was associated with satisfactory toxicity including the 5th hour, followed by high toxicity over the remaining hours, regardless of the lower absolute values compared to the above three products.



Фиг. 1. Токсичност на някои пиретроиди срещу *Bruchus pisorum* (%), средно
Fig. 1. Toxicity of some pyrethroids against Bruchus pisorum (%), average

Нуреле Д има слабо инициално действие, като 24 и 48 часа след третиране токсичността не е достатъчно задоволителна. Имайки предвид лабораторния характер на проучването, се очаква смъртността при полски условия да заема още по-ниски стойности. Този факт засилва хипотезата за наличие на резистентност на продукта спрямо *B. pisorum*, което налага необходимостта изследванията да продължат

Nurelle D had a low initial effect, and 24 and 48 hours after treatment toxicity was not satisfactory enough. Considering the laboratory character of the study are expected mortality under field conditions to borrow considerably lower values.

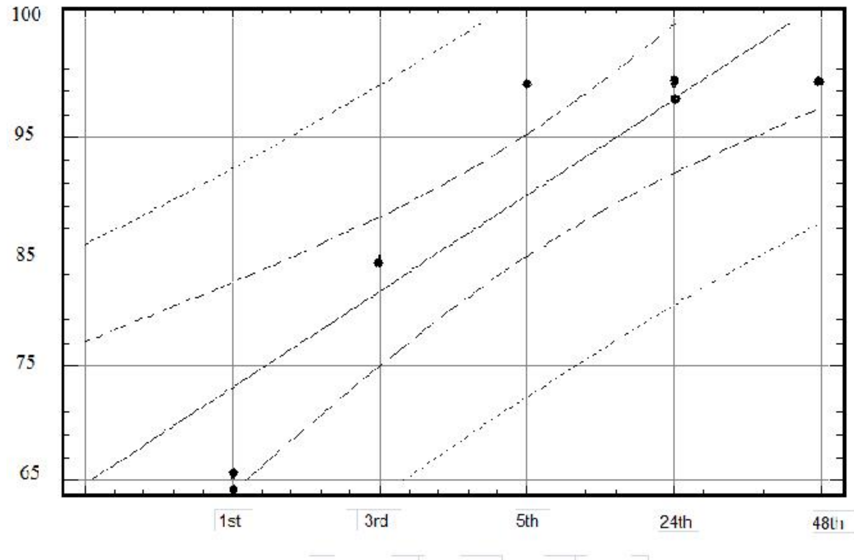
That fact reinforces the hypothesis of Nurelle resistance to *B. pisorum*, necessitating the need for continued studies при полски условия, за да се потвърди риска от развитие на резистентност към този пиретроид.

Фигура 2 показва резултатите от изграждането на линеен модел, който разкрива зависимостта между токсичен ефект (Е, %) и време (Т). Уравнението на представения модел е следното:

under field conditions to confirm the risk of resistance developing to that pyrethroid.

Figure 2 showed the results of fitting a linear model to describe the relationship between toxicity effect (E, %) and time (T). The equation of the fitted model was:

$$E = 64.71 + 8.41 * T$$



Фиг. 2. Линеен модел на регресионен анализ
Fig. 2. Linear model of regression analysis

Приложеният регресионен анализ (ANOVA) в Таблица 4 показва, че взаимодействието между времето и смъртността на *B. pisorum* има доказаност при ниво на достоверност 99%. Коефициентът на корелация от 0,877 показва умерено силна връзка между двете величини.

The applied regression analysis (ANOVA) in Table 4 shows that the interaction between the time and B. pisorum mortality had a significant effect at the 99% confidence level. The correlation coefficient equals 0.877, indicating a moderately strong relationship between the variables.

Таблица 4. Регресионен анализ (ANOVA)
Table 4. Regression analysis (ANOVA)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1414.56	1	1414.56	26.63	0.0009
Residual	424.962	8	53.1202		
Total (Corr.)	1839.52	9			

Пиретроидните съединения са широко използвани за борба с неприятелите, като много видове, включител-

Pyrethroid compounds have been widely used to control insect pests, and many species have developed resistance но граховия и фасулевия зърнояд, са развили устойчивост към тях (Foster, 2015). Smart (2015) съобщава, че многократната употреба на пиретроидни инсектициди и липсата на алтернативни инсектицидни начини на действие водят до поява на резистентност.

В допълнение, има доказателства, че видовете бобови имат специфични фитотоксични въздействия върху насекомите, които ги атакуват (Sandrine et al., 2007). Gbaye et al. (2011) описва влиянието на температурата и фитохимичните свойства на някои бобови растения върху чувствителността на три вида от род *Callosobruchus* (Coleoptera: Chrysomelidae) към инсектициди. Авторът заключава, че ефектът на източника на храна се дължи отчасти на потомствения гостоприемник, в зависимост от вида. Когато потомственият гостоприемник е същият като настоящия гостоприемник, толерантността към инсектициди е по-висока.

Настоящото проучване дава възможност да се предостави актуална информация на производителите и агрономите за контрол на граховия зърнояд, включително и мерки за най-добри практики за ограничаване на риска от устойчивост.

to pyrethroids, including, the pea and bean weevil (Foster, 2015). Smart (2015) reported that repeated use of pyrethroid insecticides and the lack of alternative insecticide modes of action led to resistance occurrence.

Additional, there is evidence that legume species have specific phytotoxic effects on insects that colonize them (Sandrine et al., 2007). Gbaye et al. (2011) described the effects of temperature and phytochemical properties of some legumes on the susceptibility of three species of the genus *Callosobruchus* (Coleoptera: Chrysomelidae) to insecticides. The author concluding that the food source effect was partially due to the ancestral host, depending on the species. When the ancestral host was the same as the current host, tolerance to insecticides was higher.

The present study is enabling to give up-to-date information to producers and agronomists for managing pea weevil, including best practice measures to limit the risk of resistance build-up.

ИЗВОДИ

- Оценен е риска от от развитие на резистентност на ключов неприятел при фуражен грах към широко използвани пиретроиди.
- Установено е, че инсектицидните препарати Фюри, Карате Зеон и Децис се отличават с бързо инициално действие и висока токсичност срещу възрастните индивиди на *Bruchus pisorum* и са подходящи за извеждане на борба преди яйцеснасяне.
- Пиретроидът Нуреле Д на база циперметрин и хлорпирифос-етил проявява незадоволителна токсичност и наличие на резистентност спрямо граховия зърнояд.

CONCLUSIONS

- The risk of developing resistance to a key pest for forage pea to widely used pyrethroids was assessed.
- The Fury, Karate Zeon, and Decis insecticides exhibited rapid initial action and high toxicity against B*ruchus pisorum* adults and are suitable for control before weevil oviposition.
- The cypermethrin and chlorpyrifos-ethyl-based Nurelle E showed unsatisfactory toxicity and the presence of resistance to pea weevil.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Annual Project Report, 2017. Monitoring and managing Insecticide Resistance in UK Pests.
2. **Aryamanesh, N., O. Byrne, D.C. Hardie, T. Khan, K.H.M. Siddique and G. Yan**, 2012. Large-scale Density-based Screening for Pea Weevil Resistance in Advanced Backcross Lines Derived from Cultivated Field Pea (Pisum sativum) and Pisum fulvum. *Crop Past. Sci*., 63, 612-618.
3. **Davies, T.GE, L.M. Field, P.N.R. Usherwood and M.S. Williamson**, 2007. DDT, Pyrethrins, Pyrethroids and Insect Sodium Channels. *IUBMB Life,* 59, 151-162.
4. **Dochkova, B.**, 1982. The Alfalfaleaf Cutter Bee Megachile rotundata F. (=pacifica Pz.) (Hymenoptera, Megachilidae) V.Toxic Effect of Some Insecticides. *Plant Science*, XIX(4), 92-98 (Bg).
5. **Dochkova, B.**, 1987. Toxic Effect of Some Insecticides on Megachile rotundata F. (Hymenoptera; Megachilidae). *Soil Science, Agrochemistry and Plant Protection*, XXII(5), 103-107.
6. **Foster, S.**, 2015. Weevils Found to Be Developing Resistance to Insecticide. Horticulture Week. 12 June 2015. http://www.hortweek.com/weevils-found-developingresistance-insecticide/plant-health/article/1350649.
7. **Foster, S. P., D. Paliwal, J.L. Martin and M.S. Williamson**, 2012. Evolution of Knock-down Resistance to Pyrethroids in Grain Aphids (Sitobion avenae) in the UK. Crop Protection in Southern Britain. *Aspects of Applied Biology,* 117, 95-96.
8. **Gbaye, O.A., J.C. Millard, and G.J. Holloway**, 2011. Legume Type and Temperature Effects on the Toxicity of Insecticides to the Genus Callosobruchus (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research,* 47, 8-12.

https://potatoes.ahdb.org.uk/sites/default/files/publication_upload/Resistance%20monitoring%202017%20Report.pdf

9. **Kamanula, J., G.W. Sileshi, S.R. Belmain, P. Sola, B.M. Mvumi, G.K.C. Nyirenda, S.P. Nyirenda and P.C. Stevenson**, 2011. Farmers' Insect Pest Management Practices and Pesticidal Plant Use in the Protection of Stored Maize and Beans in Southern Africa. *International Journal of Pest Management,* 57, 41-49.
10. **Pretty, J. and Z.P. Bharucha**, 2015. Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa. *Insects*, 6, 152-182; doi:10.3390/insects6010152.
11. **Reddy, G.V.P, A. Sharma and R.L. Gadi**, 2018. Biology, Ecology, and Management of the Pea Weevil (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 111, 4. 161–171.
12. **Sandrine, L., B. Delobel, F. Gressant, G. Duport, O. Diol, I. Rahioui, H. Charles and I. Rhabe**, 2007. Broad Screening of the Legume Family for Variability in Seed 212 Insecticidal Activities and for the Occurrence of the A1b-like Knottin Peptide Entomotoxins. *Phytochemistry*, 68, 521-535.
13. **Smart, L.E.**, 2015. Development of Field Trial Methodology to Assess Short-term Effects of Pesticides on Arthropods in Arable Crops. *Crop Protection*, 8, 169-180.
14. **van Emden, V.H. and R. Harrington**, 2017. Aphids as Crop Pests, 2nd Edition. CAB International.