Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (4), 44-61 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Продуктивност на семена на клонове червена власатка (*Festuca rubra* L.) в поликрос

Анелия Кътова

[1]*Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, България*

Seed Productivity of Red Fescue Clones (*Festuca rubra* L.) in Polycross

Aneliya Katova

Institute of Forage Crops, 5800 Pleven, Bulgaria
E-mail: katova66@abv.bg

Original scientific paper

Received: 28.06.2019 *Accepted:* 30.08.2019 *Published:* 07.10.2019

РЕЗЮМЕ

Червената власатка е ценна многогодишна житна трева, подходяща за създаване на екстензивни пасища и декоративни цели. Отличава се с добра продуктивност на фураж през лятото, поради издръжливост на засушаване и на бедни и сухи почви. Има забавено инициално развитие, но формира фин и плътен чим. През 2014 г. в Института по фуражните култури - гр. Плевен са създадени два поликросни питомника с цел рандомизирано и равностойно кръстосване и опрашване на вегетативно размножени родителски клонове от червена власатка. Използвана е следната схема за всеки от тях: 30 отбрани клонове са размножени в 4 повторения – общо 120 растения при разстояние 50x50 cm. Осигурена е изолационна ивица от зимна ръж. През периода 2014-2017 г. са реколтирани семена от всеки клон и е отчетена продуктивността на семена (g). Представени са средни, минимални, максимални стойности, стандарни отклонения и вариационни коефициенти по

SUMMARY

Red fescue is a valuable perennial grass, suitable for the creation of extensive pastures and decorative purposes. Featuring good yields of fodder in the summer due to drought resistance and poor and dry soils. It has a slow initial development but forms a fine and dense sward. In 2014 at the Institute of Forage Crops - Pleven were created two polycrosses were established for the purpose of randomized and equivalent crossing and pollination of vegetatively propagated parent clones of red fescue.

The following scheme was used for each of them: 30 selected clones were propagated in 4 replicates - a total of 120 plants at a distance of 50 x 50 cm. An isolating strip of winter rye is provided.

During the period 2014-2017, seeds from each clone were harvested and the productivity of seeds and its components was taken into account: weight of seeds (g). Mean, minimum, maximum values, standard deviations, and variation показатели, родителски компоненти и години. По метода на Fransis and Kannenberg (1978) с параметри средна продуктивност на семена и среден вариационен коефициент са отбрани генотипове от всеки поликрос, превишаващи средните стойности за поликроса средно за четири последователни години. Установени са клоновете с най-висока продуктивност по години и общо за периода на проучването. Общо 13 генотипове червена власатка представляват интерес за отбора, като 9 с по-висока и стабилна продуктивност на семена от средната за периода стойност за първи поликрос са: 28, 23, 15, 13, 19, 18, 21, 24 и 9. За втори поликрос са 15 генотипове с интерес за отбора, като 6 с по-висока и стабилна продуктивност на семена са: 27, 11, 10, 15, 14 и 21. Отбраните клонове с най-висока и стабилна продуктивност на семена ще участват като родителски компоненти за формиране на синтетични популации, в следващи кръстоски и ще се съхраняват като генофонд.

Ключови думи: червена власатка, клонове, поликрос, продуктивност, семена, вариационен коефициент

coefficient, by traits, parent components, and years are presented. According to method of Fransis and Kannenberg (1978) with mean seed productivity parameters and average variation coefficient, genotypes of each polycross exceeding the average polycross values were selected averaged over four consecutive years. Clones with the highest productivity by years and total over the survey period were identified. A total of 13 genotypes of red fescue are of interest to the breeding, and 9 with higher and more stable seed productivity than the average for the first polycross period are: 28, 23, 15, 13, 19, 18, 21, 24 and 9. For the second polycross, there are 15 genotypes of interest to the breeding, and 6 with higher and more stable seed productivity are: 27, 11, 10, 15, 14 and 21. Selected clones with the highest and most stable seed productivity will participate as parent components for the formation of synthetic populations, in subsequent crosses and will be stored as a gene pool.

Key words: red fescue, clones, polycross, productivity, seeds, coefficient of variation

УВОД

Род *Festuca* включва разнообразни треви, компоненти на естествени, постоянни и интензивни пасища, ливади, тревни площи и ландшафт. Фините власатки представляват група многогодишни треви на прохладния климат, търговски и стопански ценни за фуражни, тревни, пейзажни и декоративни цели (Peeters, 2004; Boelt and Studer, 2010; Rognli et al., 2010). Те имат много фини и тесни листа, които минимизират загубата на вода чрез транспирация и им осигуряват добра устойчивост на суша. Те понасят сянка, суша, ниско pH (5,5–6,5) и ниско плодородие на почвата (Beard 1973, Hanson et al. 1969) и изискват малко или никакви допълнителни вложения на торове или допълнително напояване (Ruemmele et

INTRODUCTION

The genus *Festuca* L. involve very diverse grasses which are important components of natural, permanent, and intensively managed grasslands, lawns, and turfs, and are used for conservation purposes. Fine fescues are a group of cool season perennial grasses that are commercially and agronomically valued for forage, turf, landscape, and ornamental purposes (Peeters, 2004; Boelt and Studer, 2010; Rognli et al., 2010). Fine fescues have very fine and narrow leaves that minimize the water loss through transpiration and give them good drought tolerance. Fine fescues tolerate shade, drought, low pH (5.5–6.5), and low soil fertility (Beard 1973, Hanson et al. 1969), and require little to no additional inputs of fertilizer or al., 1995; Ruemmele et al., 2003). Тези треви се използват предимно в производството на чимове, поради ниската им поддръжка и други агрономически характеристики. В техните местообитания, които включват райони от прохладния климат на Европа, Азия и Северна Америка, фините власатки се появяват на трайни пасища, използвани за фураж.

Родът *Festuca* L. е разпространен предимно в умерените зони на двете полукълба; най-изобилен в цялото Северно полукълбо (Jenkin 1959; Sampoux and Huyghe, 2009). Червената власатка (*Festuca rubra* L.) е ценна многогодишна житна трева, подходяща за създаване на екстензивни пасища и декоративни цели. Отличава се с добра продуктивност на фураж през лятото, поради издръжливост на засушаване и на бедни и сухи почви. Има забавено инициално развитие, но формира фин и плътен чим (Katova, 2008; St. John et al., 2012).

Общата цел на програмата за селекция за декоративни нужди е да се създаде сорт, чиито чимове са визуално привлекателни и подходящи по предназначение. Освен това за успеха на всеки сорт е от първостепенно значение, той да е търговски устойчив в дългосрочен план. Наред с производителността на чимове този успех зависи от потенциала за производство на семена от сорта. Отборът за добив на семена трябва да бъде интегриран в програми за създаване на нови сортове (Duller et al., 2010).

Селекционните цели за фини власатки зависят от това дали фокусът е върху фураж или върху използване за затревяване. Например, селекционерите може да искат високо съдържание на фибри, защото се подобрява толерантността към износване, докато селекционерите в направление за фураж искат ниско съдържание на фибри, тъй като е свързано с подобрена усвояемост (Vogel et al., 1989; Katova and

supplemental irrigation (Ruemmele et al. 1995; Ruemmele et al., 2003). These grasses are predominantly used in the turf industry owing to their low maintenance and other agronomic features.

The genus *Festuca* L. is distributed mostly in the temperate zones of both hemispheres; most abundant all around the Northern Hemisphere (Jenkin 1959; Sampoux and Huyghe, 2009). In their native habitats, that include cool season regions of Europe, Asia, and North America, fine fescues occur on permanent grasslands used for forage. Red fescue (*Festuca rubra* L.) is a valuable perennial grass, suitable for the creation of extensive pastures and decorative purposes. Featuring good yields of fodder in the summer due to drought resistance and poor and dry soils. It has a slow initial development but forms a fine and dense sward (Katova, 2008; St. John et al., 2012).

The overall objective of a turfgrass breeding programme is to produce a variety which, under turf management, is both visually appealing and fit for purpose. In addition it is paramount to the success of any grass variety that it is commercially sustainable in the long term. Along with turf performance this success depends on the variety’s seed production potential.

Selection procedures for seed yield need to be integrated into variety selection programmes (Duller et al., 2010).

Breeding goals in fine fescues depend on whether the focus is on forage or on turf use.

For example, turf breeders may want high fibre content because it improves wear tolerance whereas forage breeders want low fibre content as it is associated with improved digestibility (Vogel et al., 1989; Katova and Naydenova, 2017).

Naydenova, 2017). Най-големи усилия за селекция на фини власатки са насочени към използване за декоративни цели, с устойчивост на утъпкване и износване, възможност за чимообразуване и качества на чима. Индивидуалният отбор на клонове подобрява селекцията за устойчивост на болести при фините власатки. Тези растения обикновено се поддържат в продължение на 1-2 години на височина 5 cm, преди да бъдат избрани елитни клонове за по-нататъшна селекция въз основа на качеството на чима (т.е. фина текстура на листата, висока плътност на издънките, тъмнозелен цвят, чисто качество на косене) и отсъствието на болести (Bonos et al. 2006).

Сортовете на видове власатки са или подобрени популации, разработени чрез фенотипна селекция на екотипове, или селекционни популации, или синтетици. Синтетиците обикновено се изграждат от родителски клонове или остатъчни семена след тестване на потомството (Casler и Brummer, 2008). Фенотипната оценка на клоновете е била и се използва в селекцията на власатките.

Основен метод в селекционните програми при създаването на синтетични сортове е поликрос (Posselt, 2010). Клоновият отбор обикновено е ефективен за признаци с висока наследямост, като дата на изметляване и чувствителност към болести, но е малко вероятно да бъде ефективен за признаци, демонстриращи генотип × взаимодействия с околната среда, като добива и дълготрайността. Повечето от най-ранните сортове власатки са създадени по този начин (Hopkins et al. 2007). Най-старият скандинавски, а вероятно и европейски сорт „Svalöfs Sena" от Швеция е от 1917 г., а някои от по-новите сортове все още се създават от екотипове (Fjellheim и Rognli, 2005).

Производството на семена е една от важните стъпки в селекцията

Most breeding efforts in fine fescues are targeted to turf use. Single clone selection has improved the selection for disease resistance in several turfgrass species including fine fescues.

These plants are typically maintained for 1–2 years at a height of 5 cm before superior clones are selected for further improvement based on turf quality (i.e., fine leaf texture, high shoot density, dark green colour, clean mowing quality) and the absence of disease (Bonos et al. 2006).

The varieties of the fescue species are improved populations, developed by phenotypic selection of ecotypes or breeding populations or synthetics. Synthetics are usually constructed from parental clones or remnant seed following progeny testing using families, and this is sometimes combined with among-and-within family selection (Casler and Brummer, 2008). Phenotypic evaluation of clones has been and is being used in fescue breeding.

The main method in the breeding programs for the creation of synthetic varieties is polycross (Posselt, 2010). Clonal selection is usually effective for traits with high heritability, like heading date and disease susceptibility, but is unlikely to be effective for traits demonstrating genotype × environment interactions like herbage yield and persistency. Single clone selection has improved the selection for disease resistance in several turfgrass species including fine fescues, seed increased, and finally cultivar(s) released. Most of the earliest fescue cultivars were developed in this manner (Hopkins et al. 2007). The oldest Nordic, and possibly also European, cultivar, 'Svalöfs Sena' from Sweden, dates back to 1917 and some of the newer cultivars are still developed from ecotypes (Fjellheim and Rognli 2005).

Seed production is one of the

на растенията след като търговската стойност на един сорт често се определя от капацитета му за добив на семена (Rognli, 2007; Boelt and Studer, 2010; Ivanska et al., 2018). Всички видове власатки имат двойно изискване за индукция на генеративно развитие; те се нуждаят от вернализация и/или кратки дни през есента, за да инициират репродуктивното развитие, и дълги дни и умерени температури за удължаване на стъблата и цъфтеж през пролетта (Heide, 1994).

Като цяло, малко селекция е била направена по отношение на добива на семената и компонентите на семената при фуражните треви. Следователно генетичните вариации и наследяемостта на признаците са големи (Rognli, 2007). Fang et al. (2004) изследва фенотипна и генотипна вариабилност за добива на семена и свързаните с него характеристики в 9 фамилии от ливадна власатка (*Festuca pratensis* Huds.), отглеждани на две места в Норвегия. Техните оценки за наследяемост в широк смисъл (h2) за характеристиките са най-високи (0,80) за добив на семена на растение, а добивът на семена на растение и репродуктивни компоненти, като тегло на семената на метлица и фертилност, показва най-големите генотипни коефициенти на вариация (GCV %), като е около 34%. Въпреки че, селекцията сама по себе си е предизвикателство, конкурентното производство на един сорт е силно свързано с неговия добив на семена. Следователно селекцията по качество не може да компрометира приемливия добив на семена. Като допълнително предизвикателство за селекционера има отрицателна зависимост между качеството на чима и добива на семената за много декоративни видове треви.

В България няма създаден и регистриран сорт червена власатка. В Институт по фуражните култури се поддържа работна колекция многогодишни житни треви и се работи по

important steps in plant breeding since the commercial value of a cultivar is often determined by its seed yield capacity (Rognli 2007; Boelt and Studer, 2010; Ivanska et al., 2018). All fescue species have a dual flower induction requirement; they need vernalization and/or short days in the autumn to initiate reproductive development, and long days and moderate temperatures for stem elongation and flowering in the spring (Heide 1994).

Generally, little selection has been exerted on seed yield and seed yield components in forage grasses. Therefore, genetic variation and heritability for these traits are large (Rognli 2007).

Fang et al. (2004) studied phenotypic and genotypic variation for seed yield and related traits in a full-sib family of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) grown at two locations in Norway.

Their estimates of broad sense heritabilities (h2) for the traits were highest (0.80) for seed yield per plant, and seed yield per plant and reproductive components like seed weight per panicle and fertility exhibited the largest genotypic coefficients of variation (GCV %), being around 34%.

While breeding is a challenge in and of itself, the competitive production of a variety is strongly correlated to its seed yield. Hence, breeding for quality cannot compromise an acceptable seed yield.

As an added challenge for the breeder, there is a negative correlation between turf quality and seed yield for many turfgrass species.

In Bulgaria there is no established and registered variety of red fescue. The Institute of Forage Crops maintains a working collection of perennial grasses and works on breeding programs, селекционни програми, включително и с вида *Festuca rubra* в междуродови кръстоски (Katova, 2015 a, b; 2016).

Целта е определяне на продуктивността на семена и елементите ú при клонове червена власатка, родителски компоненти в поликрос и отбор на най-продуктивните клонове, чийто семенни потомства да формират Syn 1 генерация.

including the species *Festuca rubra* in intergeneric crosses (Katova, 2015 a, b; 2016).

The aim is to determine seed productivity in red fescue clones, parental components in polycross, and a selection of the most productive and stable clones whose seed progeny form a Syn 1 generation.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През 2014 г. в Института по фуражните култури - гр. Плевен са създадени два поликросни питомника с цел рандомизирано и равностойно кръстосване и опрашване на вегетативно размножени родителски клонове от червена власатка. Използвана е следната схема за всеки от тях: 30 отбрани клонове са размножени вегетативно в 4 повторения – общо 120 растения при разстояние 50x50 cm. Осигурена е изолационна ивица от зимна ръж. През периода 2014-2017 г. са реколтирани семена от всеки клон и е отчетена продуктивността на семена, (g). Представени са средни, минимални, максимални стойности, стандарни отклонения и вариационни коефициенти по показатели, родителски компоненти и години.

Статистическа обработка на данните: Компютърната обработка на данните (чрез Excel, при P=0,05) включва дисперсионен анализ. Данните за продуктивност на семена са характеризирани с: гранични стойности (min и max), средна аритметична (x), стандартно отклонение (SD) и коефициент на вариране (CV, %). Варирането се счита за слабо, средно или силно при стойности на CV, съответно: до 10%; >10-20%, и >20 % (Dimova and Marinkov, 1999). По Fransis and Kannenberg (1978) с параметри средна продуктивност на семена и среден вариационен коефициент са отбрани генотипове от всеки поликрос, превишаващи средните стойности за колекциите в четири последователни години.

MATERIAL AND METHODS

In 2014 at the Institute of Forage Crops - Pleven, two polycrosses were established for the purpose of randomized and equivalent crossing and pollination of vegetative propagated parent clones of red fescue. The following scheme was used for each of them: 30 selected clones were propagated vegetative in 4 replicates – a total of 120 plants at a distance of 50x50 cm. An isolating strip of winter rye is provided. During the period 2014-2017, seeds from each clone were harvested and the productivity of seeds was taken into account: weight of seeds (g). Mean, minimum, maximum values, standard deviations, and variation coefficient, by traits, parent components, and years are presented.

Statistical Data Processing: Computer data processing (using Excel, at P=0.05) involves a dispersion analysis. Seed productivity data are characterized by: limit values (min and max), arithmetic mean (x), standard deviation (SD) and coefficient of variation (CV,%). Variation is considered poor, moderate or strong at CV values, respectively: up to 10%; >10-20%, and >20% (Dimova and Marinkov, 1999).

According method of Fransis and Kannenberg (1978) with mean seed productivity parameters and average variation coefficient, genotypes of each polycross exceeding the average polycross values were selected averaged over four consecutive years. As basic

Като основен критерий при отбора на елитни генотипове са използвани средните аритметични стойности по продуктивност на семена, g и CV, %.

criteria for selection of elite genotypes average arithmetic values of seed productivity, g and CV, % were used.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Установено е, че продуктивността на семена при червена власатка варира в зависимост от генотипа (сорт или екотип) и по години. Най-висока средногодишна продуктивност на семена при клонове червена власатка *от първи поликрос* се наблюдава през 2015 г., т.е. втора година от създаването на поликроса, следвана от 2016 – трета година и 2014 г. – първа с почти изравнени стойности, и най-ниска през 2017 г. – четвърта година – с пет до седем пъти по-ниска (Таблица 1). В подкрепа на нашите резултати, Yoder (2000) установява, че докато червената власатка е многогодишно растение, дълготрайността на семепроизводните посеви обикновено е кратка и продължава само една до две години. В редки случаи може да се реколтира трета година. Благодарение на способността си да развива къси кореница, черената власатка създава бързо чим. Производството на генеративни стъбла постепенно се потиска с напредване на възрастта и увеличаване на броя на вегетативните издънки, което прави по-старите посеви непродуктивни.

Наблюдава се силно вариране по генотипове (клонове). Максималната стойност за продуктивност на семена е 40,17 g за клон 28 (2015 г.) (Таблица 1). Средно за период от 4 години средната продуктивност на семена за първи поликрос е 6,14 g. Ma (2012) съобщава за близки средни стойности по продуктивност на семена от растение на генотипове червена власатка в САЩ – от 6,95 g до 7,87 g за 2009 г. и 0,07 g до 3,51 g за 2010 г.

RESULTS AND DISCUSSION

It has been established that the productivity of seeds in red fescue varies depending on the species, genotype (variety or ecotype) and years. The highest average annual seed productivity at the first polycrass red fescue clones was observed in 2015, i.e. the second year since the establishment of the polycross, followed by 2016 – the third year and 2014 – the first – with almost equal values, and the lowest in 2017 – the fourth year – by five to seven times lower (Table 1). In support of our results, Yoder (2000) established that while red fescue is a long-lived perennial, the seed production life of the stand is generally short, lasting only one to two years.

On rare occasions, a third year may be harvested. Due to its creeping ability, creeping red fescue tends to sod in quickly.

Seed head production is gradually suppressed as the stand ages and the number of vegetative tillers increases, making older stands unproductive.

Significant variations in genotypes (clones) are observed. The maximum productivity for seeds is 40.17 g for clone 28 (2015) (Table 1). On average, for a period of 4 years, the average seed productivity for the first polycross was 6.14 g. Ma (2012) reported close averages of plant seed productivity of red fescue genotypes in USA – from 6.95 g to 7.87 g in 2009 and from 0.07 g to 3.51 g in 2010.

Таблица 1. Средна продуктивност на семена и вариационни коефициенти на клонове червена власатка (*Festuca rubra* L.*)* в първи поликрос (2014-2017 г.)
Table 1. Average Seed Productivity and Coefficient of Variation of Red Fescue (*Festuca rubra* L.*)* Clones from First Polycross (2014-2017)

Година Year	2014		2015		2016		2017		Общо средно Total Average (2014 - 2017)	
Клон Clon n	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%
1. 2,1-2	1,75	37,04	7,24	78,50	5,87	67,95	0,44	131,88	**3,83**	**78,84**
2. 2,2-3	2,47	59,55	7,22	82,54	2,64	61,86	1,47	91,12	**3,45**	**73,77**
3. 2,3-2	0,56	107,05	6,79	46,18	1,62	113,40	0,21	113,83	**2,29**	**95,11**
4. 2,3-3	4,66	81,62	10,15	71,69	4,31	87,68	2,37	92,39	**5,37**	**83,34**
5. 2,4-1	16,05	192,02	4,67	50,85	1,15	125,64	0,90	93,89	**5,69**	**115,60**
6. 2,4-2	2,17	81,81	13,46	44,16	7,14	76,15	7,14	76,15	**7,47**	**69,57**
7. 2,4-3	10,60	70,99	12,68	56,65	7,06	79,39	2,96	76,73	**8,32**	**70,94**
8. 2,4-4	6,07	92,96	12,46	45,44	2,41	18,25	1,16	83,01	**5,52**	**59,92**
9. 2,5-1	3,73	90,03	11,15	32,69	11,15	36,79	0,42	42,60	**6,61**	**50,53**
10. 2,5-3	4,28	30,39	13,96	46,69	4,33	53,02	1,80	84,90	**6,09**	**53,75**
11. 2,5-4	2,39	42,07	6,57	77,78	1,78	2,79	0,75	22,63	**2,87**	**36,32**
12. 2,5-5	5,51	65,56	12,68	77,89	7,60	19,09	2,39	119,79	**7,04**	**70,58**
13. 3,1-2	3,41	21,12	21,83	18,78	4,71	24,78	3,31	40,98	**8,31**	**26,41**
14. 3,1-4	2,13	95,48	6,47	63,80	1,89	92,51	2,24	5,05	**3,18**	**64,21**
15. 3,1-5	2,42	40,97	28,04	31,11	5,91	66,04	2,42	95,89	**9,70**	**58,50**
16. 3,2-4	3,84	29,71	13,46	44,16	4,48	58,64	2,49	62,93	**6,07**	**48,86**
17. 3,2-5	0,75	46,21	7,89	133,02	2,00	0,00	0,92	0,00	**2,89**	**44,81**
18. 3,3-2	3,45	18,76	26,47	35,79	2,27	90,24	2,27	90,24	**8,61**	**58,76**
19. 3,3-3	1,41	26,59	20,89	33,53	5,15	30,98	3,13	77,33	**7,65**	**42,11**
20. 3,3-4	1,89	86,94	8,65	85,82	3,71	102,67	0,85	111,47	**3,77**	**96,73**
21. 3,4-2	3,59	39,03	18,14	12,53	3,12	74,23	2,75	113,62	**6,90**	**59,85**
22. 3,4-4	1,01	106,73	15,38	87,97	0,92	75,32	1,80	96,51	**4,78**	**91,63**
23. 3,5-3	3,53	41,59	28,79	11,80	6,52	67,31	1,82	47,11	**10,16**	**41,95**
24. 3,5-4	0,60	93,50	23,14	33,26	0,35	47,78	0,57	75,43	**6,16**	**62,49**
25. 3,5-5	0,59	71,86	8,39	47,37	0,40	31,82	0,12	0,00	**2,38**	**37,76**
26. 4,1-2	0,98	64,43	13,49	24,12	0,28	10,10	0,57	45,11	**3,83**	**35,94**
27. 4,1-3	2,67	44,93	25,93	42,55	3,04	94,61	1,60	94,41	**8,31**	**69,12**
28. 4,1-4	0,30	70,50	40,17	52,47	40,17	0,00	1,01	0,00	**20,41**	**30,74**
29. 4,2-2	0,68	132,70	9,21	87,34	0,68	131,02			**3,52**	**117,02**
30. 4,2-3	0,15	79,87	9,57	77,22	0,69	55,34	1,07	0,00	**2,87**	**53,11**
average	**3,12**	**68,73**	**14,83**	**54,46**	**4,78**	**59,85**	**1,76**	**68,45**	**6,14**	**63,28**
min	0,15	18,76	4,67	11,80	0,28	0,00	0,12	0,00	2,29	26,41
max	**16,05**	**192,02**	**40,17**	**133,02**	**40,17**	**131,02**	**7,14**	**131,88**	**20,41**	**117,02**
STDEV	3,27	37,24	8,51	27,15	7,19	36,77	1,39	40,13	3,53	23,43

В нашето проучване, последователно 12 генотипове (клонове) превишават средната продуктивност на семена за 2014 г. (3,12 g), като min е 0,15 g, а max 16,05 g (клон 5); за 2015 г. 10 клонове имат по-висока продук-

In our study, 12 genotypes (clones) in series exceeded the average yield of seeds for 2014 (3.12 g), with a minimum of 0.15 g and a maximum of 16.05 g (clone 5); for 2015, 10 clones have a higher yield than the average for тивност от средната за поликроса (14,83 g) при min е 4,67 g, а max 40,17 g (клон 28); за 2016 – 9 клонове превишават средната годишна продуктивност за поликроса (4,78 g, min е 0,28 g, а max 40,17 g (клон 28). През 2017 г. 14 клонове имат по-висока продуктивност от средната за поли-кроса (1,76 g) при min е 0,12 g, а max 7,14 g (клон 6). Средно за периода, средно за първи поликрос продуктив-ността на семена е 6,14 g, 13 клонове имат по-висока продуктивност от средната за поликроса при min е 2,29 g, а max 20,41 g (клон 28).

В Таблица 2 са ранжирани в низходящ ред клоновете на база средна продуктивност за целия период на проучването. На Фигура 1 е представено разпределението на клоновете по средна продуктивност на семена за целия период и CV, %. В първи квадрант са стабилните клонове с висока продуктивност на семена – 9 броя, а във втори квадрант са образците с висока продуктивност на семена, но с висок коефициент на вариация, т.е. нестабилни – 4 броя. Chastain (2019) при сравнение на стабилността на генотипове многогодишни житни треви по продуктивност на семена посочва, че едногодишният райграс се отличава с нисък коефициент на вариация – 9%, т.е. висока стабилност, докато пасищен райграс - 21% и тръстиковидна власатка - 30% са с висок коефициент на вариране по този признак, т.е. нестабилни. Общо 13 генотипове червена власатка представляват интерес за отбора. Отбрани са генотипове червена власатка с по-висока и стабилна продуктивност на семена от средната за периода на проучването стойност за първи поликрос: 28, 23, 15, 13, 18, 19, 21, 24 и 9 (Фигура 1).

polycross (14.83 g) at min e 4.67 g and max 40.17 g (clone 28); for 2016-9 clones exceeded the average annual productivity for polycross (4.76 g, min e 0.28 g, and max 40.17 g (clone 28). In 2017, 14 clones had a higher productivity than the average for polycross (1.76 g) at min 0.12 g and max 7.14 g (clone 6).

On average, for the first polycross for the period, seed productivity is 6.14 g, 13 clones have a higher productivity than the average for polycross at min 2.29 g and max 20.41 g (clone 28).

Table 2 shows the downward trend in average productivity for the entire survey period. Figure 1 shows the distribution of the clones by mean seed productivity for the whole period and CV,%. In the first quadrant are the stable clones with high seed productivity - 9 and in the second quadrant are the accessions with a high yield of seeds, but with a high coefficient of variation, i.e. unstable – 4 accessions. Chastain (2019), when comparing the stability of genotypes perennial grasses in seed productivity, indicates that the annual ryegrass is characterized by a low coefficient of variation of 9%, i.e. high stability, while perennial ryegrass – 21% and tall fescue – 30% have a high coefficient of variation on this trait, i.e. unstable. Ma (2012) reported a high coefficient of variation for seed productivity of red fescue from 34% to 59%, i.e. unstable. A total of 13 genotypes of red fescue are of interest to the breeding. Genotypes of red fescue with higher and stable seed productivity from the average for the period of the study were selected for the first polycross: 28, 23, 15, 13, 18, 19, 21, 24 and 9 (Figure 1).

Table 2. Ранжиране на клонове червена власатка (*Festuca rubra* L.*)* по продуктивност на семена в първи поликрос (2014-2017)
Table 2. Ranking of Red Fescue (*Festuca rubra* L.*)* by Average Seed Productivity in First Polycross (2014-2017)

Клон № Clon n	Средна продуктивност на семена Average seed productivity,g/plant	Средно CV, % Average CV, %
28	20,41	30,74
23	10,16	41,95
15	9,70	58,50
18	8,61	58,76
7	8,32	70,94
13	8,31	26,41
27	8,31	69,12
19	7,65	42,11
6	7,47	69,57
12	7,04	70,58
21	6,90	59,85
9	6,61	50,53
24	6,16	62,49
average	**6,14**	**63,28**
10	6,09	53,75
16	6,07	48,86
5	5,69	115,60
8	5,52	59,92
4	5,37	83,34
22	4,78	91,63
26	3,83	35,94
1	3,83	78,84
20	3,77	96,73
29	3,52	117,02
2	3,45	73,77
14	3,18	64,21
17	2,89	44,81
30	2,87	53,11
11	2,87	36,32
25	2,38	37,76
3	2,29	95,11

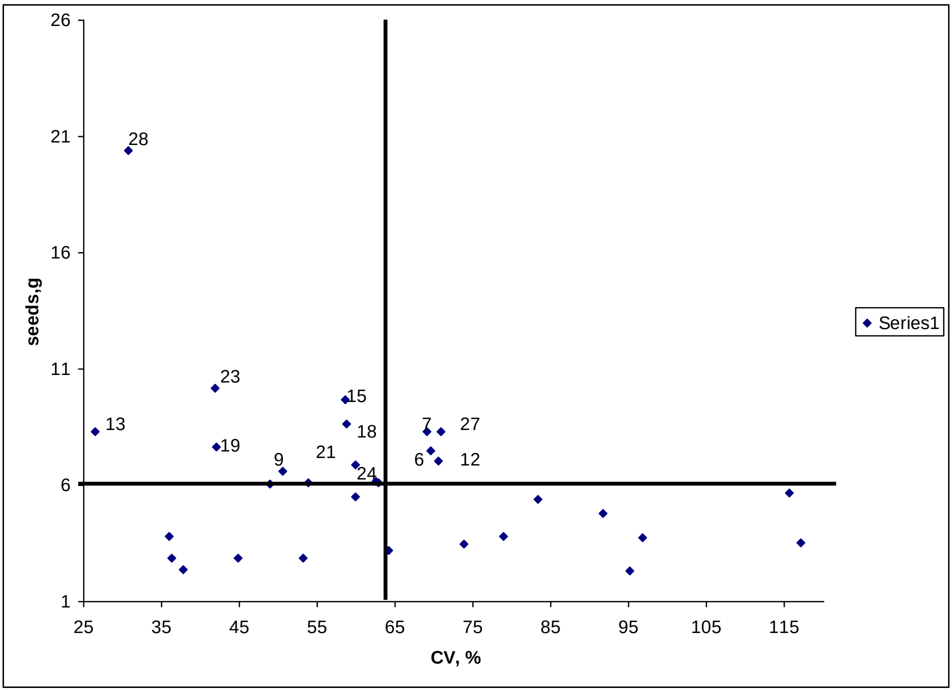


Fig. 1. Разпределение на клонове червена власатка по продуктивност на семена и стабилност - I поликрос
Fig. 1. Distribution of Red Fescue Clones by Seed Productivity and Stability - I polycross

Най-висока средногодишна продуктивност на семена при клонове червена власатка *от втори поликрос* се наблюдава през 2015 г., т.е. втора година от създаването на поликроса, следвана от 2016 – трета година и 2017 г. – четвърта с почти изравнени стойности, и най-ниска през 2014 г. – първа година – с четири до осем пъти по-ниска (Таблица 3). Наблюдава се силно вариране по генотипове (клонове). Максималната стойност за продуктивност на семена е 15,58 g за клон 10 (2015 г.) (Таблица 3).

The highest average annual productivity of seeds in red fescue clones of the second polycross was observed in 2015, the second year since the establishment of the polycross, followed by 2016 – the third year and 2017 – the fourth year with almost equal values, and the lowest in 2014 – the first year – by four to eight times lower (Table 3). Significant variations in genotypes (clones) are observed. The maximum yield for seeds is 15.58 g for clone 10 (2015) (Table 3).

Таблица 3. Средна продуктивност на семена и вариационни коефициенти на клонове червена власатка във втори поликрос (2014-2017 г.)
Table 3. Average Seed Productivity and Coefficient of Variation of Red Fescue (*Festuca rubra* L.) Clones from Second Polycross (2014-2017)

Година Year	2014		2015		2016		2017		Общо средно Total Average (2014 - 2017)	
Клон Clon n	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%	семена seeds,g	CV,%
1. 1,2-1	0,00	0,00	2,32	130,45	4,58		0,24	0,00	1,79	43,48
2. 2,2-1	0,19	95,17	14,29	39,21	7,21	93,90	1,60	114,90	5,82	85,80
3. 1,3-1	0,04	96,08	0,91	73,58	2,90	87,29	2,90	0,00	1,69	64,24
4.1,3-2	0,26	53,44	4,96	73,52	2,95	47,94	0,31	31,93	2,12	51,71
5. 1,3-3	0,57	129,16	5,62	56,61	5,07	42,13	4,38	99,08	3,91	81,74
6. 1,3-5	0,00	0,00	7,87	83,02	6,01	119,77	2,63	76,89	4,13	69,92
7. 1,4-1	0,15	102,41	12,47	36,66	1,51	58,51			4,71	65,86
8. 1,4-2	0,45	114,51	15,06	25,67	6,16	46,39	3,57	97,30	6,31	70,97
9. 1,4-5	0,20	86,27	5,91	69,26	2,29	25,07	0,84	0,00	2,31	45,15
10. 1,5-2	2,74	35,50	15,58	46,91	6,23	54,66	3,12	33,36	6,92	42,61
11. 2,1-1	1,35	68,08	11,72	82,90	10,93	49,43	4,40	45,00	7,10	61,35
12. 2,2-2	0,59	82,01	13,05	51,59	0,54		1,47	95,24	3,91	76,28
13. 2,2-4	1,32	58,34	12,10	40,89	13,89	89,48	3,29	70,51	7,65	64,80
14. 2,2-5	0,08	0,00	9,76	21,99	8,71	23,98	0,52	70,71	4,77	29,17
15. 2,3-1	0,55	39,33	13,59	23,13	3,89		4,00	125,48	5,51	62,65
16. 2,3-4	0,57	56,85	12,30	50,66	3,98	97,74	1,19	64,67	4,51	67,48
17. 2,3-5	0,24	95,94	2,20	70,51	2,74	84,65	1,16	112,04	1,58	90,78
18. 2,4-5	1,95	35,72	8,38	70,80	0,51		0,73	112,72	2,89	73,08
19. 2,4-2	0,89	44,21	4,00	53,31	0,81		1,92	62,61	1,90	53,38
20. 3,1-1	0,28	125,00	9,06	54,38	4,21	63,63	0,04	0,00	3,40	60,75
21. 3,1-3	1,48	49,90	14,30	36,73	1,24	20,97	0,96	120,69	4,50	57,07
22. 3,2-1	2,83	51,23	8,34	58,52	1,53	53,61	0,07	0,00	3,19	40,84
23. 3,2-2	1,33	44,05	11,36	94,54	2,65	68,86	3,37	56,86	4,68	66,08
24. 3,2-4	0,48	157,19	10,81	54,70	6,97	16,91	7,02	76,98	6,32	76,44
25. 3,3-5	0,03	115,47	5,60	87,94	2,88	58,97	0,76	81,88	2,32	86,06
26. 4,1-2	0,38	55,32	7,16	88,88	1,31	98,24	1,34	39,46	2,55	70,47
27. 3,4-3	2,42	21,99	14,28	10,85	13,33	52,85	10,68	35,62	10,18	30,33
28. 3,4-5	0,16	132,27	6,32	73,65	3,88	34,26			3,45	80,06
29. 3,5-2	0,14	127,00	9,93	92,29	8,74	45,89	0,26	81,59	4,77	86,69
30. 4,2-4	0,76	70,68	10,98	58,49	5,41	107,70	3,96	129,98	5,28	91,71
average	**0,75**	**71,44**	**9,34**	**60,39**	**4,77**	**61,71**	**2,38**	**65,55**	**4,31**	**64,77**
min	0,00	0,00	0,91	10,85	0,51	16,91	0,04	0,00	1,58	29,17
max	**2,83**	**157,19**	**15,58**	**130,45**	**13,89**	**119,77**	**10,68**	**129,98**	**10,18**	**91,71**
STDEV	0,82	42,30	4,13	25,90	3,56	28,70	2,36	41,81	2,04	17,11

Средно за период от 4 години средната продуктивност на семена за втори поликрос е 4,31 g. Последователно 10 генотипове (клонове) превишават средната продуктивност на

On average, for a period of 4 years, the average seed yield for the second polycross was 4.31 g. Sequentially, 10 genotypes (clones) exceeded the average yield of seeds for семена за 2014 г. (0,75 g), като min е 0,00 g, а max 2,83 g (клон 22); за 2015 г. 16 клонове имат по-висока продуктивност от средната за поликроса (9,34 g) при min е 0,91 g, а max 15,58 g (клон 10); за 2016 – 12 клонове превишават средната годишна продуктивност за поликроса (4,77 g, min е 0,51 g, а max 13,89 g (клон 13). През 2017 г. 11 клонове имат по-висока продуктивност от средната за поликроса (2,38 g) при min е 0,04 g, а max 10,68 g (клон 27) и 2 от клоновете са загинали или без семена. Средно за периода, средно за втори поликрос продуктивността на семена е 4,31 g, 13 клонове имат по-висока продуктивност от средната за поликроса при min е 1,58 g, а max 10,18 g (клон 27). В Таблица 4 са ранжирани в низходящ ред клоновете на база средна продуктивност за целия период на проучването. На Фигура 2 е представено разпределението на клоновете по средна продуктивност на семена за целия период и CV, %. В първи квадрант са стабилните клонове с висока продуктивност на семена – 6 броя, а във втори квадрант са образците с висока продуктивност на семена, но с висок коефициент на вариация, т.е. нестабилни – 9 броя. Общо 15 генотипове червена власатка представляват интерес за отбора. Отбрани са 6 генотипове червена власатка с по-висока и стабилна продуктивност на семена от средната за периода на проучването стойност за втори поликрос: 27, 10, 11, 14, 15 и 21 (Фигура 2).

2014 (0.75 g), with a minimum of 0.00 g and a maximum of 2.83 g (clone 22); for 2015, 16 clones have a higher productivity than the average for polycross (9.34 g) at min e of 0.91 g and max 15.58 g (clone 10); for 2016-12 clones exceeded the average annual productivity for polycross (4.77 g, min e 0.51 g and max 13.89 g (clone 13). In 2017, 11 clones had a higher productivity than the average for polycross (2.38 g) at min e 0.04 g and max 10.68 g (clone 27) and 2 of the clones died or no seeds.

On average, for the second period, the yield of seeds on seeds is 4.31 grams, 13 clones have a higher yield than the average for polycross at min. 1.58 g, and max 10.18 g (clone 27). Table 4 shows the downward trend in average productivity for the entire survey period.

Figure 2 shows the distribution of clones by mean seed productivity for the whole period and CV, %. In the first quadrant are the stable clones with high seed productivity – 6 and in the second quadrant are the accessions with a high yield of seeds, but with a high coefficient of variation, i. e. unstable – 9 items.

A total of 15 genotypes of red fescue are of interest to the breeding. Six genotypes of red fescue with higher and stable seed productivity were selected from the mean value of the second polycross: 27, 10, 11, 14, 15, and 21 (Figure 2).

Таблица 4. Ранжиране на клонове червена власатка (*Festuca rubra* L.) по средна продуктивност на семена във втори поликрос (2014-2017)
Table 4. Ranking of Red Fescue (*Festuca rubra* L.) by Average Seed Productivity in Second Polycross (2014-2017)

Клон № Clon n	Средна продуктивност на семена Average seed productivity,g /plant	Средно CV, % Average CV, %
27	10,18	30,33
13	7,65	64,80
11	7,10	61,35
10	6,92	42,61
24	6,32	76,44
8	6,31	70,97
2	5,82	85,80
15	5,51	62,65
30	5,28	91,71
14	4,77	29,17
29	4,77	86,69
7	4,71	65,86
23	4,68	66,08
16	4,51	67,48
21	4,50	57,07
average	**4,31**	**64,77**
6	4,13	69,92
12	3,91	76,28
5	3,91	81,74
28	3,45	80,06
20	3,40	60,75
22	3,19	40,84
18	2,89	73,08
26	2,55	70,47
25	2,32	86,06
9	2,31	45,15
4	2,12	51,71
19	1,90	53,38
1	1,79	43,48
3	1,69	64,24
17	1,58	90,78

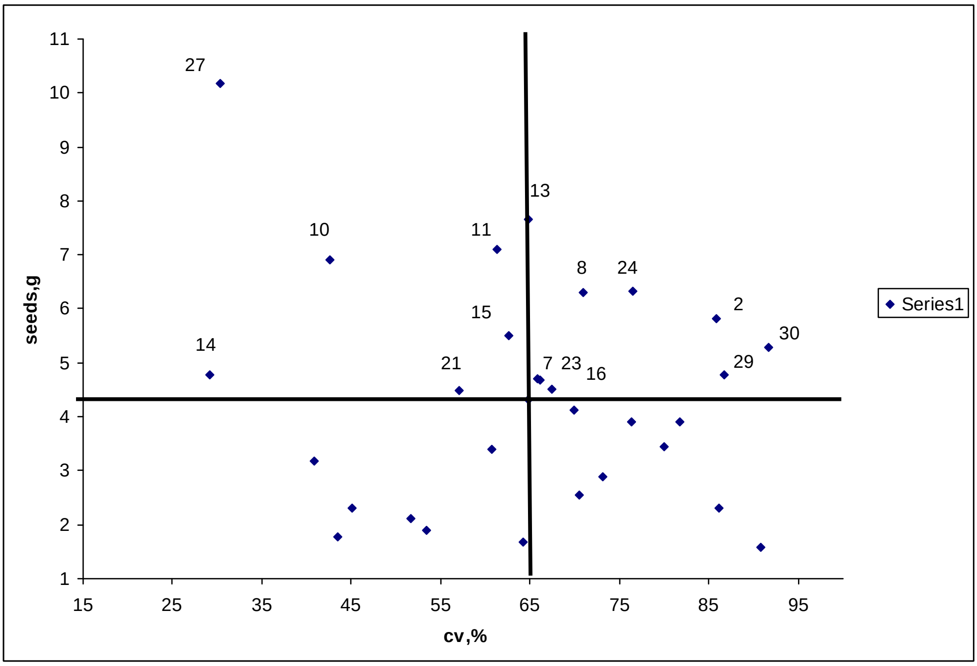


Fig. 2. Разпределение на клонове червена власатка по продуктивност на семена и стабилност - II поликрос
Fig. 2. Distribution of Red Fescue Clones by Seed Productivity and Stability - II polycross

При сравнение между двата поликроса по продуктивност на семена и дълготрайност на родителските компоненти се отчита по-висока средна продуктивност на семена в първи поликрос и по-голяма дълготрайност на родителските клонове, без отпадане на нито един от тях.

В заключение, въпреки големите колебания във продуктивността на семена, дължащи се на факторите на околната среда, има генетични вариации вътре и между поликросите за този признак, които биха могли да бъдат използвани чрез селекция.

Comparison between the two polycrosses on seed productivity and the durability of the parental components shows higher average seed productivity in the first polycross and greater persistency of parental clones, without dropping any of them.

In conclusion, despite the high fluctuations in seed productivity due to environmental factors, there are genetic variations within and between the polycrosses for this trait that could be used by selection.

ИЗВОДИ

1. Установено е, че продуктивността на семена при червена власатка варира в зависимост от генотипа (клон) и сезонни различия (години).
2. Установени са клоновете червена власатка с най-висока продуктив-

CONCLUSIONS

1. Seed productivity in red fescue has been found to vary with genotype (clone) and seasonal variations (years).

2. The red fescue clones with the highest seed productivity per year and a

ност на семена по години и общо за четири годишен период от два поликроса.

3. Най-висока продуктивност на семена средногодишно се отчита при клонове от първи поликрос червена власатка през 2015 г. с максимална стойност 40,17 g за клон 28.

4. Средните стойности за продуктивност на семена за 2015 г. (14,83 g) при червена власатка са по-високи, в сравнение с тези от 2014 г. (3,12 g), 2016 г. (4,67 g) и 2017 г. (1,76 g), съответно.

5. Отбрани са генотипове (клонове) червена власатка с по-висока продуктивност на семена от средногодишната стойност за поликросите.

6. Общо 13 генотипове червена власатка представляват интерес за отбора, като 9 с по-висока и стабилна продуктивност на семена от средната за периода стойност за първи поликрос са: 28, 23, 15, 13, 19, 18, 21, 24 и 9.

7. Общо 15 генотипове червена власатка представляват интерес за отбора, като 6 с по-висока и стабилна продуктивност на семена от средната за периода стойност за втори поликрос са: 27, 11, 10, 15, 14 и 21.

8. Клоновете с най-висока и стабилна продуктивност на семена ще участват като:

⇒ родителски компоненти за формиране на синтетични популации,

⇒ в следващи кръстоски и

⇒ ще се съхраняват като генофонд.

total of four years of two polycroses have been established

3. The highest seed productivity per annum is recorded at first polycross red fescue clones in 2015 with a maximum value of 40.17 g for clone 28.

4. The average yields for seed production in 2015 (14.83 g) for red fescue are higher than those of 2014 (3.12 g), 2016 (4.67 g) and 2017 (1.76 g), respectively.

5. Red fescue genotypes (clones) were selected with a higher seed yield than the average annual polycross value.

6. A total of 13 genotypes of red fescue are of interest to the breeding, with 9 with higher and stable seed productivity than the average for the period of the first polycross: 28, 23, 15, 13, 19, 18, 21, 24 and 9.

7. A total of 15 genotypes of red fescue are of interest to the breeding, with 6 with higher and stable seed productivity than the average for the period of the second polycross: 27, 11, 10, 15, 14 and 21.

8. The clones with the highest and stable seed productivity will participate as:

⇒ parental components for the formation of synthetic populations,

⇒ in subsequent crosses and

⇒ will be stored as a gene pool.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Beard, J.B.**, 1973. Turfgrass: Science and Culture. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ.

2. **Boelt, B. and B. Studer**, 2010. Breeding for Grass Seed Yield. In: B. Boller et al. (eds.) *Fodder Crops and Amenity Grasses*, Handbook of Plant breeding 5, Springer Science Business Media, LLC 2010, 161-174.

3. **Bonos, S.A., B.B. Clarke, and W.A. Meyer**, 2006. Breeding for Disease Resistance in Major Coolseason Turfgrasses. *Annu. Rev. Phytopathol*. 44: 213-234.

4. **Casler, M.D. and E.C. Brummer**, 2008. Theoretical Expected Genetic Gains for Among-and-Within-Family Selection Methods in Perennial Forage Crops. *Crop. Sci*. 48: 890-902.

5. **Chastain, T. G.**, 2019. Stability and Diversity, Crop 200 Crop Ecology and Morphology, OSU

6. **Dimova, D and E. Marinkov**, 1999. Experimental Case and Biometrics.

Academic Publishing of Agricultural University, Plovdiv, pp. 263, 137-138 (Bg).
7. **Duller, S., D. Thorogood and S.A. Bonos**, 2010. Breeding Objectives in Amenity Grasses. In: B. Boller et al. (eds.) Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant breeding 5, Springer Science Business Media, LLC 2010, 137-160.
8. **Fang, C., T.S., Aamlid, Ø. Jørgensen and O.A.Rognli**, 2004. Phenotypic and Genotypic Variation in Seed Production Traits within a Full-sib Family of Meadow Fescue (*Festuca pratensis* Huds.). *Plant Breed,* 123: 241-246.
9. **Fjellheim, S. and O.A. Rognli**, 2005. Genetic Diversity Within and Among Nordic Meadow Fescue (*Festuca pratensis* Huds.) cultivars based on AFLP markers. *Crop. Sci*., 45: 2081-2086.
10. **Francis, T.R. and L.W. Kannenberg**, 1978. Yield Stability Studies in short-Season Maize. I. A Descriptive Method for Grouping Genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58(10), 1029-1034.
11. **Hanson, A.A., F.V. Juska and G.W. Burton**, 1969. Species and Varieties. In: A.A. Hanson, F.V. Juska (eds.), Turfgrass science. Agron. Monogr. 14. ASA, Madison, WI, pp. 370-409.
12. **Heide, O.M.**, 1994. Control of Flowering and Reproduction in Temperate Grasses. *New Phytol*., 128: 347-362.
13. **Hopkins, A.A., M.C. Saha, and Z.-Y Wang**, 2007. Tall Fescue Breeding, Genetics, and Cultivars. In: H.A. Fribourg, D.B. Hannaway. (eds.), Tall Fescue On-line Monograph.
http://forages.oregonstate.edu/is/tfis/book.cfm?PageID=366&chapter=10&section=0
14. **Ivanska, M., D. Martyniak, M. Martyniak, and D. Gozdowski**, 2018. Multivariate Characteristics of Selected Grass Varieties for Seed Production. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, https: //doi.org/10.17221/186/2017-CJGPB.
15. **Jenkin, T.J.**, 1959. Fescue Species (Festuca L.). In Handbuch der Planzenzüchtung, 2. Aufl., Band IV. Paul Parey in Berlin und Hamburg, pp. 418-434.
16. **Katova, A.**, 2008. Study of Perennial Grasses Species and Varieties for Amenity Purposes. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 11(4), 744-757.
17. **Katova, A.**, 2015a. Comparative Progeny Testing in Intergeneric and Intraspecific Hybridization of Perennial Grasses. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 18(5), 802-815.
18. **Katova, A.**, 2015b. Progeny Testing in Intergeneric and Intraspecific Hybridization of Perennial Grasses by Characteristics for Vegetative Development. In: Jubilee Procceedings (history, science, practice), 90 years Soybean Experiment Station - Pavlikeni, DP, Editors: Georgiev, G., Todorova, R., Naydenova, G., Sabev, V., Agricultural Academy - Sofia, pp. 151-159.
19. **Katova, A.**, 2016. Progeny Testing in Intergeneric and Intraspecific Hybridization of Perennial Grasses by Characteristics for Generative Development. *Ecology and Future*, 15(4), 20-28.
20. **Katova, A. and Y. Naydenova**, 2017. Chemical Composition, Digestibility and Feeding Value of Accessions from Genus *Festuca*. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 20(3), 16-34.
21. **Ma, Y.**, 2012. Genetic Characterization of Fine-leaved Festuca valesiaca Germplasm and Evaluation of Their Relationship to the F. ovina complex, *All Graduate Theses and Dissertations*. 1352. https://digitalcommons.usu.edu/etd/1352
22. **Peeters, A.**, 2004. Wild and Sown Grasses: Profiles of a Temperate Species Selection: Ecology, Biodiversity and Use, FAO, Blackwell Publishing, Rome, pp. 311.
23. **Posselt, U.**, 2010. Breeding Methods in Cross-pollinated Species. In: B. Boller et al. (eds.) Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant breeding 5,

Springer Science Business Media, LLC, 38-87.
24. **Rognli, O. A., M. C. Saha, S. Bhamidimarri and S. van der Heijden**, 2010 Fescues. In: B. Boller et al. (eds.) Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant breeding 5, Springer Science Business Media, LLC 2010, pp. 137-160.
25. **Rognli, O. A.**, 2007. Genetic Analysis of Seed Yield Components. In: Proceedings of the XXVII'th EUCARPIA Symposium on Improvement of Fodder Crops and Amenity Grasses', Denmark, August 19-23, 2007, Copenhagen, Denmark, pp. 83-87. www.eucarpia.org/01sections/foddercrops/section_meetings2/sm2.html.
26. **Rognli, O. A., M. Nurminiemi and N. O. Nilsson**, 2000. Effects of Distance and Pollen Competition on Gene Flow in the Wind-pollinated Grass *Festuca pratensis* Huds. *Heredity*, 85: 550-560.
27. **Ruemmele, B.A., L.A. Brilman and D.R. Huff**, 1995. Fine Fescue Germplasm Diversity and Vulnerability. *Crop Sci*., 35: 313-316.
28. **Ruemmele, B.A., J. Wipff, L. Brilman and K. Hignight**, 2003. Fine-leaved Fescue Species. In: M.D. Casler, R.R. Duncan, (eds.), Turfgrass Biology, Genetics and Breeding. John Wiley & Sons, New York, pp. 129-174.
29. **Sampoux, J.-P. and C. Huyghe**, 2009. Contribution of Ploidy-level Variation and Adaptive Trait Diversity to the environmental Distribution of Taxa in the 'Fine-leaved Fescue' Lineage (*genus Festuca* subg. *Festuca*). *J. Biogeogr.*
DOI: 10.1111/j.1365-2699.2009.02133.x
30. **St. John, L., D. Tilley, P. Hunt and S. Wright**, 2012. Plant Guide for Red Fescue (*Festuca rubra*) USDA-Natural Resources Conservation Service, Plant Materials Center, Aberdeen, Idaho 83210. http://plants.usda.gov/ or http://plantmaterials.nrcs.usda.gov.
31. **Vogel, K.P., H.J Gorz and F.A. Haskins**, 1989. Breeding Grasses for Future. In: Sleper, D.A. et al. (ed.), Contributions from breeding forage and turfgrasses. CSSA Spec. Publ. 15. CSSA, Madison, WI, pp. 105-122.
32. **Yoder, C.**, 2000. Creeping Red Fescue Seed Production in the Peace River Region, Agri-Facts, Alberta Agriculture Food, 11, 2000, 1-19.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (4), 62-78 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Интегрирана растителна защита срещу насекомни вредители при люцерна. Агротехнически метод

Ивелина Николова

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

Integrated Plant Protection against Insect Pests in Alfalfa. Agrotechnical Method

Ivelina Nikolova

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

Review paper

Received: 01.04.2019 *Accepted:* 16.05.2019 *Published:* 07.10.2019

РЕЗЮМЕ

Програмата за интегрирано управление на вредителите при люцерна може да съдържа различни нива на сложност. В контекста на интегрираната растителна защита, агротехническият контрол на вредителите включва различни целенасочени и ефективни управленски решения, които могат да бъдат приспособени към специфични климатични условия и местообитания. В доклада е представен литературен преглед на агротехническите методи, които помагат да се създадат по-разнообразни условия на живот, по-добри условия за размножаване и разпространение на полезни видове, увеличаване на предлагането на хранителни вещества и т.н. Докладът е фокусиран върху проблеми, свързани с опазването на околната среда и ландшафта. При агротехническият контрол на вредители биологичното разнообразие на флората и фауната е по-голяма, отколкото при конвенционалното. В допълнение, разнообразието от култури е по-голямо, отколкото при конвенционално управляваните ферми.

SUMMARY

The integrated pest management program in alfalfa can contain different levels of complexity. In the context of integrated plant protection, agrotechnical pest control includes various targeted and effective management solutions that can be tailored to specific climatic conditions and habitats.

The report provided a literature overview of agrotechnical methods that support and improve the biodiversity of natural biotopes because they help to create more diversified living conditions, offer better conditions for reproduction and propagation of useful species, increase the supply of nutrients, etc.

The paper is more focused on problems of environmental and landscape protection. In agrotechnical insect pest control, the biodiversity of both flora and fauna, as well as the diversity of crops cultivated, is greater than in conventional farming.

Ключови думи: люцерна, интегрирана растителна защита, агретехнически метод, неприятели

Key words: alfalfa, integrated plant protection, agrotechnical method, insect pests

Програмата за интегрирано управление на вредителите може да съдържа различни нива на сложност. Prokopy (1993) очертава 4 нива като основното първо ниво комбинира различни тактики и методи срещу един вредител при една култура, докато най-високото четвърто ниво обхваща всички важни вредители по отглежданите култури в рамките на една ферма, при която се прилага обща Интегрирана система за контрол, базираща се на широка информационна мрежа (консултански услуги, регулатори, индустрия и др.) и съобразена със социалната, културна и екологична програма на Земеделие.

Анализ на 62 изследователски и развойни проекта, включващи прилагане на интегрирани системи на управление в 26 страни и обхващащи повече от 5 милиона селскостопански домакинства, показа, че интегрираното управление на вредителите води до значително намаляване на употреба от пестициди (Pretty, 2008). Над 60 на сто от проектите отчитат съществено редуциране на третирането с пестициди (средно намаление със 75%) и значимо увеличаване на добивите (средно увеличение с 40%). При полските култури, включително и люцерна, интегрираните системи за контрол се основават преди всичко на целенасочено и целесъобразно използване на пестициди, избор на подходящи сортове и ротация на културите. В резултат на друго мащабно проучване на 571 полски и смесени ферми, Bailey и колектив (2009) предлагат интегрирани системи за контрол, съответващи на добра растителнозащитна практика, с разумни нива на използване на пестициди, включително и предсеитбено третиране на семената, ротация между различни класове пестициди, както и прилагане на добра

The Integrated Pest Management Program may contain different levels of complexity. Prokopy (1993) outlines four levels as the primary combines different tactics and methods against one pest in one crop.

The highest fourth level encompasses all important pests on crops in the farm using a common Integrated Control System based on a wide information network (consultancy services, regulators, industry, etc.) and in line with the social, cultural and environmental program of Agriculture.

An analysis of 62 research and development projects applying integrated management systems in 26 countries and covering more than 5 million agricultural households has shown that integrated pest management leads to a considerable reduction in pesticide use (Pretty, 2008).

More than 60% of the projects reported a substantial reduction in pesticide treatment (75% average decrease) and a significant yield increase (an average increase of 40%).

In field crops, including alfalfa, integrated control systems are based primarily on targeted and efficient use of pesticides, choice of appropriate varieties and crop rotation.

As a result of another large-scale study of 571 field and mixed farms, Bailey et al. (2009) offer integrated control systems consistent with good plant protection practice with reasonable levels of pesticide use, including presowing treatment, rotation between different classes of pesticides, and application of good agronomic practice such as appropriate агрономическа практика, като подходяща обработка на почвата, сеитбооборот и др. Срещу ключови вредители при люцерната са разработени основни стратегии за интегрирано управление, включващи използване на устойчиви сортове, биопестициди, система на напояване, редуване на културите; механични и физически контрол; химичен контрол; и биологични агенти като се предлага оптимално съчетаване на методи и подходи, с екологична, икономическа и ефективна значимост в интегрираното управлението на вредителите (Summers, 1998; Dewhurst et al., 2009; Krauss et al., 2010; Hilimire, 2011; Chasen et al., 2013).

Въпреки успешното прилагане на разработени стратегии за интегрирано управление на вредители, "биологичната страна" в тях, базираща се на използване на феромонови уловки за мониторинг на насекомите (20%), прилагане на хищници и паразити за биологичен контрол (7%), както и третиране с биопестициди, все още е ниска (Chandler et al., 2011).

Интегрирано управление се базира на специфични биологични знания и принципи. То е определено като интелигентен избор, осигуряващ благоприятни икономически, екологични и социологически последствия. То съчетава специфични химически, културни и биологични методи за контрол, с цел разрешаване на проблемите с вредителите, надвишаващи икономическия праг на вредност. Това е стратегия, а не специфична и точна методология, която разчита основно на преценка, адаптивност и необходимост, последвани от балансирано използване на мерки за широк подход към контрола на икономически най-важните вредители. Този контрол е превантивен, дългосрочен, с използване на нискo токсични продукти за контролиране на тяхната плътност. Прилагането му при люцерната е необходимо за провеждане на ефективни и гъвкави прог-

soil treatment, crop rotation, etc.

Basic strategies for integrated management have been developed against key pests in alfalfa including the use of resistant varieties, biopesticides, irrigation system, crop rotation, mechanical and physical control, chemical control and biological agents.

It has suggested an optimal combination of methods and approaches with ecological, economic and effective adaptability in integrated pest management (Summers, 1998; Dewhurst et al., 2009; Krauss et al., 2010; Hilimire, 2011; Chasen et al., 2013).

Despite the successful implementation of integrated pest management strategies, the "bio-side" in them, based on the use of pheromone traps for insect monitoring (20%), application of predators and parasites for biological control (7%), as well as treatment with biopesticides is still low (Chandler et al., 2011).

Integrated management is based on specific biological knowledge and principles. It is defined as an intelligent choice that provides favorable economic, environmental and sociological consequences. It combines specific chemical, cultural and biological control methods to solve pest problems that exceeding the economic threshold of harmfulness.

This is a strategy and not specific and accurate methodology that refer heavily to judgment, adaptability, and necessity, followed by a balanced use of broad-based measures to control the most economically important pests. This control is preventive, long-term, using low-toxicity products to control pest density.

Its application to alfalfa is necessary for the implementation of effective and flexible pest control programs applicable рами за борба с вредителите, намиращи приложение и при биологичното производство. Degooyer et al. (1999) още през миналия век определя интегрираният контрол на вредителите като система, включваща всички възможни тактики и подходи, осигуряващи защита на растенията от неприятели при надвишаване на икономическите прагове на вредност и икономическа изгода в рамките на екологосъобразна производствена система.

Съгласно последните ентомологични резултати, се наблюдава нарастваща тенденция на нападение от вредители и непрекъснато изменение на структурите на фитофагните видове, влияещи върху потенциалното производство на фураж (Pustai et al., 2016). За да се разработят стратегии за борба и правилно развитие на растителните технологии е необходимо познаване на целия комплекс от вредители, обитаващи люцерната като основна фуражна култура.

В контекста на интегрираната растителна защита, биологичният и химически контрол на вредителите трябва да бъдат разумно използвани за осигуряване на целенасочени и ефективни управленски решения, които могат да бъдат приспособени към специфични климатични условия и местообитания (Gentz et al., 2010).

also for organic production.

Degooyer et al. (1999) in the past century have identified integrated pest control as a system, including all possible tactics and approaches to protect plants from pests when the economic thresholds of harmfulness are exceeded and economic benefits within an environmentally friendly production system.

According to the latest entomological results, there is an increasing tendency of insect pest attack and continuous modification of phytophagous species structures influencing the potential forage production (Pustai et al., 2016). In order to develop strategies for the control and suitable development of plant technology, it is necessary knowledge of the whole complex of pests inhabiting alfalfa as the main forage crop.

In the context of integrated plant protection, biological and chemical pest control should be reasonably used to provide targeted and effective management solutions that can be adapted to specific climatic conditions and habitats (Gentz et al., 2010).

АГРОТЕХНИЧЕСКИ МЕТОД

Преди всичко, едно от най-важните агротехнически значения при отглеждането на люцерната е, че тя е азотфиксираща култура. Притежава много екологично важни характеристики, включително способността да усвоява атмосферен азот, който се свързва с ризобиалните бактерии, образуващи грудки по корените. Този процес създава потенциал за намаляване на азотното ограничение, индуцирано от повишено атмосферно съдържание на CO_2 (Soussana and Lüscher, 2007) и намалява изискването за вна-

AGROTECHNICAL METHOD

Above all, alfalfa is a nitrogen-fixing culture and that is one of the most important agrotechnical meanings in the alfalfa cultivation. It has many ecologically important characteristics, including the ability to absorb atmospheric nitrogen, which is associated with rhizobial bacteria forming the root nodules.

This process creates a potential for reducing the nitrogen limitation induced by increased atmospheric CO_2 content (Soussana and Lüscher, 2007) and decrease the requirement for the use of сяне на азотни торове за люцерната и следващите култури (McDonald et al., 2003). Полученият азот за разлика от този, внесен с минералното торене, не замърсява околната среда и се усвоява много добре от следващите култури, отглеждани след люцерна, осигурява зърно, богато на протеин (Lesznyák et al., 2008). От съществено значение е факта, че чрез балансирани сеитбообращения се възпрепятства развитието на болести и неприятели, които могат напълно да компрометират реколтата през следващи години.

Люцерната притежава съществени качества, които са от голямо значение за биологичното земеделие, поради хранителните си качества, фиксацията на азот и способността за адаптация (Torricelli, 2006).

Люцерната има и съществен мелиоративен ефект като подобрява физикохимичните и биологични свойства на почвата, повишава нейното плодородие. Нейната коренова система подобрява текстурата на почвата, чрез листната маса се обогатява почвата с органична материя, с помощта на стъблата и листата се предотвратява ерозия на почвата (Flanders and Radcliffe, 2000). Същевременно предотвратява засоляването при поливните площи (Suttie, 2000; McDonald et al., 2003).

В резултат на големия брой насекоми, развиващи се в люцерновите полета, ранното прибирането на подрастите, както и отглеждането им на ленти с други подходящи култури, дава възможност за намаляване числеността на вредните видове и да се подпомогне разпространението и подхранването на полезните насекоми (Onstad and Shoemaker, 1984; Manglitz and Ratcliffe, 1988). Например последните доклади, проучващи плътността и вредата от *Hypera postica* показват, че биологичните агенти са често недостатъчни за предотвратяване на щетите в люцерновите посеви (Anonymous,

nitrogen fertilizers in alfalfa and subsequent crops (McDonald et al., 2003). The resulting nitrogen, unlike the mineral fertilizer, does not pollute the environment and is well absorbed by the following crops grown after alfalfa, provides a protein-rich grain (Lesznyák et al., 2008).

It is essential that balanced crop rotation prevents the development of diseases and pests, which can completely compromise next year's harvest.

Alfalfa has substantial qualities that are important for organic farming due to its nutritional qualities, nitrogen fixation and adaptability (Torricelli, 2006).

Medicago sativa, also has a considerable meliorative effect by improving the physicochemical and biological properties of the soil, increases its fertility.

Its root system improves the texture of the soil, the foliage enriches the soil with organic matter, the stems and leaves prevent soil erosion (Flanders and Radcliffe, 2000). At the same time, it prevents the salinization in irrigated areas (Suttie, 2000; McDonald et al., 2003).

As a result of numerous insects in alfalfa fields, the early harvesting of the regrowth, as well as their cultivation on strips with other suitable crops, makes it possible to reduce of the insect pest density and to support the distribution and feeding up of useful insects (Onstad and Shoemaker, 1984; Manglitz and Ratcliffe, 1988).

For example, recent reports investigating the density and damage by *Hypera postica* showed that biological agents are often insufficient to prevent the damage in alfalfa (Anonymous, 2012).

2012). Инсектицидите като често прилаган подход за контрол, унищожават естествените биоагенти на хоботника, позволяващи вторични огнища на вредителите. Поради това прибирането на реколтата 2-3 седмици по-рано (след фаза бутонизация) води до незначително намаление в добива като средната загуба е само 5% и средното увеличение на суровия протеин е с 1.9 процентни пункта във фуража (Catangui, 2001).

Прилагането на механична плитка оран и семиохимичен метод за алтернативна защита на реколтата срещу хоботниците, повреждащи люцерновите семена (*Tychius aureolus*), според Gombert и колектив (2015), представляват перспективни и опазващи околната среда методи.

Редуването на културите в сеитбооборота има голямо значение за редуциране числеността на неприятелите и плевелите като се предотвратява повишаването на популационната плътност на специализираните фитофаги по люцерната. В допълнение, спазването на пространствена изолация на семенния участък от другите участъци с бобови култури, особено от стари люцерни на разстояние от 4-5 km, в значителна степен ще опази люцерновите посеви от икономически важните неприятели (Popova, 1968). Авторката в свое проучване установява, че в първите две-три години на отглеждане на люцерната, *Plagionotus floralis* поврежда 20-30% от растенията, а след 3-4 години на използване – 60-80%, поради което препоръчва площите да се използват не повече от четири години. Imprei et al. (2014) препоръчват установяването на икономически праг на вредност на *P. floralis* чрез използване на флуоресцентни жълти капани с химически примамки, отделящи аромат, което ще помогне при вземането на решения по отношение на оптималното прилагане на агротехнически мерки. Този метод подобрява

Insecticides such as a frequently used approach to control, kill the natural bioagents of the weevil and allow secondary outbreaks of the weevil.

Therefore, harvesting 2-3 weeks earlier (after button stage) leads to a negligible yield reduction, with the average loss being only 5% and the average increase in crude protein is 1.9 percentage points in the forage (Catangui, 2001).

The application of mechanical shallow plowing and semi-chemical method are perspective and environmentally friendly methods for alternative crop protection against weevils which damage alfalfa seeds (*Tychius aureolus*) (Gombert et al., 2015).

Crop rotation is of great importance in reducing the insect pests and weeds numbers by preventing the increase of population density of specialized alfalfa phytophages.

In addition, keeping the spatial isolation of the seed field from other legumes, especially from the old alfalfa at a distance of 4-5 km, will substantially protect alfalfa crops from economically important insect pests (Popova, 1968).

The author found that in the first two to three years of alfalfa growing, *Plagionotus floralis* damaged 20-30% of the plants, and after 3-4 years – 60-80%.

Therefore she recommended fields to use no more than four years. Imprei et al. (2014) advise the establishment of an economic threshold of *P. floralis* damage by using fluorescent yellow traps with chemical lures.

They exude an aroma that will help in making decisions regarding the optimal application of agro-technical measures.

This method improves plant protection

растителнозащитната практика по отношение както от икономическа, така и от екологосъобразна страна, опазвайки околната среда.

В Сърбия и Черна гора, принос за намаляване на популациите и щетите от икономичерски важните вредители по люцерната като *Tychius flavus*, *Apion apricans*, *Apion aestivum*, *Adelphocoris lineolatus*, *Lygus* spp., *Bruchophagus roddi* и *Bruchophagus gubbus* е пространственото изолиране, редуване на културите, сеитба чрез разпръскване и отстраняване на плевели (Petrovic, 2005). Друг агротехнически способ, препоръчван в Сърбия, в контрола с неприятелите, е отглеждането на люцерната на по-малки обработваеми площи, които позволяват по-силно изразено въздействие на хищните видове върху вредителите (Čamprag, 2010). Според автора по-големият размер на площите води до масовата поява на някои вредители и тяхното масово разпространение.

Някои автори проучват използването на информация, свързана с някои почвени характеристики като pH на почвата в KCl и хумусното съдържание, за прогнозиране на плътността на фитофагните дървеници в люцерната като установяват, че тези почвени характеристики могат да бъдат полезни в регионалния контрол на вредителите за предсказване на появата на техни бъдещи огнища (Kozina et al., 2015).

Други автори препоръчват прилагането на калий, който повишава устойчивостта на люцерната към някои неприятели (фитофагни трипси) като ефективно мероприятие за контрол. Според тях, елементът подобрява съотношението въглерод към азот и намалява съдържанието на свободните аминокиселини (XiaoYan et al., 2016).

В резултат на многобройни проучвания, свързани с прилагане на екологосъобразни подходи, се установява, че системата на отглеждане – монокултурна или поликултурна, е

practice in terms of both the economic and the environmentally friendly, protecting the environment.

In Serbia and Montenegro, the contribution to reducing populations and damage from economically important alfalfa pests like *Tychius flavus*, *Apion apricans*, *Apion aestivum*, *Adelphocoris lineolatus*, *Lygus* spp., *Bruchophagus roddi* and *Bruchophagus gubbus* is spatial isolation, crop rotation, sowing by spreading and weed removal (Petrovic, 2005).

Another agrotechnical method recommended in Serbia in insect controlling is the cultivation of alfalfa on the smaller cultivated area. They allow a stronger impact of predatory species on pests (Čamprag, 2010). According to the author, the larger size of the area leads to the mass emergence and distribution of some insects.

Some authors research the use of information related to some soil characteristics such as soil pH in KCl and humus content for predicting the density of phytophagous bugs in alfalfa.

They found that these soil characteristics may be useful in the regional pest control to predict the emergence of their future outbreaks (Kozina et al., 2015).

XiaoYan et al. (2016) recommend the potassium application which increases the alfalfa resistance to some pests (phytophagous thrips) as an effective control measure. According to the authors, the element improves the carbon to nitrogen ratio and reduces the free amino acid content.

Numerous studies related to the implementation of environmentally friendly approaches establishes that the system of farming – monocultural or multicultural, has a considerable impact on the insect свързана със значително въздействие върху числеността на насекомните видове. Straub и колектив (2013) докладват, че повредите, нанесени от някои основни смучещи неприятели като *Acyrthosiphon pisum* и *Empoasca fabae* при монокултурно отглеждане на люцерната в САЩ са значително поголями в сравнение с поликултурното отглеждане на люцерната. В допълнение, при смесеното отглеждане, съотношението между хищник и жертва заема по-високи стойности и повишава активността на хищниците и уязвимостта на вредителя. Сходни резултати съобщават Feng et al. (2011) като съвместното отглеждане на люцерната в чаени плантации се свърза с редуциране на вредните видове (77%), нарастване числеността на естествените врагове (10-17%) и минимално вариране в количествено отношение. В допълнение авторите не установяват повреди, водещи до намаляване на добива фураж. Dizaja et al. (2015) допълват, че с увеличаване на съотношението на люцерната (*M. sativa* L.) в смесен посев с други култури (еспарзета *Onobrychis sativa*) следва тенденция към нарастване на популационната плътност на неприятелите (*Hypera postica*). Така например при смесено отглеждане на люцерна в съотношение 30% еспарзета + 80% люцерна се реализира най-висок добив фураж и вредата от *H. postica* е най-слабо изразена в сравнение с други съотношения със 100% участие на люцерната.

При смесен тревостой на люцерна с ежова главица, *Dactylis glomerata* е установено, че репродуктивната способност на *Empoasca fabae* намалява, както и нейното пространственото разпределение (Straub et al., 2014). Също така, хищната дървеница *Nabis americoferus* е по-ефективна и води до по-изразено намаляване на плътността на ларвите на цикадата при поликултурно, в сравнение с монокултурно отглеждане на люцерна. Nikolova et al.

species density.

Straub et al. (2013) report that the damage caused by some sucking insect such as *Acrythosiphon risum* and *Empoasca fabae* in the pure alfalfa stand in the United States is significantly higher in compared to the alfalfa mixture.

In addition, in mixed cultivation, the ratio between predator and prey occupies higher values and increases the predator activity and the pest vulnerability. Similar results reported by Feng et al. (2011), as mix cultivation of alfalfa in tea plantations is associated with the reduction of harmful species (77%), increasing the number of bioagents (10-17%) and minimal variation in quantity. In addition, the authors do not find any damage resulting in a reduction in the forage yield.

Dizaja et al. (2015) add that increasing the alfalfa ratio (*M. sativa*) to mixed stand with sainfoin (*Onbrychis sativa*) tends to increase the population density of *Hypera postica*.

For example, in mixed cultivation of alfalfa in a ratio of 80% with 30% sainfoin is realized the highest forage yield.

The *H. postica* damage is the least pronounced compared to other proportions with 100% alfalfa participation.

The reproductive capacity of *Empoasca fabae* as well as its spatial distribution decreases in the mix cultivation of alfalfa with cocksfoot, *Dactylis glomerata* (Straub et al., 2014). Also, the predatory bug *Nabis americoferus* is more effective and leads to a more pronounced decrease in the density of the cicada larvae in the polycultural, compared to the monoculture cultivation of alfalfa.

Nikolova et al. (2018a, b) research

(2018a, b) изследват въздействието на системата за отглеждане на многогодишни бобови култури, в самостоятелни и в бинарни смеси с ежова главица, върху повредите от видовете на *Sitona* spp и химичния състав. Авторите установяват, че повредените от ларвите на *Sitona* грудки в смеските доказано намаляват средно с 33.5% (еспарзета + ежова главица), с 50.3% (звездан + ежова главица) и с 55.6% (люцерна + ежова главица) в сравнение със самостоятелните бобови посеви. Познанията за промените в растителното разнообразие, които влияят върху функционирането на агроекосистемите остава все още основно предизвикателство.

Влияние върху числеността на неприятели и продуктивността, според Kosachev (2002), оказва и междуредовото разстояние като при семепроизводство на люцерна авторът препоръчва отглеждане на 30 cm, което е свързано с реализиране на най-висок добив семена, превишаващ посевите с междуредово разстояние от 15 cm с 68%, а при 60 cm – с 4.0%.

Друг агротехнически прийом е лентовото реколтиране на люцерната, което има значително влияние върху различните видове насекоми. То осигурява по-голяма стабилност в екосистемата на люцерна и предотвратява емиграцията на много видове естествени врагове при прибиране на реколтата (Summers, 1976). В такава система, плътността на естествените врагове се увеличава, докато тази на насекомните вредители, особено листни въшки намалява (Anonymous, 1981). Моделът на лентово реколтиране е използван за управление на много насекомни вредители (Hossain et al., 2001; Weiser et al., 2003). Например в Иран при лентово реколтиране на люцерната числеността на листните въшки (*Acyrthosiphon pisum* и *Therioaphis trifolii*) намалява средно с 24 и 28%, докато плътността на хищните видове (*Hippodamia variegata* Goeze, *Nabis*

the impact of the cultivation system of perennial legumes grown pure and in binary mixtures with cocksfoot on the damages caused by *Sitona* spp. and the chemical composition.

Authors find that damaged nodules by the *Sitona* larvae in mixtures decreased significantly on average by 33.5% (sainfoin + cocksfoot), by 50.3% (birdsfoot trefoil + cocksfoot) and by 55.6% (alfalfa + cocksfoot) compared to pure grown legumes. Knowledge of changes in plant diversity affecting the functioning of agro-ecosystems remains a major challenge.

Effect on the insect pest density and productivity, according to Kosachev (2002), has and line spacing.

In the seed field, the author recommends cultivation at 30 cm, that is related to the highest yield of alfalfa seeds which exceeding one by 68% at 15 cm and by 4.0% at 60 cm.

Another agrotechnical practice is the strip harvesting of alfalfa that has a considerable impact on different insect species. It provides more stability in the alfalfa ecosystem and prevents the emigration of many bioagents at harvest (Summers, 1976).

In such a system, the bioagent density increases, while that of insect pests, especially aphids, decreases (Anonymous, 1981). The model of strip harvesting is used to control many insect pests (Hossain et al., 2001; Weiser et al., 2003).

For example, in Iran, in strip harvesting, the number of aphids (*Acyrthosiphon risum* and *Therioaphis trifolii*) decreases on average by 24 and 28% while the density of the predatory species (*Hippodamia variegata* Goeze, *Nabis* spp., *Deraeocoris* spp., *Orius* spp., *Geocoris* spp.) and aphid parasitoids spp., *Deraeocoris* spp., *Orius* spp., *Geocoris* spp.) и паразитоидите по листните въшки се увеличава от 38 до 122% в сравнение с традиционното реколтиране (Rakhshani et al., 2010).

Нарастването на биоразнообразието в дадена агросистема може да благоприятства контрола на вредителите чрез промяна в структурата на монокултурата в полза на естествените врагове и да спомогне за опазване на флората и фауната (Gurr et al., 2003). Популациите на насекомните вредители също могат да бъдат намалени чрез хранителна дейност на хищни акари и паяци и някои други малки неинсектни таксони (Qureshi et al., 2010).

Medicago sativa се характеризира с богата фауна от членестоноги, но малка част от тези видове са вредители, които сериозно засягат люцерново производство, докато много голяма част са хищници и паразитоиди (Anonymous, 1985). Много популации на вредители могат да бъдат управлявани чрез подобряване условията на местообитание и развитие на съществуващата общност от естествени врагове. Съвременните интегрирани системи за контрол на вредителите включват опазването и подобряването на условията за развитието на биоагентите, хищници и паразитоиди, с цел подтискане популациите на вредителите (Landis et al., 2000). За да се използва пълния потенциал на естествени врагове са необходими познания за тяхната динамика на популацията и факторите, които им въздействат, включително и ролята на местообитанията (Wratten et al., 2000). Опазването и повишаване на дейността на хищниците и паразитоидите за потискане плътността на насекомните вредители се счита за един от най-важните подходи в съвременните практики (Landis et al., 2000).

Земеделските практики влияят върху взаимодействията между естествените врагове с растението -

increases from 38 to 122% compared to traditional harvesting (Rakhshani et al., 2010).

Increasing biodiversity in an agro-system may favor pest control by changing the structure of monoculture in favor of natural bioagents and help to protect the flora and fauna (Gurr et al., 2003).

Populations of insect pests can also be reduced by the nutritional activity of predatory mites and spiders and some other small non-insect taxa (Qureshi et al., 2010).

Medicago sativa has a wide fauna of arthropods, but a small part of these species are pests, that seriously affect alfalfa production while a high part is predators and parasitoids (Anonymous, 1985). Many pest populations can be managed by improving habitat conditions and developing of the existing community of bioagents.

Modern integrated systems of pest control include the protection and improvement of conditions for the development of bio-agents, predators, and parasitoids to suppress pest population (Landis et al., 2000).

To use the full potential of bioagents are required knowledge for their population dynamics and factors that affect them, including the role of habitats (Wratten et al., 2000).

The protection and improvement of predatory and parasitoid activity to decrease insect pest density are considered to be one of the most important approaches in modern practice (Landis et al., 2000).

Agricultural practices affect the interactions between natural bioagents with the host plant and/or their prey (Van гостоприемник и/или тяхната жертва (Van Driesche and Bellows, 1996). Затова средата на живот, начина на опазване на биологичния контрол е от съществено значение за повишаване влиянието на естествени врагове върху неприятели (Gurr et al., 2000; Landis et al., 2000).

Създаването на подходяща среда на живот за полезните насекоми като подход за опазването на биологичните агенти се фокусира върху ограничаване на въздействието на инсектицидите върху естествените врагове (Smith, 2008). Този подход може да се прилага самостоятелно или като част от стратегията за интегрирана растителна защита. Използването на различна растителност като храстовидна, тревиста или друга, граничеща с културните посеви, като местообитание на много полезни насекоми може да им осигури подходящо място за намножаване в дългосрочен план като ценен източник на полезните артроподи (Collins et al., 2003). Създаването на подходяща среда в краткосрочен план често включва създаване на цъфтяща ивичеста растителност в началото на вегетацията на основната култура за осигуряване на цъфтежен ресурс за полезните артроподи и повишаване на тяхната активност по време на вегетационното развитие на културата. Постоянните и разнообразни съседни растителни площи предлагат ресурси на естествените врагове, като алтернативна плячка или места за зимуване и допринасят за по-бързо мигриране в люцерната и контрол на фитофагните насекоми, като по-висока плътност на хищниците се установява в по-външните площи на посевите в сравнение с вътрешността (Rosenstock, 2010). Според авторът конкретно съотношението хищник / жертва (Coccinellidae, Carabidae / листни въшки) е значително засегнато от съседедния тип растителност като най-високо съотношение се наблюдава в

Driesche and Bellows, 1996).

Therefore, the model of the life cycle, how to preserve biological control is essential to increase the impact of bioagents on insect pests (Gurr et al., 2000; Landis et al., 2000).

Creating an appropriate living environment for useful insects as a biological agent keeping approach focuses on limiting the impact of insecticides on natural agents (Smith, 2008). This method can be applied alone or as part of the integrated plant protection strategy.

The use of different plants such as bush, grass or other bordering on cultural crops as a habitat for many useful insects can provide a suitable location for reproduction in the long term as a valuable source of useful arthropods (Collins et al., 2003).

The establishment of an appropriate environment in the short term often includes creating flowering striated vegetation at the beginning of the main crop development. It provides a flowering resource for useful arthropods and increases their activity during vegetative development of the crop.

Permanent and diverse neighbor plant areas offer resources to biological agents as alternative prey or wintering sites (Rosenstock, 2010). These places contribute to a faster migrating into alfalfa and control of phytophagous insects, as higher predator density has in the outside areas of the crop compared to the inside.

According to the author, the predator/prey ratio (Coccinellidae, Carabidae / aphids) is considerably affected by the neighbouring type of greenery.

The highest ratio is observed in alfalfa in contiguity to the vines and the lowest one -

люцерна в непосредствена близост до лозя и най-ниско такова при непосредствена близост до едногодишни зеленчуци, царевица и евкалипт. Разнообразието и числеността на хищните калинки е разпределено равномерно, докато хищните бегачи са по-многобройни и разнообразни по краищата на люцерната (0 m). В този аспект, Ximenez-Embun et al. (2014) препоръчват създаване на по-разнородни ландшафти, за да се поддържа по-висока плътност и разнообразие на полезните насекоми в люцерната.

Нектарът и прашецът са основните ресурси на цветовете, които привличат естествените врагове и създават благоприятни условия за развитието и намножаването им. Нектарът е богат на захари, протеини, аминокиселини, липиди и други вещества (Pfiffner and Wyss, 2004), които са ценен източник на храна за полезните насекоми като видовете от семейство Coccinelidae, Chrysopidae и Tachinidae (Smith, 2008). Растението предлага семена и растителен сок също като хранителен източник за полезните насекоми (Jervis, 2005). Същевременно основната култура също може да играе роля на подходящо за биоагентите местообитание. Например в Австралия люцерната е оценена като средство за нарастване числеността на основни хищни видове, потискащи популацията на *Helicoverpa* sp. (Mensah and Sequeira, 2004).

Осигуреното местообитание може да спомогне за установяване и поддържане на популации от естествени врагове, чрез осигуряване на алтернативни жертви и растителни гостоприемници (Pfiffner and Wyss, 2004). Необходимо е да се отбележи, че създаването на подходяща среда за живот по-скоро повишава активността на ендемичните естествени врагове (характерни, типични за даден район), а не на интродуцираните биоагенти (Jervis, 2005). Много проучвания разкриват повишаване плътността на естествените врагове във връзка с растителните гостоприем-

to annual vegetables, corn and eucalyptus.

The variety and number of predatory coccinellids are equally distributed, while predatory carabids are more numerous and diverse at the end of alfalfa (0 m).

In this aspect, Ximenez-Embun et al. (2014) recommend creating a more diverse landscape to keep higher density and diversity of useful insects in alfalfa.

Nectar and pollen are the main resources of the flowers that attract useful insects and create favorable conditions for their development and reproduction. Nectar has a high content of sugars, proteins, amino acids, lipids and other substances (Pfiffner and Wyss, 2004), which are a valuable source of food for useful insects such as Coccinellidae, Chrysopidae and Tachinidae (Smith, 2008). The plant also has seed and plant juice as a food source for useful insects (Jervis, 2005).

At the same time, the main crop can also play a role as a suitable habitat for bioagents. For example, in Australia alfalfa is evaluated as a means of increasing the number of main predatory species suppressing the Helicoverpa sp. (Mensah and Sequeira, 2004).

The assured habitat can help to identify and support populations of predatory and prey by providing alternative prey and plant hosts (Pfiffner and Wyss, 2004).

It should be noted that the creation of an appropriate living environment increases the activity of endemic natural agents (typical of a region), but not of the introduced bioagents (Jervis, 2005).

Many studies find an increase in the density of useful insects in relation to host plants of pests. Researches to reduce the ници на насекомите, но изследвания за намаляване на числеността на вредителите под натиска на биоагентите, в резултат на създадено местообитание на естествени врагове, са значително по-рядко срещани (Mensah and Sequeira, 2004).

Предоставянето на алтернативни насекомни гостоприемници, както и по-благоприятен микроклимат, включително зимуващи убежища, също би гарантирало присъствието на естествените врагове в достатъчна степен, за да се потисне плътността на неприятели в люцерновите посеви, когато те надвишават икономическия праг на вредност (Barbosa,1998; Hossain et al., 2002).

Периодичните откоси в люцерновите посеви намаляват възможността за биологичен контрол чрез предизвикване на директна смърт, загиване на биоагентите, поради липса на хранителни източници или при неблагоприятни условия на околната среда (Schaber et al., 1990). Поради това, осигуряването на културни убежища за естествени врагове в люцерна като люцернови ивици също подобряват условията за естествени врагове и могат да създават предпоставка за засилване на биологичния контрол в люцерната (Hossain et al., 2000a, b, c). Пространствен модел на Hossain et al. (2002) за разположението на люцернови ивици като убежища за биоагентите показва, че наличието на ивици на разстояние, по-малко от 30 m от посева може да бъде оптимално за осигуряване на местообитание на естествените врагове след реколтиране на люцерната.

pest number suppressed by bioagents as a result of habitat creation for useful insects are considerably less (Mensah and Sequeira, 2004).

Providing alternative insect hosts, as well as a favourable microclimate, including wintering havens would also ensure the presence of useful insects sufficiently.

The aim is to suppress the pest density in alfalfa crops when they exceed the economic threshold of harmfulness (Barbosa, 1998; Hossain et al., 2002).

Periodic cuttings in alfalfa reduce the possibility of biological control by causing direct bioagents death, due to lack of food sources or under unfavorable environmental conditions (Schaber et al., 1990).

Therefore, providing cultural havens for predators and prey in alfalfa such as strips also improves the conditions for useful insects. In this way, it can create a prerequisite for enhancing the biological control in alfalfa (Hossain et al., 2000 a, b, c).

A spatial model of Hossain et al. (2002) for the location of alfalfa strips as a haven for bioagents shows that the presence of strips at a distance of fewer than 30 m from the crop can be optimal for habitat provision of natural agents after harvesting of alfalfa.

ИЗВОДИ

✓ Агротехническият контрол на вредителите в контекста на интегрираната растителна защита, включва различни целенасочени и ефективни управленски решения, които могат да бъдат приспособени към специфични климатични условия и местообитания.

✓ Агротехническите методи

CONCLUSIONS

✓ Agrotechnical pest control, in the context of integrated plant protection, includes various targeted and effective management solutions that can be tailored to specific climatic conditions and habitats.

✓ Agrotechnical methods support

помагат да се създадат по-разнообразни условия на живот, по-добри условия за размножаване и разпространение на полезни видове, увеличаване на предлагането на хранителни вещества и др. Те са свързани с опазването на околната среда и ландшафта.

✓ При агротехническият контрол на вредители биологичното разнообразие на флората и фауната е по-голяма, отколкото при конвенционалното, както и разнообразието от култури е по-голямо, отколкото при конвенционално управляваните ферми.

and improve the biodiversity of natural biotopes, help to create more diversified living conditions, offer better conditions for reproduction and propagation of useful species, increase the supply of nutrients, etc. They are focused on problems of environmental and landscape protection.

✓ The biodiversity of both flora and fauna, as well as the diversity of crops cultivated in agrotechnical insect pest control, is greater than in conventional farming.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Anonymous**, 1981. Integrated pest management for alfalfa hay. 96 pp. University of California, Statewide Integrated Pest Management Project, Division of Agriculture and Natural Resources.
2. **Anonymous**, 2012. Time to Scout for Alfalfa Weevil? Hay and Forage Grower, Minneapolis.http://hayandforage.com/alfalfa/time-scout-alfalfa-weevil.
3. **Bailey, A.S., M. Bertaglia, I.M. Fraser, A. Sharma and E. Douarin**, 2009. Integrated pest management portfolios in UK arable farming: results of a farmer survey. *Pest Management Science,* 65, 1030-1039.
4. **Barbosa, P.**, 1998. Conservation Biological Control. Academic Press, San Diego, CA.
5. **Čamprag, D.**, 2010. Pojava štetočina poljoprivrednih kultura u Vojvodini (u prošlosti i poslednjih decenija). SANU ogranak u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu. pp. 167 (In Serbian).
6. **Catangui, M.A.**, 2001. Alfalfa Weevil: Evaluation of Control Practices in South Dakota. EEFS 011, Cooperative Extension Services, South Dakota State University, Brookings.
7. **Chandler, D., A.S. Bailey, G.M. Tatchell, G. Davidson, J. Greaves and W.P. Grant**, 2011. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. Published 30 May 2011.DOI: 10.1098/rstb.2010.0390.
8. **Chasen, E., E. Cullen and D. Undersander**, 2013. Integrated management of the potato leafhopper in alfalfa. *Wisconsin Crop Management Conference*, 52, 91-97.
9. **Collins, K.L., N.D. Boatman, A. Wilcox and JM. Holland**, 2003. A 5-year comparison of overwintering polyphagous predator densities within a beetle bank and two conventional hedgebanks*. Annals of Applied Biology*, 143, 63–71.
10. **Degooyer, T.A., L.P. Pedigo and M.E. Rice**, 1999. Effect of alfalfa grass intercrops on insect population. *Envrirmental Entomology*, 28(4), 703-710.
11. **Dewhurst, RJ., L. Delaby, A. Moloney, T. Boland and E. Lewis**, 2009. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 48 (2), 167-187.
12. **Dizaja, H.M., D. Mazaheria, A. Mohammadzadehb and PH. Naminc**, 2015. Forage production and population of alfalfa weevil (Hypera postica) in intercropping of alfalfa and sainfoin. *Journal of Crop Improvement,* 29 (4), 455-464.
13. **Feng, M., J. Wang, T. Zhang, R. Jiang and X Cheng**, 2011. Effect of planting alfalfa in tea plantation on arthropod community structure. *Journal of Qingdao*

Agricultural University (Natural Science), 4, 15-20.
14. **Flanders, K.L. and EB. Radcliffe**, 2000. IPM world textbook, Alfalaf IPM, University of Minnesota.
15. **Gombert, J, J. Dumortier, V. Prud'Homme, A. Dupuy, B. Frerot and F. Deneufbourg**, 2015. Towards integrated crop protection to control Tychius aureolus in alfalfa seed crops. 5th Conférence Internationale sur les Méthodes Alternatives de Protection des Plantes, 11-13 mars, 2015, Nouceau Sièle, Lille, France.
16. **Gurr, GM., S.D. Wratten and JM. Luna**, 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology* 4 (2), 107-116.
17. **Gurr, G.M., S.D. Wratten and P. Barbosa**, 2000. Success in conservation biological control of arthropods. Biological Control: Measures of Success (eds G. M.Gurr & S. D.Wratten), pp. 105-132. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
18. **Hilimire, K.**, 2011. Integrated Crop / Livestock Agriculture in the United States: A Review. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35 (4), 376-393.
19. **Hossain, Z., G.M. Gurr and S.D. Wratten**, 2001. Habitat manipulation in lucerne (Medicago sativa L.): strip harvesting to enhance biological control of insect pests. *International Journal of Pest Management,* 47(2), 81-88.
20. **Hossain, Z., G.M. Gurr and S.D. Wratten**, 2000a. Effects of harvest on survival and dispersal of insect predators in hay lucerne. *Biological Agriculture and Horticulture*, 17, 339-348.
21. **Hossain, Z., G.M. Gurr and SD. Wratten**, 2000b. The potential to manipulate the numbers of insects in lucerne by strip cutting. *Australian Journal of Entomology*, 39, 39-41.
22. **Hossain, Z., G.M. Gurr and S.D. Wratten**, 2000c. Habitat manipulation in lucerne (Medicago sativa L.): strip harvesting to enhance biological control of insect pests. *International Journal of Pest Management*, 45, 81-88.
23. **Hossain, Z., G.M. Gurr, SD. Wratten and A. Raman**, 2002. Habitat manipulation in lucerne Medicago sativa: arthropod population dynamics in harvested and 'refuge' crop strips. *Journal of Applied Ecology*, 39, 445-454.
24. **Imprei, Z, Z. Kováts, T.B. Toshova, M. Subchev, K. Harmincz, I. Szarukán, MJ. Domingue and M. Tóth**, 2014. Development of a trap combining visual and chemical cues for the alfalfa longhorn beetle, Plagionotus floralis. *Bulletin of Insectology,* 67 (2), 161-166.
25. **Jervis, M.A.**, 2005. Heimpel, G.E. Phytophagy. In Insects as Natural Enemies; Jervis, M.A., Ed.; Springer: Netherlands, 525-550.
26. **Kozina, A., D. Lemic, R. Bazok, K.M. Mikac, C.M. McLean, M. Ivezic Barcic and J. Igrc**, 2015. Climatic, edaphic factors and cropping history help predict click beetle (Coleoptera: Elateridae) (Agriotes spp.) abundance. *Journal of Insect Science*, 15 (1), 100-108.
27. **Kosachev, A.M.**, 2002. An agrobiological basis for increasing the yield of alfalfa seeds in the Volga region. PhD Tesis, Saratov.
28. **Krauss, M., A. Berner, D. Burger, A. Wiemken, U. Niggli and P. Mäder**, 2010. Reduced tillage in temperate organic farming: implications for crop management and forage production. *Soil Use and Management*, 26, 12-20.
29. **Landis, D.A., S.D. Wratten and G.M. Gurr**, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201.
30. **Lesznyák, M., É.H. Borbély and J. Csajbók**, 2008. The role of nutrient-water-

supply and the cultivation in the yield of pea (Pisum sativum L.). In: Proceedings of the VII Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia, 28 April-2 May 2008, Cereal Research Communications 2008, Vol. 36, No. Suppl. 5, pp. 1079-1082, ISSN: 0133-3720, URL: http://www.akademiai.com/content/120427/?p=b072c91.

31. **Manglitz, G.R. and R.H. Ratcliffe**, 1988. Insects and Mites. pp. 671-695. In A.A. Hanson, D.K. Barnes and R.R. Hill, Jr., (eds) Alfalfa and Alfalfa Improvement. Monograph No. 29. American Society of Agronomy, Madison, WI.

32. **McDonald, W.J., G.J. Goodyer and A. Nikandrow**, 2003. Lucerne for Pasture and Fodder. NSW Agriculture, Australia.

33. **Mensah, R.K. and R.V. Sequeira**, 2004. Habitat manipulation for insect pest management in cotton cropping systems. In Ecological Engineering for Pest Management; Gurr, G.M., Wratten, S.D., Altieri, M.A., Eds.; Comstock Publishing Associates: Ithaca, New York, pp. 187-198.

34. **Nikolova, I., N. Georgieva and V. Vasileva**, 2018a. A system of forage crops cultivation, productivity and damage level caused by *Sitona* spp. and *Otiorrhynchus ligustici* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Polish Journal of Entomology*, 87 (4), 301-320.

35. **Nikolova, I., N. Georgieva and V. Vasileva**, 2018b. Chemical composition in perennial forage crops, depending on the farming system and correlative dependencies with damage of root insect pests. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 21 (4), 93-105.

36. **Onstad, D.W. and C.A. Shoemaker**, 1984.Management of alfalfa and the alfalfa Weevil (Hypera postica): An example of systems analysis in forage production. *Agricultural Systems,* 14 (1), 1-30.

37. **Petrovic, R.**, 2005. Major pests of alfalfa and clover seed and their control. (Special issue: Protection of alfalfa and clover). http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CS2005001426

38. **Pfiffner, L. and E. Wyss**, 2004. Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. In Ecological Engineering for Pest Management; Gurr, G. M., Wratten, S.D., Altieri, M.A., Eds.; Comstock Publishing Associates: Ithaca, New York, 165-186.

39. **Popova, V.**, 1968. Entomofauna in the alfalfa field. Academy of Agricultural Sciences, Sofia, 5-151.

40. **Pretty, J.**, 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Phil. Trans. R. Soc*. B 363, 447-465.

41. **Prokopy, R.J.**, 1993. Stepwise progress toward IPM and sustainable agriculture. IPM Pract. 15, 1-4.

42. **Pustai, P.M., I. Oltean, V. Florian and T. Florian,** 2016. Assessment of soil entomofauna in crops of forage legumes with traps supply units in 2015. *ProEnvironment,* 9, 404-407.

43. **Qureshi, S.A., D.J. Midmore, S.S. Syeda and D.J. Reid**, 2010. A comparison of alternative plant mixes for conservation bio-control by native beneficial arthropods in vegetable cropping systems in Queensland Australia. *Bulletin of Entomological Research*, 100, 67-73.

44. **Rakhshani, H, R. Ebadi, B. Hatami, E. Rakhshani and B. Gharali**, 2010. A survey of alfalfa aphids and their natural enemies in Isfahan, Iran, and the effect of alfalfa strip-harvesting on their populations. *Journal of Entomological Society of Iran*, 30(1), 13-28.

45. **Rosenstock, M.R.**, 2010. Efectos del habitat de borde sobre la abundancia y diversidad de insectoas depredadores afidófagos y áfidos en cultivos de alfalfa de la region Metropolitana. Universidad de Chile facultad de ciencias veterinarias y

pecuarias escuela de ciencias veterinaria. Memoria para optar al Título Profesional de Médico, Santiago, Chile 2010.
46. **Schaber, B.D., A.M. Harper and T. Entz**, 1990 Effect of swathing alfalfa for hay on insect dispersal. *Journal of Economic Entomology*, 83, 2427-2433.
47. **Smith, H.A.**, 2008. Habitat Manipulation for the Conservation of Natural Enemies. *Encyclopedia of Pest Management*, 1 (1), 1-3.
48. **Soussana, J.F. and A. Lüscher,** 2007. Temperate grasslands and global atmospheric change: a review. *Grass and Forage Science*, 62, 127-134.
49. **Straub, C.S., N.P. Simasek, M.R. Gapinski et al.**, 2013. Influence of nonhost plant diversity and natural enemies on the potato leafhopper, Empoasca fabae, and pea aphid, Acyrthosiphon pisum, in alfalfa. *Journal of Pest Science*, 86 (2), 235-244.
50. **Straub, C.S., N.P. Simasek, R. Dohm, M.R. Gapinski, E.O. Aikens and C. Nagy**, 2014. Plant diversity increases herbivore movement and vulnerability to predation. *Basic and Applied Ecology*, 15, 1, 50-58.
51. **Summers, C.G.**, 1976. Population fluctuations of selected arthropods in alfalfa: influence of two harvesting practice. *Environmental Entomology*, 5(1), 103-110.
52. **Summers, C.G.**, 1998. Integrated Pest Management Reviews 3: 127.
53. **Suttie J.M.**, 2000. Hay crops-legumes and pulses. In: Hay and Straw Conservation-For Small-Scale Farming and Pastoral Conditions. FAO Plant Production and Protection Series No. 29, FAO, Rome.
54. **Torricelli, R.**, 2006. Evaluation of lucerne varieties for organic agriculture. In: Proceedings 26th Eucarpia Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting, pp. 141-144.
55. **Van Driesche, R.G. and T.S.Jr. Bellows**, 1996. Biological Control. Chapman & Hall, International Thomson Publishing Co., New York, NY.
56. **Weiser, L.A., J.J. Obrycki and K.L. Jiles**, 2003. Within-field manipulation of potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) and insect predator populations using an uncut alfalfa strip. *Journal of Economic Entomology* 96 (4), 1184-1192.
57. **Wratten, S.D., G.M. Gurr, D.A. Landis, N.A. Irvin and L.A. Berndt**, 2000. Conservation Biological Control of Pests: Multi-trophic Level Effects (ed. M. S.Hoddle), California Conference on Biological Control II, July 2000. University of California, Riverside, CA, USA.
58. **XiaoYan, Z., S. ShangLi, L. XiaoLong, L. YaJuan and H. GuiXin**, 2016. Effects of applied potassium levels on alfalfa nutrients and resistance to thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Acta Entomologica Sinica*, 59 (8), 846-853.
59. **Ximenez-Embun, M.G., T. Zaviezo and A. Grez**, 2014. Seasonal, spatial and diel partitioning of Acyrthosiphon pisum (Hemiptera: Aphididae) predators and predation in alfalfa fields. *Biological Control*, 69, 1-7.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (4), 79-87 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Определяне пригодността за силажиране на основни плевели в агроценозите на фуражни култури

Ина Стойчева*, Наталия Георгиева, Ивелина Николова

Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, България

Determination of the Suitability for Silage of Basic Weeds in Agrocenoses of Forage Crops

Ina Stoycheva*, Natalia Georgieva, Ivelina Nikolova

Institute of Forage Crops, 5800 Pleven, Bulgaria
**E-mail: ina7777@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 13.05.2019 *Accepted:* 24.06.2019 *Published:* 07.10.2019

РЕЗЮМЕ

В условията на биологично земеделие плевелите представляват естествена и неотменна част от агрофитоценозите. Те могат да играят значителна роля в съвременното животновъдство, ако се определи тяхната апетитност, хранителна стойност като фураж, както и възможностите да бъдат консервирани. Целта на настоящото проучване е да се определи пригодността за силажиране на основни заплевелители (балур /*Sorghum halepense*/, щир /*Amaranthus retroflexus*/, поветица /*Convolvulus arvensis*/, цикория /*Cichorium intybus*/ и канадска злолетница /*Erigeron canadense*/) в агроценозите на фуражните култури, както и въздействието им върху силажируемостта на основната култура, в чийто посеви се срещат. Плевелна биомаса от всеки вид е събрана във фаза изкласяване на житните и бутонизация на широколистните плевели и е приготвен силаж посредством директно силажиране (без добавки); силажиране след завяхване (сенаж); и директно силажиране с добавка на мравчена киселина (HCOOH),

SUMMARY

The weeds are a natural and indispensable part of agrophytocenoses in organic farming conditions. They can play a significant role in modern livestock farming if their appetite, nutritional value as feed, and their ability to preserve are determined.

The purpose of this study is to determine the suitability for silage of primary weeds (Johnson grass /*Sorghum halepense*/, Redroot pigweed /*Amaranthus retroflexus*/, Field bindweed /*Convolvulus arvensis*/, Chicory /*Cichorium intybus*/ и Conyza canadensis /*Erigeron canadense*/) in the agrocenoses of forage crops, as well as their impact of silage preparation of the main crop in whose crops they meet. Weed biomass of each species is harvested in generative stems phase of grasses and button-start flowering of broadleaf weeds and silage is prepared by direct ensilage (without additives), silage after wilting and direct formic acid addition (HCOOH), in a general variation of the experiment 15.

при обща вариантност за експеримента 15. Успешно силажиране, според стойностите на pH на силажната маса се постига с добавка на 0,5% мравчена киселина или завяхване на биомасата преди силажиране, което трябва да се има предвид при силажиране на основната фуражна култура и дела на съответните плевелни растения в нея. С най-добри силажни качества, независимо от начина на силажиране е цикорията, следвана от поветица. С най-ниска силажируемост е щирът, а междинно положение заемат балурът и канадската злолетница.

Ключови думи: силажиране, плевели, мравчена киселина

Successful ensilage according to the pH values of these weeds is achieved with the addition of 0.5% formic acid or wilting of the mass before to ensilage or wilting the biomass before ensilage, which should be taken into account when ensiling the main forage crop and the proportion of the respective weed plants in it. With the best silage qualities, regardless of the way of ensilage, is the Chicory followed by Field bindweed. With low the lowest degree of ensilage is Redroot pigweed, while the Johnson grass and the Conyza canadensis occupy the middle position.

Key words: ensilage, weeds, formic acid

УВОД

Силажирането е стар метод за консервиране на фуражите. Прилага се и до днес като разпространението му е масово по целия свят. У нас много от методите и технологиите за консервиране са се усъвършенствали през последните години. Наблюдават се и подобрения при силажовместилищата, които се пригаждат към нуждите на големите ферми според Европейските изисквания. Всяко силажиране представлява процес на естествена консервация, независимо от вида на суровината, която ферментира при анаеробни условия. Млечно-киселите бактерии, в съчетание с въглеводородите в суровата силажна маса, произвеждат млечна киселина, която е консервиращата съставка в резултат на млечнокиселата ферментация, в съчетание с осмотичното налягане на раститетлния сок (Kirov and Todorov, 1976). Голяма роля играе и добавянето на химични консервиращи вещества. Когато влажността на силажа е под 60%, тогава се използва термина сенаж. Силажирането има редица предимства пред другите методи за консервиране. Запазването на хранителните вещества при правилно силажиране е значително по-добро, отколкото при приготвяне на сено

INTRODUCTION

Silage is an old method of preserving forages. It is used today as a mass distribution worldwide. In Bulgaria many of the methods and technologies for preserving have been improved in recent years. There are also improvements in places for silage, which adapt to the needs of large farms according to European requirements. Each ensilage is a process of natural conservation regardless of the type of raw material fermented under anaerobic conditions.

Lactic acid bacteria, combined with hydrocarbons in the raw silage mass, produce lactic acid, which is the preservative component of lactic acid fermentation, combined with the osmotic pressure of the plant juice (Kirov and Todorov, 1976).

Chemical preservatives addition a major role is played. When the humidity of the silage is below 60%, then the term silage after wilting is used. Silage has a number of advantages over other preservation methods.

Preserving nutrients when properly ensiled is much better than haymaking (Bazitov et al., 2013). Silage can also be

(Bazitov et al., 2013). Силаж може да бъде приготвен и от няколко фуража, които не са подходящи за естествено сушене и приготвяне на сено. Силажирането променя състава на фуража и консумацията му от животните, с наличието на ферментационни продукти: органични киселини, амоняк, алкохол, увеличено количество на разтворимия протеин и т.н. (Kirilov, 2015). Силажираните фуражи се приемат с голям апетит от овцете, стимулират млечността и подобряват храносмилането и усвояването на другите фуражи (Stoycheva, 2015). Осигуряването на високо качество на силажа е решаваща предпоставка за рентабилното и екологосъобразно животновъдство (Weissbach and Honig, 1996; Bobb, 1998).

С термина фураж се определя всичко, което може да се изхранва на животните, в т. ч. груби, зелени, консервирани и концентрирани/комбинирани фуражи, отпадъци от различни производства и др (Todorov et al., 2004).

Присъствието на плевелна растителност в площите с фуражни култури е нежелано, но техния дял при органичното производство на фуражи е значителен. В условията на биологично земеделие плевелите представляват естествена и неотменна част от агрофитоценозите. Те могат да играят значителна роля в съвременното животновъдство, ако се определи тяхната апетитност, хранителна стойност като фураж, както и възможностите да бъдат консервирани. В този контекст това кара много изследователи и специалисти да отделят по-голямо внимание на плевелите от гледна точка на тяхното влияние върху добива и хранителната стойност на фуража, особено във фуража, произведен по органична технология. В това проучване е сравнена пригодността за силажиране на различни плевелни видове: щир (*Amaranthus retroflexus* L.), балур (*Sorghum halepense Pers*.), цикория (*Cichorium intybus* L.), полска поветица

prepared from several forages that are not suitable for natural drying and haying.

Silage changes the composition of the forage and its consumption by the animals with the presence of fermentation products: organic acids, ammonia, alcohol, increased amount of soluble protein, etc. (Kirilov, 2015).

Silage forages are taken with good appetite from sheep, stimulate milking and improve digestion and digestion of other feeds (Stoycheva, 2015). Ensuring high quality silage is a crucial prerequisite for cost-effective and environmentally livestock breeding (Weissbach and Honig, 1996; Bobb, 1998).

The term forage defines that can be fed to the animals, including roughtage, green, preserved and concentrated/compound feeds, wastes from various industries, etc. (Todorov et al., 2004).

The presence of weed vegetation in forage areas is undesirable, but their share in organic feed production is significant.

The weeds are a natural and indispensable part of agrophytocenoses in organic farming conditions. They can play a significant role in modern livestock farming if their appetite, nutritional value as feed, and their ability to preserve are determined.

In this context, many researchers and specialists are paying more attention to weeds in terms of their impact on the yield and nutritional value of feed, especially in organic feed.

This study compared the suitability of silage for different weed species: Redroot pigweed /*Amaranthus retroflexus*/, Johnson grass /*Sorghum halepense*/, Field bindweed /*Convolvulus arvensis*/, Chicory /*Cichorium intybus*/ и Conyza

(*Convolvulus arvensis* L.) и Канадска злолетница (*Eringeron canadensis*), които са основни заплевелители в площите на фуражните култури и се различават съществено по отношение на химичен състав и апетитност. Установено е, че различни по вид и хранителна стойност плевели имат възможности да бъдат използвани като фуражни източници (Georgieva and Kirilov, 2016; Kirilov et al., 2016).

Целта на това проучване е да се определи пригодността за силажиране на: Балур, Щир, Поветица, Цикория и Канадска злолетница, в агроценозите на фуражните култури, както и въз-действие им върху силажируемостта на основната култури в чийто посеви се намират.

canadensis /*Erigeron canadense*/ which are the main entrants in the areas of forage crops and differ significantly in terms of chemical composition and appetite. Various weeds have been found to have the potential to be used as forage sources (Georgieva and Kirilov, 2016; Kirilov et al., 2016).

The purpose of this study is to determine the suitability for silage of primary weeds (Johnson grass /*Sorghum halepense*/, Redroot pigweed /*Amaranthus retroflexus*/, Field bindweed /*Convolvulus arvensis*/, Chicory /*Cichorium intybus*/ и Conyza canadensis /*Erigeron canadense*/) in the agrocenoses of forage crops, as well as their impact of silage preparation of the main crop in whose crops they meet.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За изпълнение на задачата е събрана маса и са приготвени 15 варианта силажи от пет вида плевели: Балур, Щир, Поветица, Цикория и Канадска злолетница.

От всеки вид плевел е приготвен силаж в три варианта:

1. Директно силажиране – без добавки
2. Силажиране след завяхване (сенаж)
3. Директно силажиране с добавка на мравчена киселина (*HCOOH*), в концентрация 0,5%

Силажите са приготвени в стъклени буркани с обем 0,8 l, които бяха затворени херметично с капачки на винт. Дължината на нарязване на масата за силажиране е 3-4 mm, разделена на три части от всеки плевелен вид. Една част беше силажирана веднага – директно, друга с добавка на 0,5% мравчена киселина а останалата част беше оставена да завяхва на слънце и беше силажирана на следващия ден.

Силажите бяха отворени 45 дни след приготвянето им. Повърхностният слой (4-5 cm от буркана) е отстранен, като пробите за анализ са взети от

MATERIAL AND METHODS

For the task, mass was collected and 15 variants of silages of five types of weeds were prepared: Johnson grass, Redroot pigweed, Field bindweed, Chicory and Conyza canadensis.

Of each kind of weed, silage is prepared in three variants:

1. Direct silage – without additives
2. Silage after wilting
3. Direct ensilage with formic acid addition (HCOOH) at concentration of 0.5%

Silages were prepared in 0.8 l glass jars which were sealed with screw caps. The slicing length of the silage mass is 3-4 mm divided into three parts of each weed species.

One part was ensiled immediately – directly, another with 0.5% formic acid added, and the rest was set to fades at the sun and was ensilage in the next day.

Silages were opened 45 days after their preparation. The surface layer (4-5 cm from the jar) was removed, the samples were analyzed from the rest of останалата маса. От всеки буркан са взети по 2 под проби: проба (50 g до 500 ml) – извлек за pH и NH_3 и проба за сухо вещество. Пробите преди анализ са смлени през сито с големина на отворите 1 mm с мелница Retsch SM100. На изсушените и смлени проби е определено съдържанието на сухо вещество при 80 °C, до постоянно тегло (BDS-ISO 6498). Съдържанието на сухо вещество при силажите е корегирано, като са използвани корекционните коефициенти по Dulphy and Demarquilly (1981).

the mass. Two samples are taken from each jar: sample (50 g to 500 ml) – extract for pH and NH_3 and sample for dry matter. Samples before analysis were ground through a 1 mm sieve by Retsch SM100 mill. The dry and milled samples have dry matter content at 80 °C to constant weight (BDS-ISO 6498). The dry matter content of the silage was corrected using Dulphy and Demarquilly correction coefficients (1981).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Ферментационните показатели на силажите и сенажите от плевели са дадени на Таблица 1. Различията на фуражите по отношение на способността за силажиране се дължат до голяма степен на различията в състава на сухото вещество. Докато при силажа с висока влажност консервирането се дължи на натрупването на органични киселини при ферментацията и понижаване на pH, като най-голямо значение има съдържанието на захари и на буферни вещества. В нашите изследвания, стойностите за сухо вещество при първият вариант – силажиране без добавки са от 12,43% при щира, до 22,44% при злолетницата, т.е. влажността на силажирания материал е над 77%, което предполага критичните стойности на pH да са от 4,0 до 4,2. Тъй като е известно, че колкото по-висока е влажността на силажираната суровина, толкова по-ниски трябва да бъдат стойностите на pH, за да се получи стабилен силаж, без възможност за развитие на вторична масленокисела ферментация, необходимо е pH да се понижи под критичната стойност. Получените по-високите стойности на pH в това проучване са присъщи на силажи с лошо качество, което най-вероятно се дължат на по-ниското съдържание на захари и по-висок буферен капацитет в изследваните плевели. Това оказва негативно влияние върху протичането

RESULTS AND DISCUSSION

The fermentation indexes of weed silages are shown in Table 1. The feed variation in terms of silage capacity is largely due to the differences in dry matter composition.

While in high humidity silage, preservation is due to the accumulation of organic acids in fermentation and lowering of pH, the most important being the content of sugars and buffer substances.

In our studies, the dry matter values for the first variant – silage without additives were 12.43% for the Redroot pigweed, to 22.44% for the Conyza canadensis, i.e. the humidity of the ensilaged material is over 77%, suggesting that the critical pH values are from 4.0 to 4.2.

Since it is known that the higher the humidity of the ensilaged raw material, the lower the pH values, in order to obtain stable silage without the possibility of developing secondary fatty acid fermentation, it is necessary to lower the pH below the critical value.

The resulting higher pH values in this study are native to poor quality silages, most likely due to the lower sugar content and higher buffer capacity in the weeds studied, which negatively affects of the fermentation processes and the quality of silage.

на ферментационните процеси и качеството на силажа. Този факт трябва да се вземе предвид при силажиране на основната фуражна култура, която би следвало да е с по-високо съдържание на захари (Bazitov et al., 2014; 2017), при по-голямо наличие на съответните плевели. От съдържанието на сухо вещество зависи и как ще протече самата ферментация, затова и спазването на определени условия в етапите на силажиране са от изключителна важност за правилния ферментационен процес в последствие. Известно е, че развитието на микроорганизми се забавя при силажиране на фуражи с по-ниска влажност. Това се наблюдава и при вариант 2 от нашето проучване, където е установено, че след повишаване на съдържанието на СВ в плевелната маса за силажиране с до 47%, стойностите на pH се понижават с до 10% средно за всички изследвани видове плевели.

This fact should be taken into account when ensilaging the main forage crop, which should have higher sugar content (Bazitov et al., 2014; 2017), with a higher prevalence of weeds.

The fermentation process depends of the dry matter content, so the observance of certain conditions in the stages of ensilage is of the great importance for the correct fermentation process in consequence.

It is known that growth of microorganisms is slowed down in the ensiling of forages with lower humidity. This was also observed in variant 2 of our study where it was found that after increasing the DM content in silage weed mass by up to 47%, pH values decreased by up to 10% on average for all weed species studied.

Таблица 1. Ферментационни показатели на силажи от плевели
Table 1. Fermentation indicators of weed silages

Вид плевел / Weed	СВ / DM, %	pH	NH_3-N
Вариант 1 (силаж – без добавки) / Variant 1 (silage - without additives)			
Щир/Redroot pigweed	12,430	5,880	0,076
Цикория/Chicory	19,570	4,690	0,023
Поветица/Field bindweed	15,160	4,570	0,056
Балур/Johnson grass	23,720	4,810	0,045
Канадска Злолетница Conyza canadensis	22,440	4,860	0,037
Вариант 2 (сенаж) / Variant 2 (silage after wilting)			
Щир/Redroot pigweed	18,110	4,410	0,031
Цикория/Chicory	52,110	4,250	0,023
Поветица/Field bindweed	37,860	4,270	0,038
Балур/Johnson grass	43,200	4,780	0,494
Канадска Злолетница Conyza canadensis	45,050	4,640	0,026
Вариант 3 (силаж + HCOOH) / Variant 3 (silage + HCOOH)			
Щир/Redroot pigweed	12,110	3,920	0,007
Цикория/Chicory	21,930	3,820	0,009
Поветица/Field bindweed	16,210	3,950	0,016
Балур/Johnson grass	24,490	3,960	0,023
Канадска Злолетница Conyza canadensis	23,400	4,230	0,013

Микроорганизмите, които могат добре да се развиват при ниско pH (плесени и дрожди) са аероби. Повишаването на киселинността на силажа е резултат от развитието на микроорганизми, които разпадат въглехидратите до органични киселини (млечна киселина), която понижава pH на силажа (Kirov and Todorov, 1976). Наблюдава се тенденция за подобряване на способността за силажиране на плевелната маса след завяхване. Подобна тенденция се наблюдава и при вариант 3, след директно силажиране с добавка на мравчена киселина (HCOOH) в концентрация 0,5%. Известно е, че при суровините, които съдържат по-малко количество захари и висок буферен капацитет при естествената им влажност, е невъзможно консервиране без използване на консервиращи вещества.

Microorganisms that can grow well at low pH (molds and yeasts) are aerobes. Increasing the acidity of silage is a result of the development of microorganisms that degrade carbohydrates to organic acids (lactic acid) that make lower the silage pH (Kirov and Todorov, 1976).

There is a tendency to improve the ability to ensilage the weed mass after wilting. A similar trend was observed in variant 3, after direct ensiling by addition of formic acid (HCOOH), with a concentration of 0.5% in the weed mass.

It is known that raw materials containing less sugars and high storage capacity at their natural humidity, it is not impossible to conserve them without using preservative agents.

Таблица 2. Стойности на pH на силажи от плевели
Table 2. pH values of weed silages

Вид плевел / Weed	Стойности на pH / pH values			
	Силаж – без добавки Silage - without additives	Сенаж / Silage after wilting	Добавка на HCOOH (0,5%) Addition of HCOOH (0.5%)	Средно Average
Щир/Redroot pigweed	5,880	4,410	3,920	**4,740**
Канадска злолетница Conyza canadensis	4,860	4,640	4,230	**4,580**
Балур/Johnson grass	4,810	4,780	3,960	**4,520**
Поветица/Field bindweed	4,570	4,270	3,950	**4,260**
Цикория/Chicory	4,690	4,250	3,820	**4,250**

За това протичането на ферментационните процеси може да се подобри чрез използване на химически консервиращи вещества, каквато е и мравчената киселина. Тя има двустранно действие – понижава pH и действа бактериостатично. При нашето изследване се наблюдава, че дори при висока влажност на материала за силажиране (над 80%), критичната стойност на pH се запазва в оптималните норми (pH = 4,0), което е предпоставка за добро силажиране, според този показател.

На Таблица 2 са представени резултатите от получените стойности

For this, fermentation processes can be improved by using chemical preservatives such as formic acid, which has two-sided action – make lowers pH and acts bacteriostatically.

In our study, it is observed that even high humidity of silage material (over 80%), the critical pH value is save at optimal levels (pH = 4.0), which is a prerequisite for good ensilage, according to this indicator.

Table 2 presents the results of pH values of silage of different weed species.

на pH от силажи на различни видове плевели. От така получените резултати се вижда, че с най-добри силажни качества, независимо от начина на силажиране, това е цикорията, следвана от поветицата. С по-лоши силажни възможности се отличават балура, следван от канадската злолетница. Най-труден за силажиране се оказва щира, сравнен с останалите 4 вида плевели.

В този контекст дела на плевелите в основните фуражни култури би могъл да се определи като един от многото фактори, оказващи влияние за оптимално протичане на ферментацията при силажиране.

From the results obtained, can be seen that with the best silage qualities, regardless of the way of ensilage, this is the Chicory followed by the Field bindweed. With worse silage options is Johnson grass, followed by the Conyza canadensis. The most difficult for ensilage is the Redroot pigweed compared to the other 4 types of weeds.

In this context, the proportion of weeds in the main forage crops could be identified as one of the many factors influencing optimum fermentation during ensilage.

ИЗВОДИ

- ✓ Стойностите на pH на силажите, приготвени директно от балур, канадска злолетница, щир, поветица и цикория са присъщи за силажи с лошо качество.
- ✓ Успешно силажиране, според стойностите на pH на тези плевели, се постига с добавка на 0,5% мравчена киселина или завяхване на масата преди силажиране, което трябва да се има предвид при силажиране на основната фуражна култура и дела на съответните плевелни растения в нея.
- ✓ С най-добри силажни качества, независимо от начина на силажиране, това е цикорията, следвана от поветицата. С по-лоши силажни възможности се отличават балура и канадската злолетница.
- ✓ Най-труден за силажиране е щира.

CONCLUSIONS

- ✓ The pH values of silage prepared directly from Johnson grass, Conyza Canadensis, Redroot pigweed, Field bindweed and Chicory are native for poor quality silages.
- ✓ Successful ensilage according to the pH values of these weeds is achieved with the addition of 0.5% formic acid or wilting of the mass before to ensilage or wilting the biomass before ensilage, which should be taken into account when ensiling the main forage crop and the proportion of the respective weed plants in it.
- ✓ With the best silage qualities, regardless of the way of ensilage, is the Chicory followed by Field bindweed. Johnson grass and the Conyza canadensis occupy the middle position.
- ✓ With the lowest degree of ensilage is Redroot pigweed.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bazitov, R., M. Mihaylova, I. Gospodinov, V. Basitov and R. Petkova**, 2014. Productive Possibilities of Corn for Silage, Cultivated in Different Irrigation Regimes. *Plant Science*, LI (2-3), 88-91 (Bg).
2. **Bazitov, R., M. Mihaylova and S. Enchev**, 2017. Productive Possibilities of Sudan, Cultivated as a Second Culture in Irrigation. *Plant Breeding Science*, 54 (5), 30-35.
3. **Bazitov, R., M. Mihaylova and V. Bazitov**, 2013. Productive Capacity of Irrigated Corn Silage First Culture as a Function of Some Agrotechnical Factors. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 16 (6), 1330-1338.

4. BDS ISO 6498, 2007. Feed Preparation of the Test Samples. State Agency for Standardization and Metrology, Sofia (Bg).
5. **Bobb, J., D.**, 1998. Silage Feeding. International Sheep Letter, 18, 7.
6. **Dulphy, J.P. and C. Demarquilly**, 1981. Problem particuliers aux ensilages. In. Prevision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants, INRA Publ. 1981, 81-104.
7. **Georgieva, N. and A. Kirilov**, 2016. Chemical Composition and Palatability of Main Weeds in Agrocenoses of Forage Crops. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 19 (5), 70-84.
8. **Kirillov, A.**, 2015. Technology for Harvesting and Ensiling of Corn in Polyethylene Sleeves. SSA-Sofia, IFC-Pleven (Bg).
9. **Kirilov, A, N. Georgieva N and I. Stoycheva**, 2016. Determination of Composition and Palatability of Certain Weeds. *Int J Agric Sc Food Technol*, 2 (1), 41-43.
10. **Kirov, N. and N. Todorov**, 1976. Silage and Silage after Wilting. Zemizdat, Sofia (Bg).
11. **Stoycheva, I.**, 2015. Influence of Grazing and Preserved Forage on Milk Production of Sheep. PhD Thesis, Pleven.
12. **Todorov, N., A. Ilchev, V. Georgieva, D. Girginov, D. Juvinov, D. Penkov and H. Shindarska**, 2004. Animal Feeding. Sofia (Bg).
13. **Weissbach, F. and H. Honig**, 1996. Über die Vorhersage und Steuerung des Garungs verlaufs bei der Silierung von Grunfutter aus extensiv em Anbau. Land bauforschung Volkenrode, FAL, 46: 10-17.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (4), 88-102 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на растежни регулатори върху *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes

Пламен Маринов-Серафимов*, Ирена Голубинова

Институт по фуражните култури, ул. „Ген. Владимир Вазов“ № 89, 5800 Плевен, България

Effect of Growth Regulators on *Agropyron desertorum (Fisch.) Schultes*

Plamen Marinov-Serafimov*, Irena Golubinova

Institute of Forage Crops, 89 Gen. Vladimir Vazov Str., 5800 Pleven, Bulgaria
**E-mail: plserafimov@abv.bg*

Original scientific paper

Received: 08.05.2019 *Accepted:* 30.07.2019 *Published:* 07.10.2019

РЕЗЮМЕ

През 2014 и 2015 година в опитното поле на Институт по фуражните култури - Плевен е изведен рандомизиран полски опит с три растежни регулатори с ретардантна активност в три дози ССС 750 СЛ (750 g/l хлормекват хлорид) – 60, 120 и 180 ml/da, Топрекс 375 СК (250 g/l дифеноконазол + 125 g/l паклобутразол) – 25, 50 и 75 ml/da и Модус Ево (250 g/l тринексапакетил) – 30, 60 и 90 ml/da. Опитът е изведен по перпендикулярния метод при неполивни условия с пустинен житняк – *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes сорт “Морава“.

Установено е, че ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево в приложените дози не оказват видимо фитотоксично въздействие върху *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes.

Третирането на *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes в годините на семеобразуване със ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево оказват

SUMMARY

During the 2014 and 2015 was conducted a randomized field experiment with three growth regulators with a retardant activity applied in three doses CCC 750 SL (750 g/l chlormequat chloride) – 60, 120 and 180 ml/da, Toprex 375 SC (250 g/l difenoconazole + 125 g/l paclobutrazole) – 25, 50 and 75 ml/da and Moddus Evo (250 g/l trinexapacethyl) – 30, 60 and 90 ml/da in the experimental field of the Institute of Forage Crops - Pleven. The experiment was performed by perpendicularly method in non-irrigating conditions with standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) (Standard Wheatgrass) variety “Morava”.

It was found that CCC 750 SL, Toprex 375 SC and Moddus Evo at the applied doses did not have a phytotoxicity effects on *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes.

The treatment of *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes in the seed production year with growth regulators CCC 750 CL, Toprex 375 SC and Moddus Evo had a

статистически доказан инхибиращ ефект върху височината на пустиния житняк. Относително по-силен ретардантен ефект е отчетен след третиране с Топрекс 375 СК – от -9.9 до 18.7% (от 74.0 до 100.0 cm) и ССС 750 СЛ – от 0.7 до 14.3% (от 78.0 до 97.2 cm) и по-слаб при Модус Ево – от -2.4 до 12.2% (от 82.4 до 96.3 cm) в зависимост от приложените дози.

ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево не оказват инхибиращ ефект върху покълването на семената и първоначалното развитие на пустинния житняк – *GI* варира в границите от 83.3 to 101.9% при всички приложени дози.

Ключови думи: пустинен житняк, ретарданти, биологичен ефект

statistically significant inhibitory effect on the standard wheatgrass height. More relatively stronger retardant effect was reported after treatment with Toprex 375 SC – from -9.9 to 18.7% (from 74.0 to 100.0 cm) and CCC 750 SL – from 0.7 to 14.3% (from 78.0 to 97.2 cm) and weaker in Moddus Evo – from -2.4 to 12.2% (from 82.4 to 96.3 cm), depending on the applied doses.

CCC 750 SL, Toprex 375 SC and Moddus Evo did not have an inhibition effect on the seed germination and initial development of standard wheatgrass – *GI* ranges from 83.3 to 101.9% at all doses applications.

Key words: Standard Wheatgrass, Plant Growth Regulator, biological effect

УВОД

През последните години научно-изследователската работа се фокусира върху проблема с полягането на стъблата при житните растения, което е фактор за намаляване на добива, влошаване качеството на зърното и затруднява механизираното прибиране на семената (Syahputra et al., 2016; Shah et al., 2017).

Според проучванията на Sui-Kwong et al. (2011), Berry and Spink (2012), Berry (2013) и Rajapaksa et al. (2018) полягането на стеблата на житните растения е в следствие комплексното въздействие на множество фактори, включващи биологични особености на културите, сортова специфика, морфологични (структурни), както и под въздействие на климатични, агротехнически и агроекологични условия.

Растежните регулатори (с ретардантна активност) намират широко приложение в съвременното земеделие за намаляване височината и предпазване от полягане на растенията, както за повишаване добива и качеството на зърното при редица зърнено-житни растения (Lang et al., 2012).

Спорадични и противоречиви са

INTRODUCTION

In recent years, research had focused on solving the problem of lodging in cereal crops, which is a factor in reducing yield, deteriorating grain quality and hampering mechanized harvesting of the seeds (Syahputra et al., 2016; Shah et al., 2017).

According to the study of Sui-Kwong et al. (2011); Berry and Spink (2012); Berry (2013) and Rajapaksa et al. (2018) the lodging of the cereal stems is due to the complexity of a number of factors including biological specificity, variety specificity, morphological (structural), as well as under and impact of weather, agro-technical and environmental conditions.

Plant growth regulators (with retardant activity) are widely used in contemporary agriculture to promote and for reduction plant height growth and save of lodging crops, yield and grain quality in a number of cereal crops (Lang et al., 2012).

Sporadic and contradictory are

съобщенията за приложение на растежни регулатори (с ретардантна активност) при пустинен житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes).

Според проучванията Eisvand et al. (2010) и Schrabauer et al. (2014) биологична особеност на видовете от род *Agropyron* и други прилежащи към групата на многогодишните житни треви е склонността им към полягане на стеблата при формиране на семена в години обезпечени с валежи и при интензивно торене.

Ограничените проучвания у нас и в чужбина са аргумент, да се установи физиологичното въздействие и оцени стопанският ефект след прилагане на растежни регулатори (с ретардантна активност) ССС 750 СЛ (750 g/l хлормекват хлорид), Топрекс 375 СК (250 g/l дифеноконазол + 125 g/l паклобутразол) и Модус Ево (250 g/l тринексапакетил) при пустинен житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes).

Целта на проучването е да се определи ефикасността на растежни регулатори (с ретардантна активност) при пустинен житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes), които да се прилагат при семепроизводството на сорт "Morava".

reports of the use of plant growth regulators (with retardant activity) in standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes).

According to studies Eisvand et al. (2010) и Schrabauer et al. (2014) a biological property of the species of the genus *Agropyron*, and other members of the group of perennial grasses, is the sowing of the lodging stems during seeds formation in years secured by precipitation and intensive fertilization.

Limited studies in Bulgaria and abroad are an argument for establishing the physiological effect and assessing the economic effect after treatment with the growth regulators (with retardant activity) CCC 750 SL (750 g/l chlormequat chloride), Toprex 375 SC (250 g/l difenoconazole + 125 g/l paclobutrazole) and Moddus Evo (250 g/l trinexapaccetyl) in the in standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes).

The objective of this study was to determine plant growth regulators (with retardant activity) for standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) to be applied during stand seed production in variety "Morava".

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е проведено през 2014-2015 година в опитното поле на Института по фуражните култури - Плевен на слабо излужен, средномощен чернозем при неполивни условия. Опитът е изведен по перпендикулярния метод в три повторения с големина на реколтната площ – 5 m^2.

За извеждане на полските опити е използван пустинен житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) сорт „Морава“, създаден в Институт по фуражните култури - Плевен. Сортът се отличава с висока продуктивност, екологична стабилност (зимо и сухоустойчив), устойчивост на листни болести и дълготрайност, с многофункционално

MATERIAL AND METHODS

The studies were conducted during the period 2014-2015 in the experimental field of the Institute for Forage Crops, Pleven on leached black ground under non-irrigated conditions. The field trial were conducted perpendicularly methods in three replicates with a harvest area of 5 m^2.

For the field experiment was used, the first Bulgarian variety "Morava" standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) created at the Institute of Forage Crops - Pleven. The variety is distinguished by its high productivity, ecological stability (winter-resistant and dry-resistant), leaf resistant and long-lasting, with multifunctional приложение – подходящ е за пасищно, сенокосно-пасищно и декоративно направление на използване, самостоятелно или в смески с бяла детелина за фураж, или с червена власатка за декоративни и спортно-технически тревостои с висок процент почвено покритие (Katova, 2007a; 2007b; Katova et al., 2010; Katova, 2012a; 2012b; Katova and Dimitrova, 2013).

Проследявано е биологичното влиянието на три растежни регулатори с ретардантна активност в три дози ССС 750 СЛ (750 g/l хлормекват хлорид) - 60,120 и 180 ml/da, Топрекс 375 СК (250 g/l дифеноконазол + 125 g/l паклобутразол) - 25, 50 и 75 ml/da и Модус Ево (250 g/l тринексапакетил) - 30, 60 и 90 ml/da при пустинен житняк – *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes (Таблица 1).

application – suitable for pasture, hay-pasture and decorative use, either alone or mixed with white clover fodder or red fescue for decorative and sports-technical grasses with a high percentage of soil cover (Katova, 2007a; 2007b; Katova et al., 2010; Katova, 2012a; 2012b; Katova and Dimitrova, 2013).

The biological effect of three growth regulators with retardant activity was monitored in three doses of CCC 750 SL (750 g/l chlormequat chloride) - 60,120 and 180 ml/da, Toprex 375 SC (250 g/l difenoconazole + 125 g/l paclobutrazol) 25, 50 and 75 ml/da and Moddus Evo (250 g/l trinexapachetyl) - 30, 60 and 90 ml/da in standard wheatgrass - *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes (Table 1).

Таблица 1. Растежни регулатори (с ретардантна активност) и дози на приложение
Table 1. Plant growth regulators (with retardant activity) and application doses

Продукт / Product	Активно вещество / Active ingredients	Доза / Dose, ml/da*		
		50%	100%	150%
ССС 750 СЛ CCC 750 SL	750 g/l хлормекват хлорид 750 g/l chlormequat chloride	60	120	180
Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	250 g/l дифеноконазол + 125 g/l паклобутразол 250 g/l difenoconazole + 125 g/l paclobutrazole	25	50	75
Модус Ево Moddus Evo	250 g/l тринексапакетил 250 g/l trienexapachetyl	30	60	90

*Percent of the registered dose of the product by the manufacturer

Внасянето на растежните регулатори е извършвано с гръбна пръскачка „PTP 18“ при разход на работен разтвор 40 l/da с конична дюза, налягане P_{max} 3 bar, V_{max} 1.64 l, and Q $_{max}$ 0.63 l/min, във фенофаза BBCH – 23-31 (Hess et al.,1997) на пустинния житняк .

Отчитани са следните показатели: Визуални отчитания в балове, за определяне на фитотоксичността по логаритмичната скалата на European Research Society Weed (EWRS) (бал 1 – без повреди, бал 9 – напълно унищожени растения) и Жизненост (*CV*) (бал 0 –

The plant growth regulators were applicated with a spraying machine "PTP 18" at 40 l/da with a conical nozzle, pressure P_{max} 3 bar, V $_{max}$ 1.64 l, and Q_{max} 0.63 l/min, in growth stage BBCH – 23-31 (Hess et al., 1997) of the standard wheatgrass.

The following metrics are reported: The phytotoxicity was determined according to the logarithmic scale of EWRS (score 1 - no damage, score 9 - completely depleted plants) and Crop vigor (*CV*) (score 0 - Completely depleted plants and score 100 Plants are no напълно унищожени растения, бал 100 растенията са без повреди) Stall et al., 1989 на 7, 14, 20, 30 и 45 дни след третиране (DAT). Степента на полягане е определяна, чрез визуални наблюдения в балове от 1 до 9 (1 бал няма полягане, 9 бал растенията са силно полегнали) във фенофаза BBCH – 83, съгласно методиката на Vera et al. (2012).

От всички варианти на опита са анализирани по 30 бр. растения по следните биометрични показатели: височина на растенията и дължина на метлицата в, cm; общо тегло на метлицата и тегло на семената от една метлица в, g; брой семена от една метлица в, бр.

В лабораторни условия е определяна жизнеността и кълняемостта на семената. В петриеви блюда (90 mm) между филтърна хартия са поставяни по 100 броя семена от всеки вариант на опита, след което е пипетирана 3 ml дестилирана вода във всяко петриево блюдо. Така подготвените проби са инкубирани в термостат при температура 22 ± 2 ^{o}C в продължение на седем дни. Всеки вариант е заложен в пет повторения.

Определяни са следните показатели за всички варианти на опита: кълняемост на семената (%); дължина на корен, колеоптил и кълн, cm и формирана свежа биомаса в g на корен, колеоптил и кълн. Дължината е измервана с милиметрова хартия, а теглото с аналитична везна.

Индексът на развитие на растенията (*GI*) е определян, съгласно методиката на Gariglio et al. (2002):

damage) Stall et al., 1989 at 7, 14, 20, 30 and 45 days after treatment (DAT). Lodging scores was determined by visual observation on a 1- 9 score (1 score no lodging and 9 score completely lodged) in growth stage BBCH - 83 of the plannts according to the method of Vera et al. (2012).

For each variant of the treatments, 30 number plants were analyzed by the following biometric features: plant height and length of panicle, cm; total weight of panicle and seed weight from one panicle, g; number of seeds from one panicle, num.

For determined vitality and seeds germination for all treatment in laboratory conditions in Petri dishes (90 mm) were placed 100 seeds of all treatment between filter paper and 3 ml are added of distilled water. The samples are incubated in a thermostat at 22 ± 2 ^{o}C for five days. Each treatment consisted of five replicates including the control treatment.

The following indicators are determined for all experimental variants: percent of germination in (%), length of the rot, coleoptile and seedling, cm and formed fresh biomass in g per rot, coleoptile and seedling, g. Length was measured using graph paper and the weight was recorded on an analytical balance.

The plant development index (*GI*) was determined according to the method of Gariglio et al. (2002):

$$GI = \left[\left(\frac{G}{G_0}\right) \cdot \left(\frac{L}{L_0}\right)\right] . 100$$

където *G* и G_0 – покълнали семена, съответно за вариантите и контролата (%), *L* – дължина на кълна във вариантите, изразена в процент, L_0 – дължина на кълна в контролния вариант, приет за 100%.

where *G* and G_0 – germinated seeds respectively for the options and control variant %; *L* – average length (cm) of seedlings in treatment transformed into percentage as against the control treatment; L_0 – average length (cm) of the seedlings in the control treatment taken as 100%.

Процентът покълнали семена за всички варианти на опита е определян след предварително трансформиране $Y = arcsin\sqrt{(x_{\%} / 100)}$ (Anant, 1996).

Математико-статистическата обработка на експериментално получените данни е извършена със софтуерните продукти STATGRAPHICS Plus за Windows Ver. 2.1 и STATISTICA Ver. 10.

Борбата с плевелите, торенето и всички други агротехнически мероприятия през вегетационния период на пустинния житняк при извеждането на опита са извършвани съобразно агротехническите изисквания на културата.

The percentage of germinated seeds in each treatment was previously transformed $Y = arcsin\sqrt{(x_{\%} / 100)}$ (Anant, 1996).

The mathematical-statistical processing of the experimental data was performed with the software product STATGRAPHICS Plus for Windows Ver. 2.1 and STATISTICA Ver. 10.

Plant protection, fertilization and all other agronomic practices during cultivation of standard wheatgrass for all experimental plots were carried out uniform in accordance with agro-technical requirements of culture.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Оценявайки комплексното въздействие на някои от основните метеорологични фактори – количество на валежите и средномесечните температури на въздуха през годините на проучване 2014 и 2015 г. са благоприятни, съобразно биологичните изисквания на пустинния житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) през интензивния вегетационен период (III-IX) съответно (I_{ar}-*DM*) 29.6 и 25.4 (Таблица 2).

Общото количество на валежите и средномесечните тепературии на въздуха през периода на интензивен растеж на пустинния житняк (III-IV) през годините на проучване варират в тесен диапазон, съответно от 18.1 до 18.3 ^{0}C и от 428.7 до 447.6 mm. Агрометеорологичните условия през периода на изследване са с температурни отклонения от –0.4 до +3.3 ^{o}C и по-силна вариабилност в количеството на валежите от 52.5 до 314.8% в сравнение със стойностите за периода 1964-2013 година (Таблица 2).

RESULTS AND DISCUSSION

Estimating the complex effect of some major meteorological factors, rainfall amount and average monthly air temperatures, the studied years 2014 and 2015 are with favorable conditions, with the biological requirements for standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) during the intensive growing season (III-IX) respectively (I_{ar}-*DM*) 29.6, 25.4 (Table 2).

The total rainfall amount and average monthly air temperatures during the period of intense growth of the standard during (III-IV) during the study years vary in narrow range, respectively from 18.1 to 18.3 ^{0}C and from 428.7 to 447.6 mm. The agrometeorological conditions during the years of study showed temperature deviations from **–**0.4 to +3.3 ^{0}C and stronger variability in the rainfall amount from 52.5 to 314.8%, as compared to values for the period 1964-2013 (Table 2).

Таблица 2. Метеорологични показатели през вегетационния период на *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes

Table 2. Meteorological indicators during the growing period of *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes

Период Period	Вегетационен период / Period of vegetation Средномесечна температура на въздуха, t^0C The average monthly temperature of the air, t^0C							Средно за III-IX, t^0 C Average for III-IX, t^0 C
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	9.7	14.9	16.7	20.6	23.1	23.7	17.9	18.1
Отклонение/Deviation ^0C	3.3	2.9	-1.0	-0.6	-0.3	0.8	-0.4	0.0
2015	6.8	12.2	18.8	20.7	25.5	24.4	20	18.3
Отклоненге/Deviation ^0C	0.4	0.2	1.1	-0.5	2.1	1.5	1.7	0.2
Средно за 50 г. (1964-2013) Average 50 years (1964-2013)	6.4	12.0	17.7	21.2	23.4	22.9	18.3	18.1
Период Period	Месечни суми на валежите, *mm* Monthly rainfall, *mm*							Сума за III-IX, *mm* Amount for III-IX, *mm*
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	39.7	32.3	83	54.3	71.8	23.9	142.6	447.6
Отклонение/Deviation,%	111.5	66.3	132.0	85.2	116.7	52.5	314.8	123.2
2015	76.9	43.6	30.6	95.9	21.5	29.9	130.3	428.7
Отклонение/Deviation,%	216.0	89.5	48.6	150.5	35.0	65.7	287.6	118.0
Средно за 50 г. (1964-2013) Average 50 years (1964-2013)	35.6	48.7	62.9	63.7	61.5	45.5	45.3	363.2
Период Period	Индекс на сухота De Martonne, I_{ar}-*DM* De Martonne aridity index, I_{ar}-*DM*							Средно за III-IX Average for III-IX
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2014	46.8	15.6	37.3	21.3	26	8.5	61.3	29.6
2015	48.9	23.6	12.8	37.5	7.3	10.4	52.1	25.4
Средно за 50 г. (1964-2013) Average 50 years (1964-2013)	26	26.6	27.3	24.5	22.1	16.6	19.2	22.7

Растежните регулатори (с ретардантна активност) ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево в приложените дози (Таблица1) във фенофаза ВВСН 23-31 не оказват видимо фитотоксично въздействие (бал 1) (Таблица 3) върху пустинния житняк. Аналогични са и получените резултати по отношение жизнеността на културата (Таблица 3).

Динамиката на формиране на покритието на пустинния житняк зависи от фенофазата и от биологичните особености на културата и независи от вида и дозата на приложените растежни регулатори (Таблица 3).

Plant growth regulators (with retardant activity) CCC 750 SL, Toprex 375 SC and Moddus Evo in the applied dosage (Table1) in growth stage BBCH-23-31 did not have a phytotoxity effect (score 1) (Table 3) and crop vigor on the standard wheatgrass. Similar results are obtained with respect to the viability of the culture (Table 3).

The dynamics of the formation of ground cover at the standard wheatgrass depends on the growth stage and development, and on the biological characteristics of the crop and independent of the type and doses of applied growth regulators (Table 3).

Таблица 3. Влияние на растежни регулатори (с ретардантна активност) върху жизнеността на пустинния житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) средно за периода на проучване

Table 3. Influence of growth regulators (with retardant activity) on the vitality of the standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) average for the period

Варианти Treatments	Доза/Dose ml/da	0 DBA	7 DAA	14 DAA	20 DAA	30 DAA	45 DAA
		Фитотоксичност / Phytotoxicity					
Контрола/Control		1	1	1	1	1	1
ССС 750 СЛ CCC 750 SL	60	1	1	1	1	1	1
	120	1	1	1	1	1	1
	180	1	1	1	1	1	1
Контрола/Control		1	1	1	1	1	1
Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	25	1	1	1	1	1	1
	50	1	1	1	1	1	1
	75	1	1	1	1	1	1
Модус Ево Moddus Evo	30	1	1	1	1	1	1
	60	1	1	1	1	1	1
	90	1	1	1	1	1	1
		Жизненост / Crop vigour					
Контрола/Control		100	100	100	100	100	100
ССС 750 СЛ CCC 750 SL	60	100	100	100	100	100	100
	120	100	100	100	100	100	100
	180	100	100	100	100	100	100
Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	25	100	100	100	100	100	100
	50	100	100	100	100	100	100
	75	100	100	100	100	100	100
Модус Ево Moddus Evo	30	100	100	100	100	100	100
	60	100	100	100	100	100	100
	90	100	100	100	100	100	100
		Покритие / Ground cover					
Контрола/Control		45	60	85	100	100	100
ССС 750 СЛ CCC 750 SL	60	45	60	85	100	100	100
	120	50	60	85	100	100	100
	180	45	60	85	100	100	100
Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	25	50	65	90	100	100	100
	50	50	60	85	100	100	100
	75	50	60	85	100	100	100
Модус Ево Moddus Evo	30	50	60	85	100	100	100
	60	50	60	85	100	100	100
	90	50	60	85	100	100	100

Легенда: EWRS (European Weed Research), бал 1 – няма повреди, а при бал 9 – културата е унищожена напълно; DBA – брой дни преди третиране; DAA – брой дни след третиране; Жизненост 100 – няма повреди, а при 0 – културата е унищожена напълно.

Legend: EWRS (European Weed Research), Ball 1 - no damage, and at score 9 - culture is completely destroyed; DBA - day before treatment; DAA - days after application; crop vigor 100 - no damage, and 0 - the culture is completely destroyed.

Височината на растенията и степента на полягане при пустинния житняк след третиране с ретарданти варира в широк диапазон, съответно – от 1.2 до 4.5 бала и от 74.2 до 100.0 cm). От данните представени в Таблица 4 е видно, че прилагането на ССС 750

The height of the plants and the degree of lodging of the standard wheatgrass after treatment with retardants ranges – from 1.2 to 4.5 score and from 74.2 to 100.0 cm respectively. From the data shown in Table 4 it can be seen that application of CCC 750 SL, Toprex 375

СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево оказват статистически доказан инхибиращ ефект върху височината на пустиния житняк и намаляват полягането (от 0.4 до 1.5 бала) в сравнение с контролирания (нетретиран) вариант, в зависимост от приложените дози (Таблица 4).

SC, and Moddus Evo has statistically significant influence on standard wheatgrass height and reduce the lodging (from 0.4 to 1.5 score) with compared to controlled, non-treated variant, depending on the applied doses (Table 4).

Таблица 4. Структурни елементи на добива при пустинния житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) в зависимост от вида на растежните регулатори и приложените дози

Table 4. Structural elements of productivity in standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) depending on the type of plant growth regulators and the applied doses

Години Years	Варианти Treatments	Доза/Dose, ml/da	Показатели / Indicators					
			M^l	*SH*	*LP*	NSC	TNS	BY
2014	Контрола нетретирана Control untreated		2.2	91.0c	6.7a	63.1b	3056.0a	67.4a
	CCC 750 СЛ CCC 750 SL	60	3.1	87.2b	6.9a	63.4b	3133.3b	78.0b
		120	1.8	78.0a	6.7a	61.0b	3106.7b	78.7b
		180	1.2	78.4a	6.9a	59.0ab	3229.3bc	74.7b
	Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	25	4.5	100.0d	7.8ab	67.2ab	3895.7c	81.7c
		50	1.5	80.7ab	6.8a	63.8b	3090.7a	73.3b
		75	1.2	74.0a	6.5a	53.8a	3019.0a	76.0b
	Модус Ево Moddus Evo	30	2.5	93.2d	6.4a	63.4b	2888.4a	71.4b
		60	1.8	89.4b	6.5a	63.0b	2853.8a	76.3b
		90	1.2	82.4ab	6.8a	61.0ab	2964.5a	74.7b
2015	Контрола нетретирана Control untreated		2.8	97.9b	5.7a	59.4a	2318.7a	65.9a
	CCC 750 СЛ CCC 750 SL	60	3.0	97.2b	5.8a	59.8a	2490.7a	67.2ab
		120	2.8	89.3ab	5.2a	57.2a	2545.3a	60.1ab
		180	2.3	84.1a	5.5a	57.2a	2433.3a	65.0a
	Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	25	2.6	91.0ab	5.7a	53.1a	2318.7a	76.5b
		50	2.2	100.0c	5.8a	57.2a	2365.3a	63.7a
		75	1.3	80.7a	5.4a	55.8a	2713.3ab	62.8a
	Модус Ево Moddus Evo	30	2.4	96.3b	5.7a	57.6a	2710.5ab	66.5ab
		60	2.1	91.2ab	5.8a	57.4a	2635.3ab	64.7a
		90	1.3	89.6ab	5.2a	55.9a	2713.3ab	65.6a
	Контрола нетретирана Control untreated		2.5	94.5b	6.2a	61.3b	2687.3ab	66.7a
Средно за периода Average for the period	CCC 750 СЛ CCC 750 SL	25	3.1	92.2b	6.3a	61.6b	2812.0ab	72.6ab
		50	2.3	83.7ab	5.9a	58.6ab	2826.0ab	69.4a
		75	1.8	81.3ab	6.2a	58.6ab	2831.3ab	69.9a
	Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	60	3.6	95.5b	6.8ab	60.2b	3107.2b	79.1ab
		120	1.9	90.4b	6.3a	61.0b	2728.0a	68.5a
		180	1.3	77.4a	6.0a	54.8a	2866.2ab	69.4a
	Модус Ево Moddus Evo	25	2.5	94.8b	6.1a	61.5b	2799.5ab	69.0a
		50	2.0	90.3b	6.2a	60.7b	2744.6ab	70.5a
		75	1.3	83.0ab	6.0a	58.0ab	2838.9ab	70.2a

Легенда: M_l – полягане на растенията; SH – височина на растенията, cm; LP – дължина на класа, cm; NSC – брой класчета в един клас; TNS –общ брой продуктивни стебла на m^2; BY – биологичен добив. kg/da; a, b, c, d – статистически доказани разлики P=0.05.

Legend: M_l – lodging plants; SH - height of plants, cm; LP - length of panicle, cm; NSC - number of seeds from one panicle, num.; TNS - total number of productive stems per m^2; BY - biological yield. kg/da; a, b, c, d – statistically significant differences P=0.05.

Степента на полягане и височината на стеблото при пустиния житняк сорт „Морава“ е в отрицателна корелационна зависимост от дозата на приложения ретардант *r* варира съответно от -0.904 до -0.990 по отношение степента на полягане, а за височината на стеблата от -0.846 до -0.992.

С увеличаване дозите на ретардантите се установява непропорционално намаляване височината на растенията, като разликите са статистически доказани, спрямо контролния вариант (P=0.05), но само при по-високите дози на приложение.

По-високите приложени дози ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево значително намаляват височината на пустинния житняк (от 1.8 до 18.7%) в сравнение с контролния вариант. За конкретните агрометеорологични условия относително по-силен ретардантен ефект при пустинния житняк е отчетен след третиране с Топрекс 375 СК – от -9.9 до 18.7% (от 74.0 до 100.0 cm) и ССС 750 СЛ – от 0.7 до 14.3% (от 78.0 до 97.2 cm) и по-слаб при Модус Ево – от -2.4 до 12.2% (от 82.4 до 96.3 cm).

В биохимичен аспект е установено че, активните вещества (хлормекват хлорид, паклобутразол и тринексапакетил) при проучваните ретарданти инхибират синтеза на гиберлини, растителни хормони които регулират нарастването на стеблото (Santner et al., 2012) в следствие на което се инхибира височината на растенията (Rademacher, 2000).

Общият брой продуктивни стебла на зависи от агрометеорологичните условия (*r* от 0.702 до 0.988) и от биологичните особености на пустинния житняк и независят от вида и дозата на приложените растежни регулатори (*r* е в границите от 0.268 до 0.415) (Таблица 4).

Прилагането на ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево не оказват статистически доказан ефект

The degree of lodging and the inhibition height of the stem in the standard wheatgrass variety Morava is in a negative correlation dependence with the applied dose of retardant *r* ranged from -0.904 to -0.990 in terms of the degree of lodging and for the stem height inhibiting from -0.846 to -0.992.

With increasing doses of retardants, was found to disproportionately reduce height of the plants, with the differences are statistically significantly, compared to the control variant (P=0.05) at higher dosages.

The higher applied doses on CCC 750 SL, Toprex 375 SC and Moddus Evo significantly reduced the height of the standard wheatgrass. In the trial this reduction ranged from 1.8 to 18.7% compared to the control variant. For the specific agrometeorological conditions, a relatively stronger retardant effect in the standard wheatgrass was reported after treatment with Toprex 375 SC – from -9.9 to 18.7% (from 74.0 to 100.0 cm) and CCC 750 SL – from 0.7 to 14.3% (from 78.0 to 97.2 cm) and weaker in Moddus Evo - from -2.4 to 12.2% (from 82.4 to 96.3 cm).

From biochemical aspect it has been found that the active substances of (chlormequat chloride, paclobutrazole and trinexapac ethyl) of the retardants tested blocks the synthesis of gibberellins, plant hormones responsible for the elongation of plant (Santner et al., 2012). As a result, the reduction in plant growth (Rademacher, 2000).

The total number of productive stems depends on agrometeorological conditions (*r* of 0.702 to 0.988) and on the biological characteristics of the standard wheatgrass and is independent of the type and dose of applied growth regulators (*r* is in the range of 0.268 to 0.415) (Table 4).

The application of CCC 750 SL. Toprex 375 SC and Moddus Evo has not statistically significant effect on of some върху някои от проучваните качествени показатели (дължина на класа, брой класчета в един клас и общ брой стебла на m^2) при пустинния житняк. При конкретните агрометеорологични условия на изследването приложените ретарданти ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево оказват статистически доказан стимулиращ ефект (от 1.9 до 21.2%) при увеличаване добива от семена от пустинен житняк.

Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Emam and Moaied (2000), Pourmohammad et al. (2014) и Murtic et al. (2017). Според които, приложението на ретарданти (хлормекват хлорид, паклобутразол и тринексапак етил) при някои зърненожитни култури оказват статистически доказан стимулиращ ефект при формиране на добива от зърно.

Според Bragg et al. (1984) и Tesfahun (2018) основна причина за повишаване на добива, след третиране с ретарданти се дължи на стимулиращият ефект при транспортирането на цитокинините от корените към листа, което повишава фотосинтетичен потенциал и е предпоставка за формиране на по-висок добив.

Резултатите от извършените дисперсионни анализи за установяване влиянието на проучваните фактори върху някои структурни елементи на продуктивността и добива от семена от пустинен житняк в зависимост от вид и дозата на приложените растежни регулатори (с ретардантен ефект) показват, че най-голям дял от общото вариране при проучваните фактори (¦^{2}) се дължи на агрометеорологичните условия (фактор А) - ¦^{2} от 19.6 до 66.5%, средно 42.5%. Следван от фактор С (концентрация) - ¦^{2} от 8.6 до 46.1%, средно 24.1% и относително по-слабо по отношение на растежния регулатор (фактор В) – ¦^{2} от 2.2 до 6.3%, средно 3.7%. Стойностите на вариансите при взаимодействието на проучваните фактори АхС и ВхС, заемат висок дял

tested quality parameters (class length, number of grains in one class and total number of stems per m^2) of the standard wheatgrass. Under specific agrometeorological conditions applied retardants CCC 750 SL, Toprex 375 SC and Moddus Evo hed a statistically significant stimulating effect (from1.9 to 21.2%) on increasing the yield of seed in the standard wheatgrass.

Similar results are obtained in the experimental work of Emam and Moaied (2000), Pourmohammad et al. (2014) and Murtic et al. (2017) according to them applied retardants (chlormequat chloride, paclobutrazole and trienexapachetyl) in some cereal crops, showed statistically significant stimulating effect on the formation of grain yields.

According to Bragg et al. (1984) and Tesfahun (2018) the main reason for the increase in yield after retardant treatment is due to the stimulating effect of transporting cytokines from roots to leaves, which increases the photosynthetic potential and is a prerequisite for the formation of the higher yield.

The results of the dispersion analysis performed to determine the influence of the studied factors on the structural elements of productivity and yield formation in standard wheatgrass of the depending on the species and doses of the applied plant growth regulator (with retardant effect) in show that the largest share of the total variation (¦^{2}) is due to the agrometeorological conditions (factor A) – ¦^{2} from 19.6 to 66.5%, average 42.5%, followed by a factor C (concentration) – from 2.2 of 8.6 to 46.1%, an average of 24.1%, and a relatively lesser of growth regulator (factor B) – from 2.2 to 6.3%, average 3.7%. The values of the variants in the interaction of the studied factors AxC and BxC occupy a high share of the overall variation - $\eta^2_{average}$ 42.1 and 62.5%, от общото вариране - $\eta^2_{средно}$ съответно 42.1 и 62.5%, където разликите са статистически доказани (P=0.05) а, относително най-малък дял заема взаимовръзката AxB - ¦^{2} от 8.2 до 19.2%, средно 14.9%, като разликите са статистически недоказани.

Направеният първичен скрининг показва, че след третиране на пустинен житняк с растежни регулатори (ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево) с редардантна активност не оказват статистически доказано инхибиращ ефект върху кълняемостта на семената и първоначалното развитие на културата - *GI* варира в границите от 83.3 до 101.9% (Tiquia et al., 1996) (Таблица 5).

respectively, where the differences are statistically significant (P=0.05) and the relatively smallest share in the interrelation AxB – ¦^{2} from 8.2 to 19.2%, average 14.9%, the differences being statistically insignificant.

The primary screening performed showed that the after treatment of standard wheatgrass with growth regulators (CCC 750 SL, Toprex 375 CK and Moddus Evo) with retardant activity do not have a statistically significant inhibitory effect on germination and the initial development of crops - *GI* ranges from 83.3 to 101.9% (Tiquia et al., 1996) (Table 5).

Таблица 5. Влияние на растежни регулатори върху кълняемостта и първоначалното развитие на *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes при лабораторни условия

Table 6. Influence of growth regulators on germination and initial development of *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes under laboratory conditions

Варианти Treatments	Доза/Dose, ml/da	Показатели / Indicators							
		Кълняемост Germination %	Дължина/Length, cm			Тегло/Weight, g			*GI*
			корен root	стебло stem	кълн seedling	корен root	стебло stem	кълн seedling	
ССС 750 СЛ CCC 750 SL	Контрола/Control	76.8a	2.9a	2.0a	4.9a	0.002a	0.002a	0.004a	100.0
	60	73.7a	2.9a	2.0a	4.9a	0.002a	0.002a	0.003a	97.9
	120	73.7a	2.3a	2.8a	5.1a	0.002a	0.002a	0.004a	101.9
	180	77.1a	2.9a	1.9a	4.8a	0.002a	0.002a	0.003a	100.3
Топрекс 375 СК Toprex 375 SC	25	73.8a	3.0a	2.0a	5.0a	0.001a	0.002a	0.003a	100.0
	50	68.3a	2.8a	1.8a	4.6a	0.001a	0.002a	0.003a	83.3
	75	69.6a	2.9a	2.0a	4.9a	0.002a	0.002a	0.004a	90.5
Модус Ево Moddus Evo	30	71.0a	2.8a	1.9a	4.7a	0.002a	0.002a	0.004a	94.4
	60	69.6a	2.8a	2.0a	4.8a	0.001a	0.002a	0.003a	90.7
	90	70.4a	2.9a	1.9a	4.8a	0.001a	0.002a	0.003a	91.6

Легенда: GI - индекс на развитие на растенията; a, b, c, d – статистически доказани разлики P=0.05.
Legend: GI - plant development index; a, b, c, d – statistically significant differences P=0.05.

Аналогични резултати съобщават Pando and Shrivastava (1987) при слънчоглед, Rajala and Peltonen-Sainio (2001), Pourmohammad et al. (2013), Pirasteh-Anoshehp et al. (2014) и Murtic et al. (2017) или при редица зърнено-житни култури. Според тях, приложението на ретарданти оказва стимулиращ ефект върху формирането на добива и повишава качеството на зърното при редица култури, което е в резултат на намаляване динамика на

Similar results reported by Pando and Shrivastava (1987) in sunflower and Rajala and Peltonen-Sainio (2001), Pourmohammad et al. (2013), Pirasteh-Anoshehp et al. (2014) and Murtic et al. (2017) or a number of cereal crops.

According to them the positive effects of retardants on the increase yield and quality of cereals is the result of reduced dynamics of the vegetative growth of plants, alteration of the root and stem нарастване на растенията, изменение архитектура на корена и стеблото и редуциране полягането при зърнените култури.

architecture and reduced of lodging on cereals crop.

ИЗВОДИ

Растежните регулатори (с ретардантна активност) ССС 750 СЛ (750 g/l хлормекват хлорид) – 60,120 и 180 ml/da. Топрекс 375 СК (250 g/l дифеноконазол + 125 g/l паклобутразол) – 25, 50 и 75 ml/da и Модус Ево (250 g/l тринексапакетил) – 30. 60 и 90 ml/da приложени във фенофаза ВВСН – 23-31 в годината на семеобразуване са с висока селективност (бал 1) към пустинен житняк (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) сорт „Морава“.

ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево оказват статистически доказан инхибиращ ефект върху височината на пустиния житняк. Относително по-силен ретардантен ефект е отчетен след третиране с Топрекс 375 СК – от -9.9 до 18.7% (от 74.0 до 100.0 cm) и ССС 750 СЛ – от 0.7 до 14.3% (от 78.0 до 97.2 cm) и по-слаб при Модус Ево – от -2.4 до 12.2% (от 82.4 до 96.3 cm) в зависимост от приложените дози.

ССС 750 СЛ, Топрекс 375 СК и Модус Ево не оказват инхибиращ ефект върху покълването на семената и първоначалното развитие на пустинния житняк – *GI* варира в границите от 83.3 to 101.9%

CONCLUSIONS

Growth regulators (with retardant activity) CCC 750 CL (750 g/l chlormequat chloride) - 60, 120 and 180 ml/da. Topotex 375 SC (250 g/l difenoconazole + 125 g/l paclobutrazole) - 25, 50 and 75 ml/da and Modus Evo (250 g/l trienexapacate) - 30 60 and 90 ml/da applied the year of seeds formation are highly selective (1score) to standard wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) variety "Morava".

CCC 750 CL, Toprex 375 SC and Moddus Evo had a statistically significant inhibitory effect on the standard wheatgrass height. A more relatively stronger retardant effect was reported after treatment with Toprex 375 SC – from -9.9 to 18.7% (from 74.0 to 100.0 cm) and CCC 750 SL – from 0.7 to 14.3% (from 78.0 to 97.2 cm) and weaker in Moddus Evo – from -2.4 to 12.2% (from 82.4 to 96.3 cm), in depending on the applied doses.

CCC 750 SL, Toprex 375 SC and Moddus Evo did not have an inhibition effect on the seed germination and initial development of standard wheatgrass - *GI* ranges from 83.3 to 101.9% at all doses applications.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Anant, K.**, 1996. Book Reviews: Hinkelman. K and O. Kempthorne. 1994. Design and Analysis of Experiments. Vol. I: Introduction to Experimental Design. New York: John Wiley and Sons. Inc., pp. 495.
2. **Berry, P.M. and J. Spink**, 2012. Predicting Yield Losses Caused by lodging in Wheat. *Field Crops Research*, 137,19-26.
3. **Berry, P. M.**, 2013. Lodging Resistance Cereal Lodging Resistance in Cereals Cereal. *Sustainable Food Production*, 1096-1110.
4. **Bragg, P. L., P. Rubino, F. Henderson and W. Fielding**, 1984. A Comparison of the Root and Shoot Growth of Winter Barley and Winter Wheat and the Effect of an Early Application of Chlormequat. *The Journal of Agricultural Science,* 6, 103-258.
5. **Eisvand, H., R. Tavakol-Afshari, F. Sharifzadeh, H. Arefi and S. Hesamzadeh**, 2010. Effects of Hormonal Priming and Drought Stress on Activity and

Isozyme Profiles of Antioxidant Enzymes in Deteriorated Seed of Tall Wheat Grass (*Agropyron elongatum*). *Seed Science and Technology*, 38, 280-297.
6. **Emam, Y. and G. R. Moaied**, 2000. Effect of Planting Density and Chlormequte Chloride on Morphological and Physiological Characteristics of Winter Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agricultural Sciences,* 2, 75-83.
7. **Gariglio, N. F., M. Buyatti, R. Pillati, R. D. Gonzales and M. Acosta**, 2002. Use a Germination Biossay To Test Compost Maturity of Willow (*Salix sp.*) Sawdust. *New Zealand Journal of Crop of Horticultural Science,* 30,135-139.
8. **Hess, M., G. Barralis, H.Bleiholder, L. Buhr, T. Eggers, H. Hack and R. Stauss**, 1997. Use of the Extended BBCH Scale-General for the Descriptions of the Growth Stages of Mono; and Dicotyledonous Weed Species. *Weed Research,* 37(6), 433-441.
9. **Katova, A., P.Tomov, Y. Naydenova and A. Ilieva**, 2010. Official Bulletin of the Patent Office of The Republic of Bulgaria, No 2/26.02. 57 (Bg).
10. **Katova, A.**, 2007a. Agricultural Values of New Untraditional Warm-Season Forage Grass Species Tolerant in Marginal Ecological Conditions. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 10(1), 82-93.
11. **Katova, A.**, 2007b. Species and Varieties of Perennial Grasses for High Quality Forage in Bulgaria. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 10(1), 156-161.
12. **Katova, A.**, 2012a. Morava – The First Bulgarian Standard Wheatgrass Variety [*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes]. *Banat's Journal of Biotechnology*, 3(5), 58-66.
13. **Katova, A.**, 2012b. Svejina – the First Bulgarian Crested Wheatgrass Variety [*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn.]. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 15(5), 1034-1056.
14. **Katova, A. and D. Dimitrova**, 2013. Selectivity of Some Herbicides to Standard Wheatgrass (*Agropyron desertorum* (Fisch.) Schultes) During Stand Establishment and Seed Production. *Pesticides and Phytomedicine*, 28(2), 125-131.
15. **Lang, Y., X. Yang, M. Wang and Q. Zhu**, 2012. Effects of Lodging at Different Filling Stages on Rice Yield and Grain Quality. *Rice Science,* 19, 315-319.
16. **Murtic, S., S. Muminovic and H. Civic**, 2017. Impact of Growth Regulator 'Cycocel 750' on the Yield and Quality of Grain of Triticale (x *Triticosecale* Wittm. cv. 'Oskar'). *Journal of Chemical. Biological and Physical Sciences,* 7(1), 319-325.
17. **Pando, S. B., and G. C. Srivastava**, 1987. Influence of Cycocel on Seed Yield and Oil Content in Seed of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Indian Journal of Plant Physiology,* 30(3), 305-307.
18. **Pirasteh-Anoshehp, H., Y. Emam, and Muhammad Ashraf**, 2014. Impact of Cycocel on Seed Germination and Growth in Some Commercial Crops under Osmotic Stress Conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science,* 60, 91277-1289.
19. **Pourmohammad, A., F. Shekari and V. Soltaniband**, 2013. Effects of cycocel priming on growth and early development of rapeseed under drought stress. *Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment*, 5, 5-18.
20. **Pourmohammad, A., F. Shekari and V. Soltaniband**, 2014. Cycocel Priming and Foliar Application Affect Yield Components of Rapeseed. *Cercetări Agronomice în Moldova,* 47(1), 157-165.
21. **Rademacher, W.**, 2000. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*, 51, 501-531.
22. **Rajapaksa, S., M. Eramian, H. Duddu, M. Wang, S. Shirtliffe, S.Ryu, A.**

Josuttes, T. Zhang, S. Vail, C. Pozniak and I. Parkin, 2018. Classification of Crop Lodging with Gray Level Co-occurrence Matrix. In: Proceedings of the 2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV) (2018). Lake Tahoe. NV. USA. 12–15 March 2018. DOI: 10.1109/WACV.2018.00034.

23. **Rajala, A., and P. Peltonen-Sainio**, 2001. Plant Growth Regulator Effects on Spring Cereal Root and Shoot Growth. *Agronomy Journal,* 93, 936-943. doi:10.2134/agronj2001.934936x.

24. **Santner, A., L.I.A. Calderon-Villalobos and M. Estelle**, 2012. Plant Hormones are Versatile Chemical Regulators of Plant Growth. *Nature Chemical Biology,* 5(5), 301-7. doi: 10.1038/nchembio.165.

25. **Schrabauer, J., K. Buchgraber, K. Moder, P. Liebhard**, 2014. Potential of Ten Alternative Grass Species Under Different Cutting Regimes in Central Europe. *Journal für Kulturpflanzen*, 66(6), 189-202.

26. **Shah, A., M. Tanveer, A. ur Rehman, S. Anjum, J. Iqbal and R. Ahmad**, 2017. Lodging Stress in Cereal - Effects And Management: an Overview. *Environmental Science and Pollution Research,* 24, 5222-5237.

27. **Sui-Kwong, Y., N. Musa and F. Mohamad**, 2011. Early Sowing and Irrigation to Increase Barley Yields and Water Use Efficiency in Mediterranean Conditions. *Agricultural Water Management,* 98, 1776-1781.

28. **Syahputra, B. S. A., U. Sinniah, M. Ismail and M. Swamy**, 2016. Optimization of Paclobutrazol Concentration and Application Time for Increased Lodging Resistance and Yield in Field-Grown Rice. *Philippine Agricultural Sciences,* 99, 221-228.

29. **Tesfahun, W.**, 2018. A Review on: Response of Crops to Paclobutrazol Application. *Tesfahun. Cogent Food & Agriculture,* 4, 1525169. doi.org/10.1080/23311932.2018.1525169.

30. **Vera, C. L., S. D. Duguid, S. L. Fox, K. Y.Rashid, J. C. P. Dribnenki and F. R. Clarke**, 2012. Short Communication: Comparative Effect of Lodging on Seed Yield of Flax and Wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(1), 39-43. 10.4141/cjps2011-031.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (4), 103-121
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Люцерновият сечко (*Plagionotus floralis* Pall.) като неприятел по люцерната (*Medicago sativa* L.)

Евгения Жекова

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

Alfalfa Longhorn Beetle (*Plagionotus floralis* Pall.) As a Pest of Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Evgeniya Zhekova

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

Review paper

Received: 12.06.2019 *Accepted:* 24.07.2019 *Published:* 07.10.2019

РЕЗЮМЕ

В статията е направен обзор на информацията от литературни източници за люцернов сечко (*Plagionotus floralis* Pall.) – неприятел по люцерната (*Medicago sativa* L.). Представени са данни за систематичната принадлежност; синонимите, с които е познат в литературата; ареала на разпространение по света и в България; исторически данни, както и за появата му у нас; морфологията; фенологията; биологичните особености и картина на повреда; влиянието, което повредите оказват върху добива от люцерна и биохимичните промени в растението; начините и средствата за борба – агротехнически, физико-механични, макробиологични методи, както и употребата на устойчиви сортове и биологично-активни вещества.

Ключови думи: люцернов сечко, *Plagionotus floralis*, люцерна, *Medicago sativa*

SUMMARY

The article reviews the information from literary sources for alfalfa longhorn beetle (Plagionotus floralis Pall.) – a pest of alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Systematic affiliation data are provided; the synonyms known in the literature; the distribution range around the world and in Bulgaria; historical data, as well as its appearance in our country; morphology; phenology; biological features and picture of damage; the impact that damage occurs on alfalfa yields and biochemical changes in the plant; ways and means of insect control – agrotechnical, physico-mechanical, macro-biological methods, as well as the use of resistant varieties and biologically active substances.

Key words: alfalfa longhorn beetle, *Plagionotus floralis*, alfalfa, *Medicago sativa*

Люцерновият сечко *Plagionotus floralis* (Pallas, 1776) принадлежи към разред Твърдокрили (Coleoptera),

Alfalfa longhorn beetle *Plagionotus floralis* (Pallas 1776) belongs to the order Coleoptera, family Cerambycidae, семейство Сечковци (Cerambycidae), подсемейство Cerambycinae, род *Plagionotus* Mulsant 1842 (= *Echinocerus* Mulsant 1862) (www.faunaeur.org, 16.01.2019).

Според Kasatkin (2005) трактовката на рода *Plagionotus* Mulsant, 1842 е нееднозначна, като причина за споровете се явява положението на *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773). Въз основа на устройството на вътрешния сак на едеагуса (endophallus) той счита, че *Echinocerus* Mulsant, 1863 се явява напълно самостоятелен род, а не синоним на *Plagionotus* Mulsant, 1842. Родът *Plagionotus* Mulsant, 1842 е разделен на три рода *Plagionotus* Mulsant, 1842; *Neoplagionotus* Kasatkin, 2005 и *Paraplagionotus* Kasatkin, 2005.

Sama (2008) след много старателно сравнително изучаване на морфологията на видове от трите рода, вкл. *Pl. floralis* като представител на *Paraplagionotus* не намира значима разлика, с изключение на формата на пронотума (колкото широк, толкова дълъг при *Pl. floralis)*. Поради това авторът дава *Echinocerus* Mulsant, 1863, *Neoplagionotus* Kasatkin, 2005 и *Paraplagionotus* Kasatkin, 2005 като синоними на род *Plagionotus* Mulsant, 1842. Същото мнение е повторено в Löbl and Smetana (2010).

Според Özdikmen and Turgut (2009) и Özdikmen and Ali (2016) посочените от Kasatkin (2005) таксономични признаци са много важни, вкл. това, че ларвите се развиват в различни растения. Те предлагат род *Plagionotus* да се раздели на три подрода: *Echinocerus* Mulsant, 1863; *Neoplagionotus* Kasatkin, 2005 и *Plagionotus* Mulsant. Видът *Plagionotus floralis* да се отнесе към подрод *Echinocerus* и предложеното ново име е *Paraplagionotus* Kasatkin, 2005 *floralis* Pallas, 1773.

Според Danilevsky (2015) *Echinocerus* Mulsant, *Neoplagionotus* Kasatkin и *Plagionotus* Mulsant са отделни родове.

subfamily Cerambycinae, genus *Plagionotus* Mulsant 1842 (= *Echinocerus* Mulsant 1862) (www.faunaeur.org, 16.01.2019).

According to Kasatkin (2005), the treatment of the genus *Plagionotus* Mulsant, 1842, is ambiguous, as the reason for the disputes is the position of *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773). Based on the constitution of the internal sac of aedeagus (endophallus), he considers that *Echinocerus* Mulsant, 1863, is a completely independent genus, not a synonym of *Plagionotus* Mulsant, 1842. The *Plagionotus* Mulsant genus, 1842, is divided into three genera *Plagionotus* Mulsant, 1842; *Neoplagionotus* Kasatkin, 2005 and *Paraplagionotus* Kasatkin, 2005.

Sama (2008) after a very careful comparative study of the morphology of species of the three genera, incl. *Pl. floralis* as a representative of *Paraplagionotus* does not find any significant difference, except in the shape of the pronotum (as wide, as long in *Pl. floralis*). Therefore, the author gave *Echinocerus* Mulsant, 1863, *Neoplagionotus* Kasatkin, 2005 and *Paraplagionotus* Kasatkin, 2005 as synonyms of genus *Plagionotus* Mulsant, 1842. This opinion was repeated in Löbl and Smetana (2010).

According to Özdikmen and Turgut (2009) and Özdikmen and Ali (2016), the taxonomic features referred by Kasatkin (2005) are very important, incl. that larvae develops in different host plants. They offer the genus *Plagionotus* to be divided into three subsgenera: *Echinocerus* Mulsant, 1863; *Neoplagionotus* Kasatkin, 2005 and *Plagionotus* Mulsant, 1842. The species *Plagionotus floralis* to refer to subgenus *Echinocerus* and the proposed new name is *Paraplagionotus* Kasatkin, 2005 *floralis* Pallas, 1773.

According to Danilevsky (2015) *Echinocerus* Mulsant, Neoplagionotus Kasatkin and *Plagionotus* Mulsant are separate genera.

В света, род *Plagionotus* включва 11 вида (Biological Library, 2009-2019), от които 7 са съобщени в Европа, а само четири от тях се срещат в България - *Plagionotus arcuatus* (Linnaeus 1758), *Plagionotus bobelayei* (Brullé 1832), *Plagionotus detritus* (Linnaeus 1758) и *Plagionotus floralis* (Pallas 1776) (faunaeur.org/species_list.php, 2019).

Люцерновият сечко е описан като нов за науката вид от Pallas (1773) като *Cerambyx floralis*, наблюдаван по време на експедиция през 1771 г. в централните губернии на Русия - Поволжието, Урал, Западен Сибир, Алтай и Забайкалието (Kolchinsky, 1996). В научната литература е познат с 12 синонима, като най-често срещаните са:
Echinocerus floralis (Pallas) Villiers 1978,
Paraplagionotus floralis (Pallas) Kasatkin 2005,
Clytus floralis (Pallas) Mulsant 1862,
Cerambyx floralis Pallas 1773,
Clytus abruptus Kraatz 1870,
Clytus pruinosus Kraatz 1870 (Taxonomy, 2013; Catalogueoflife.org, 2019).

Plagionotus floralis Pall. е широко разпространен неприятел по люцерната в Европа - от Португалия до планината Урал, Мала Азия, Кавказ, Закавказието, Северен Иран, Сибир, Близкия изток, Сирия, Йордания, Израел (Katalin, 1960; Danilevsky, 2015; Sama et al., 2010; faunaeur.org/species_list.php, 14.12.2016).

Данни за люцерновия сечко, основно от фаунистични проучвания, съобщават и други автори за следните страни:

In the world, the genus *Plagionotus* includes 11 species (Biological Library, 2009-2019), 7 of which were reported in Europe, and only four of them are found in Bulgaria - *Plagionotus arcuatus* (Linnaeus 1758), *Plagionotus bobelayei* (Brullé 1832), *Plagionotus detritus* (Linnaeus 1758) and *Plagionotus floralis* (Pallas 1776) (faunaeur.org/species_list.php, 2019).

Alfalfa longhorn beetle is described as a new species of Pallas (1773) as *Cerambyx floralis*, observed during an expedition in 1771 in Russia’s Central provincess - the Volga region, the Ural, the Western Siberia, the Altai, and the Baikal region (Kolchinski 1996). It is known in the scientific literature with 12 synonyms, the most common being:
Echinocerus floralis (Pallas) Villiers 1978,
Paraplagionotus floralis (Pallas) Kasatkin 2005,
Clytus floralis (Pallas) Mulsant 1862,
Cerambyx floralis Pallas 1773,
Clytus abruptus Kraatz 1870,
Clytus pruinosus Kraatz 1870 (Taxonomy, 2013; Catalogueoflife.org, 2019).

Plagionotus floralis Pall. is a widespread alfalfa pest in Europe - from Portugal to the Ural Mountain, Asia Minor, Caucasus, Northern Iran, Siberia, the Middle East, Syria, Jordan, Israel (Katalin, 1960; Danilevsky, 2015; Sama et al., 2010; faunaeur.org/species_list.php, 14.12.2016).

Data about alfalfa longhorn beetle, mainly from faunistic studies, are reported by other authors for the following countries:

Украйна / Ukraine (Vassiliev, 1914; Fedorov, 1925; Bartenev, 2003)
Русия / Russia (Ivanov and Medvedev, 1970)
Австрия / *Austria*(Adlbauer and Skofitsch, 1979; Steiner, 1999; Adlbauer, 2001)
Румъния / *Romania* (Serafim, 1993; Ungureanu et al., 2008; Serafim and Maican, 2008)
Италия / *Italy* (Fattorini, 1988; Biscaccianti, 2004)
Сърбия и Черна гора / Serbia and Montenegro (Pil, 2004/2005; Pil and Stanković, 2006; Pil and Stojanović, 2007; Nikčević, 2008)
Хърватия / *Croatia* (Koren and Perović, 2010)
Гърция / *Greece* (Dascălu et al., 2012)
Унгария / Hungary (Kovács, 1997; Kovács et al., 2001; Sár and Dudás, 2002; Lökkös, 2003)
Полша / Poland (Gutowski, 1990; Kurzawa, 2017)
Франция / France (Brustel et al., 2002)

Чехия и Словакия / Czech Republic and Slovakia (Majzlan et al., 1999; Hoskovec, 2010)
Израел / Israel (Sama et al., 2010)
Турция / Turkey(Tamer et al., 1997; Özdikmen and Okutaner, 2006; Maican and Serafim, 2009; Özdikmen, 2011; Şenyüz and Özdikmen, 2013; Albayati et al., 2016)
Иран / Iran (Sakenin et al., 2011)
Ирак / Iraq (Özdikmen et al., 2014)
Ливан / Lebanon (Cocquempot et al., 2016)
Казахстан / Kazakhstan (Bragina and Maruarova, 2016; Kadyrbekov and Tleppaeva, 2016; Sagalbekov et al., 2017)
Азърбейджан / Azerbaijan (Talibov et al., 2017)

У нас люцерновият сечко е повсеместно разпространен и се среща до около 1300 m надморска височина (Angelov, 1995). Наблюдаван е за първи път през 1928 и 1929 г. и е съобщен от Chorbadzhiev (1930, 1932), който дава и данни за масово нападение в областите на Шумен, Плевен, София, Пловдив и в районите на Чирпан, Свиленград и Панагюрище.

Следващите 30 години информация за *Pl. floralis* в ентомологичната литература не се публикува. Нови проучвания върху неприятеля започват през 1960-65 година, предпоставка за което е нарасналото разпространение, численост и повреди от ларвите в различни населени места у нас. За същия период Makarov (1965) включва люцерновия сечко в списъците на установените вредни насекоми по люцерната в района на Селскостопанския научноизследователски институт „Образцов чифлик” край Русе.

След този период, в продължение на 34 години, у нас отново не се публикуват данни за *Pl. floralis*. През последните години сведения в литературата за разпространение на неприятеля в нови райони на страната дават Georgiev et al. (2002), Georgiev and Stojanova (2003), Angelova et al. (2010), Topalov et al. (2014), а за увеличаване на числеността и повредите, причинявани от ларвите по люцерната в районите на Плевен и Русе съобщават Nikolova and Kertikova (2008), Zhekova and Petkova (2010), Petkova and Zhekova (2012). Toshova et al. (2010) установяват висока плътност на люцер-

In Bulgaria the alfalfa longhorn beetle is widely distributed and occurs up to about 1300 m above sea level (Angelov, 1995). It was first time observed in 1928 and 1929 and was reported by Chorbadjiev (1930, 1932), who also gives evidence of a massive attack in the districts of Shumen, Pleven, Sofia, Plovdiv and in the regions of Chirpan, Svilengrad and Panagyurishte.

The next 30 years information about *Pl. floralis* in entomological literature is not published. New research on the pest began in 1960-65, a prerequisite of which is the increased distribution, number and damage of the larvae in different settlements in Bulgaria.

For the same period, Makarov (1965) included the alfalfa longhorn beetle in the lists of established harmful insect pests in the area of the Agricultural Research Institute "Obrazcov Chiflik" near Rousse.

After this period, for 34 years, data about *Pl. floralis* is not published again in Bulgaria. In recent years there have been reports in the literature about the spread of the pest in new regions of the country give Georgiev et al. (2002), Georgiev and Stojanova (2003), Angelova et al. (2010), Topalov et al. (2014).

Nikolova and Kertikova (2008), Zhekova and Petkova (2010) and Petkova and Zhekova (2012) report on increasing numbers and damages caused by alfalfa longhorn beetle larvae in the regions of Pleven and Rousse. Toshova et al. (2010) establish a high density of alfalfa longhorn новия сечко в по-стари люцернови посеви в районите на Пазарджик, Пловдив и София. Тези данни дават основание да се допусне, че *Pl. floralis* не е загубил значението си на опасен неприятел за люцерната.

Данни за фенологията, биологията и картината на повреда от люцерновия сечко в Унгария съобщава Baranyovits (1944). Според наблюденията на автора началото на имагинирането на бръмбарите започва в края на май или началото на юни. Снасянето на яйцата и ембрионалното развитие са проследени в лабораторни условия и е установено, че продължителността на ембрионалния стадий е 15 дни. В Румъния морфологичните особености на ларвите на люцерновия сечко и картината на повреда са описани от Kemenesy and Manninger (1968). В Китай, провинция Xinjiang, са наблюдавани повреди от люцерновия сечко по люцерната и детелината, което е наложило изследване върху фенологията и биологията на неприятеля. Авторите установяват, че в този район *Pl. floralis* има едно поколение годишно, възрастните индивиди имагинират през юли, а ембрионалният стадий е с продължителност 6-8 дни (Fu and Xie, 1986).

Кратко описание на морфологията, биологията и картината на повреда на люцерновия сечко у нас правят Chorbadzhiev (1930, 1932), Popov et al. (1958), Dirimanov (1962) и Angelov (1995), но по-обширни сведения за развитието и вредната дейност на неприятеля, и начините за борба дава Makarov (1968). Авторът проследява фенологичното развитие на *Pl. floralis* и установява, че възрастните индивиди се появяват към средата на юни и се срещат по люцерновите блокове до края на юли. Ларвите се излюпват през юни-юли и завършват развитието около средата на май през следващата година.

Zhekova (2018) установява ясен полов диморфизъм, изразяващ се в доказано по-големите средни величини

beetle in older alfalfa in regions of Pazardzhik, Plovdiv and Sofia. These data give reason to assume that *Pl. floralis* has not lost its significance to a dangerous pest for alfalfa.

Data about the phenology, biology, and picture of the damage in Hungary is reported by Baranyovits (1944). According to the author's observations, the beetle imaging begin at the end of May or the beginning of June. Laying eggs and embryonic development were monitored in laboratory conditions, and it was found that the embryonic stage was 15 days. In Romania, the morphological features of the alfalfa longhorn beetle larvae and the picture of the damage are described by Kemenesy and Manninger (1968).

In China, Xinjiang province, damage from alfalfa longhorn beetle on alfalfa and clover was observed, which required an investigation into the phenology and biology of the pest. The authors find that in this area *Pl. floralis* has one generation a year, adults are imaginated in July, and the embryonic stage lasts 6-8 days (Fu and Xie, 1986).

A short description of the morphology, biology and the picture of the damage of the alfalfa longhorn beetle in our country are made by Chorbadjiev (1930, 1932), Popov et al. (1958), Dirimanov (1962) and Angelov (1995), but more extensive information about the development and harmful activity of the pest, and the ways of insect control gives Makarov (1968). The author follows the phenological development of *Pl. floralis* and finds that adult individuals appear in mid-June and meet in alfalfa blocks till the end of July. The larvae hatch in June-July and end the development around mid-May next year.

Zhekova (2018) establishes a clear sexual dimorphism expressed in the proven bigger average of the length and на дължината и теглото на женските индивиди в сравнение с мъжките, както и различно оцветяване на първото антенно членче, основното членче, бедреното пръстенче и бедрото на трите двойки крака. На основата на тези признаци авторът изчислява поло-вия индекс, който варира през години-те. Установява, че мъжките индивиди понасят по-добре неблагоприятни клима-тични условия в сравнение с женските.

По данни на Sama et al. (2010) ларвите на люцерновия сечко се хра-нят в стъблата и корените на различни видове тревисти растения, принадле-жащи към семействата Fabaceae (*Medicago sativa* L.), Euphorbiaceae (*Onobrychis*, *Amaranthus*, *Camelia*, *Melilotus*, *Euphorbia gerardiana* Jacq.), Asteraceae (*Achillea millefolium* L.) и др.

Според Chorbadzhiev (1930) и Makarov (1968), ларвите изяждат почти цялата вътрешност на централния корен на люцерновите растения от шийката до 5-10 cm надолу, която се изпълва със стърготини. В един корен завършва развитието си една ларва, а според Zhekova and Petkova (2010) повече от една. Повредените растения изостават в развитието си, дават по-малък добив, постепенно изсъхват и лю-церновите полета се прореждат. Според Makarov (1968) люцерновият сечко, както и големият люцернов хоботник, са една от основните причини за бързото прореж-дане и загиване на люцерновите посеви.

До същото заключение достигат и други автори. Petkova et al. (2005) считат, че намаляването на продуктив-ността и дълготрайността на люцерно-вите посеви може да бъде предизвика-на от фитопатогенни организми, както и от неприятели, които индуцират изме-нения в биохимичния състав на люцер-ната. Наблюденията на авторите през последните години върху разпростране-нието на люцерновия сечко и повредите от ларвите доказват, че видът е важен фактор за преждевременното загиване на люцерновите растения.

Plagionotus floralis е сред по-

weight of female individuals compared to males, as well as the different color of the first antennae joint, the basic joint, the thigh ringlet and thighs of the three legs couples. Based on these signs, the author calculates the sex ratio, which varies over the years. It finds that male individuals are better tolerated by adverse climatic conditions than females.

According to Sama et al. (2010), the larvae of the alfalfa longhorn beetle are fed to the stems and roots of different types of grassy plants belonging to the families Fabaceae (*Medicago sativa* L.), Euphorbiaceae (*Onobrychis*, *Amaranthus*, *Camelia*, *Melilotus*, *Euphorbia gerardiana* Jacq.), Asteraceae (*Achillea millefolium* L.) and others.

According to Chorbadjiev (1930) and Makarov (1968), larvae eaten almost the entire interior of the central root of alfalfa plants from the neck to 5-10 cm below, which is filled with sawdust. In one root a larva ends its development, but according to Zhekova and Petkova (2010) more than one. The damaged plants are lagging behind in their development, yielding less, gradually drying out, and alfalfa fields dilutions. According to Makarov (1968), the alfalfa longhorn beetle, as well as the clover leaf weevil, are one of the main reasons for the rapid dilution and destruction of alfalfa crops.

The same conclusion is reached by other authors. Petkova et al. (2005) consider that the reduction in productivity and persistence of alfalfa crops can be caused by phytopathogenic organisms as well as by pests that induce alterations in the biochemical composition of alfalfa. Observations by authors in recent years on the distribution of alfalfa longhorn beetle and damage from the larvae have shown that the species is an important factor in the premature destruction of alfalfa plants.

Plagionotus floralis is one of the

важните насекомни неприятели по люцерната в районите на Саратов и Краснодар в Русия (Sakharov, 1923; Koval et al., 1998), Нахичеванската автономна провинция в Азърбейджан (Talibov et al., 2017) и в голяма степен е отговорен за разреждането на старите люцернови посеви в Румъния (Mitrjuskin, 1940) и Сърбия (Đukić and Erić, 1995). В корените на люцерната ларвите издълбават канали, като предпочитат растения с дебели корени, затова и нанесената вреда е от значение за по-възрастните люцерни.

Подобно е мнението и на други автори, според които по-старите и заплевелени люцерни се предпочитат от възрастните индивиди, защото цъфтящите растения в тях са източник на храна. В с. Дулово (област Силистра) в две-тригодишна люцерна Popova (1968) наблюдава 20-30% повреда от люцерновия сечко, а след третата година – 60-80%. На основание на тези данни авторът препоръчва площите с люцерна да не се използват повече от четири години. За повреда до 100% от ларвите на *Pl. floralis* в по-старите люцерни в селата Марково и Опълченец (Чирпанска околия) и за средни загуби в нападнатите райони между 10 и 30% съобщава и Chorbadzhiev (1930, 1932). Информация за 70-80% повредени растения в 6-7- годишна люцерна в Кубрат дава Makarov (1968). За района на Русе, Zhekova (2018) докладва за 18% повредени растения в стандартни посеви (12,5 cm междуредие) и 32% повредени растения в широкоредови (70 cm междуредие) посеви, като се потвърждава тенденцията за по-висок процент повредени растения в по-старите посеви (3-4 год).

Според Bócsa (1979) и Bozsik (2010, 2013) в Унгария люцерновият сечко рядко причинява вреда по корените на люцерната и е неприятел с малко значение в старите люцернови посеви. Видът се среща често в страната, но популационната му плътност е

most important insect alfalfa pests in the areas of Saratov and Krasnodar in Russia (Sakharov, 1923; Kowal et al., 1998), the Nakhichevan Autonomous Province of Azerbaijan (Talybov et al., 2017) and to a large extent responsible for the dilution of the old alfalfa crops in Romania (Mitrjuskin, 1940) and Serbia (Đukić and Erić, 1995). At the roots of alfalfa, larvae channel canals by preferring plants with thick roots, so the damage is important for older alfalfa.

Similar is the opinion of other authors, according to them the older and weedy alfalfa are preferred by the adult individuals because the flowering plants in them are a source of food. In the village of Dulovo (Silistra region) in two-three years old alfalfa Popova (1968) observed 20-30% damage from alfalfa longhorn beetle, and after the third year – 60-80%.

Based on these data, the author recommends that alfalfa crops should not be used for more than four years. For damage up to 100% of *Pl. floralis* in the older alfalfa in the villages of Markovo and Opalchenets (Chirpan district) and for average losses in the attacked areas between 10 and 30% reported also Chorbadjiev (1930, 1932). Information about 70-80% of damaged plants in 6-7 year old alfalfa in Kubrat gives Makarov (1968). For the Rousse region, Zhekova (2018) reported 18% of damaged plants in standard crops (12,5cm distance between rows) and 32% of damaged plants in wide rows (70 cm distance between rows) crops, confirming the trend for higher percentages of damaged plants in older crops (3-4 yrs).

According to Bócsa (1979) and Bozsik (2010, 2013) in Hungary the alfalfa longhorn beetle rarely causes damage to the alfalfa roots and is a pest with little importance in the old alfalfa crops.

The species is common in the country, but ниска и повредата по люцерновите растения не оказва влияние върху добива на зелена маса и сухо вещество. Подобно мнение изразява и Paskalev (1977), според когото някои видове сечковци могат да станат вредни само при определена екологична обстановка.

Важен фактор за ограничаване на повредите от ларвите на люцерновия сечко е поливането. В научната литературата се съобщава, че в напояваните люцерни количеството на повредените растения е многократно по-малко от това в неполиваните. Съгласно изследванията на Grigorov (1974) плътността на ларвите на люцерновия сечко е по-голяма в ненапояваните площи, в резултат на което и повредите в тях достигат до 50-70% в сравнение с 1,5% повреда в полетата с поливане.

Подобни резултати публикува Ponomarenko (1940) за райони от лявото крайбрежие на Волга и Noushad and Kazemi (1995) за Азербайджан, които доказват, че по-силно нападнати от ларвите са тригодишните люцерни без напояване, където корените са по-големи и по-груби.

Противоположни заключения съобщават Tamer et al. (1997) и Khamraev (2003) от наблюденията, проведени в провинциите Анкара и Коня (Турция), и Корезм и Каракалпакстан (Узбекистан). Авторите установяват, че повредата от люцерновия сечко е по-голяма в поливани люцерни, в които нападението достига до 50%, в сравнение с отглежданите при неполивни условия, където повредата е значително по-ниска (5%).

Според Ponomarenko (1944) и Makarov (1968) оставянето на люцерните за семепроизводство е предпоставка за увеличаване на числеността на *Pl. floralis*, което налага те да се поддържат чисти от неприятеля и от плевелните растения, които предоставят храна за бръмбарите. Сходно е становището на Bozsik (2010, 2013), според

its population density is low and the damage to alfalfa plants does not affect the yield of green matter and dry matter. A similar opinion is expressed by Paskalev (1977), according to him certain species of insects can become harmful only in certain ecological conditions.

An important factor in limiting the damage caused by the larvae of alfalfa longhorn beetle is the irrigation. In scientific literature it is reported that in the irrigated alfalfa the quantity of damaged plants is many times less than that of the non-irrigated. According to Grigorov (1974), the density of larvae of the alfalfa longhorn beetle is higher in non-irrigated areas, resulting in damage to 50-70% compared to 1.5% damage to irrigated fields.

Similar results were published by Ponomarenko (1940) for Volga and Noushad and Kazemi (1995) for Azerbaijan proving that three-year-old alfalfa without irrigation, where the roots are bigger and coarser, are more attacked by the larvae.

Opposite conclusions reported Tamer et al. (1997) and Khamraev (2003) from the observations carried out in the provinces of Ankara and Konya (Turkey), and Korezm and Karakalpakstan (Uzbekistan). The authors found that alfalfa damage was greatest in irrigated alfalfa, where the attack reached 50%, compared to those grown under non-irrigated conditions where the damage was significantly lower (5%).

According to Ponomarenko (1944) and Makarov (1968), growing alfalfa for seed production is a prerequisite for increasing numbers of *Pl. floralis*, which requires to keep alfalfa crops clean from the enemy and the weed plants which provide food for the beetles. Similar is the Bozsik's (2010, 2013) opinion that excessive use of old, diluted and heavy когото прекаленото използване на стари, разредени и силно заплевелени люцерни благоприятства размножаването и възможната вреда от люцерновия сечко.

Чрез многогодишни проучвания върху ентомофауната на люцерната Popova (1968) доказва, че редуването на културите в сеитбооборота, използването на площите с люцерна не повече от четири години и отделянето на семенните участъци на 1,5-2,0 km, а още по-добре на 4-5 km от другите участъци с бобови култури, особено от старите люцерни, в значителна степен опазват люцерната за семе от много неприятели, в т.ч. и от люцерновия сечко.

Генетично детерминираната устойчивост на растенията към насекоми трябва да се използва, колкото това е възможно, защото предоставя по-сигурно и по-ефикасно средство за защита на новите сортове от насекоми. Борбата срещу насекомите, които не се влияят от тези мерки, трябва да се води с химически средства (Yankulov, 1996).

Според Nikolova and Kertikova (2008) използването на толерантни (слабо чувствителни) сортове и образци люцерна е един от най-сигурните методи за борба с вредните насекоми, както и важно звено от интегрираната система за опазване на културните растения от неприятели. Създаването и отглеждането на устойчиви сортове люцерна има особено голямо значение в борбата срещу почвените неприятели. При тях основната вреда нанасят ларвите, които водят скрит начин на живот, и поради това борбата с тези видове е много трудна. Резултатите от проучванията на авторите върху почвените неприятели при люцерната показват, че с нисък процент на повреда от ларвата на люцерновия сечко са сортовете „Дара” (17,4%) и „Приста 2” (28,6%). По-силно нападнати са индивидуалните растения, отглеждани на по-голяма хранителна площ, при които нападението е средно 62,0%, докато при посевите е значително по-ниско –

weedy alfalfa crops favors reproduction and possible damage by alfalfa longhorn beetle.

Through many years of research on the entomofauna of alfalfa Popova (1968) proves that rotation of crops, the use of alfalfa crops for no more than four years and the separation of seed areas at 1.5-2.0 km, and even better 4-5 km from other legumes, especially from the old alfalfa crops, largely protect the alfalfa from a lot of enemies, incl. and the alfalfa longhorn beetle.

Genetically determined plant-to-insect resistance should be used as much as possible because it provides a safer and more efficient means of protecting new varieties of insects. The control of insects that are not affected by these measures must be carried out with chemical means (Yankulov, 1996).

According to Nikolova and Kertikova (2008) the use of tolerant (slightly sensitive) varieties and alfalfa samples is one of the safest methods for control of harmful insects, as well as an important unit of the integrated system for protecting crops from pests.

The creation and cultivation of resistant alfalfa varieties is particularly important in the control against soil pests. In them, the main damage is caused by the larvae that lead a hidden way of life, and therefore the control of these species is very difficult. The results of the authors’ studies on alfalfa pests in the alfalfa show that the Daria (17.4%) and Prista 2 (28.6%) varieties have a low percentage of damage to the alfalfa longhorn beetle.

The individual plants grown on a larger food area, where the attack is on average 62.0% are more attacked, while in the standard crops are significantly lower – 27.3%. The "Dara" and "Prista 2" varieties

27,3%. Сортовете „Дара" и „Приста 2" са с установена ниска степен на смесена повреда от почвени неприятели и могат да бъдат подходяща зародишна плазма за толерантност към *Pl. floralis*. При изпитването на шест генплазми в условия на КСО Zhekova (2017) съобщава, че най-добри комплексни резултати показва генплазмата SP-СП 08-1, което дава основание да бъде включена в селекционни програми, свързани с търсене на гени за висока продуктивност на люцерната и за толерантност на културата към вредители.

При сравняване на резултатите от биохимичния анализ на здрави корени с тези на болни от кореново гниене и повредени от ларвите на люцернов сечко е установено, че и при двата стресови фактора метаболитния отговор на растенията е еднопосочен. Съдържанието на сурови влакнини, калций и общи феноли се увеличава, а съдържанието на фосфор, магнезий и захари се понижава. Различията между въздействието от кореновото гниене и повредите от люцерновия сечко са, че в болните от кореново гниене корени съдържанието на суров протеин и сапонини намалява (Ilieva, 1996; Jurzysta, 1979), а при повредените от ларвата – се увеличава (Petkova et al., 2005). Резултатите показват значителна неспецифичност в отговорите на растенията при проучените показатели спрямо патогена и неприятеля. Възможно е размерът и характерът на отговорите да зависят основно от степента на повредата, причинена от стресовите фактори и степента на устойчивост на растенията към същите (Edreva, 1989).

Сапонините в люцерната принадлежат към групата на тритерпеноидните сапонини и основно са концентрирани в корените, като са установени генетични разлики в концентрацията им при различните сортове и подрасти (Bickoff et al., 1972; Nowacka and Oleszek, 1994; Nozzolillo et al., 1997; Yazdi-Samadi et al., 2004; Georgieva et

have a low degree of mixed damage from soil pests and may be suitable germplasm for tolerance to *Pl. floralis*.

In the study of six germplasms in CVT, Zhekova (2017) reported that the best complex results show the germplasm SP-SP 08-1, which warrants inclusion in selection programs related to the search for genes for high productivity of alfalfa and for tolerance of crop to pests.

When comparing the results of the biochemical analysis of healthy roots with those damaged by alfalfa longhorn beetle and root rot, it was found that under both stress factors the metabolic response of plants was unidirectional.

The content of raw fiber, calcium and total phenols increases and the content of phosphorus, magnesium and sugars decrease. The differences between effect of root rot and damage by alfalfa longhorn beetle are that in root rot roots the content of raw protein and saponins decreases (Ilieva, 1996; Jurzysta, 1979), and in the case of the damaged by the larvae - increases (Petkova et al., 2005).

The results show significant non-specificity in plant responses in the studied pathogen and pest indicators. It is possible that the magnitude and nature of responses will depend mainly on the degree of damage caused by the stress factors and the degree of resistance of the plants to the same (Edreva, 1989).

Saponins in alfalfa belong to the group of triterpenoid saponins and are mainly concentrated in the roots, with genetic differences in their concentration in the different varieties and regrowth (Bickoff et al., 1972; Nowacka and Oleszek, 1994; Nozzolillo et al., 1997; Yazdi-Samadi et al., 2004; Georgieva et al., 2012; Nikolova et al., 2012; Nikolova et al., 2015). The presence of saponins in al., 2012; Nikolova et al., 2012; Nikolova et al., 2015). Наличието на сапонини при люцерната се свързва с резистентността към някои неприятели и патогени (Pedersen et al., 1976; Sutherland et al., 1982; Gorski et all., 1991; Tava et al., 1992; Tava and Odoardi, 1996; Sylwia et al., 2006; Chaieb, 2010).

Определена роля за ограничаване на популационната плътност на люцерновия сечко имат и биологичните агенти, сред които ефективен контрол оказват ектопаразитоидите от сем. Braconidae (Hymenoptera). По данни на Mitrjuskin (1940) в Румъния по ларвите на *Pl. floralis* паразитира видът *Bracon lautus* Szepl. Разпространението на паразитоидът и отстраняването на нападнатите растения според автора са единствените ефективни методи за унищожаване на неприятеля. Опаразитени ларви на *Pl. floralis* от *B. lautus* са установени от Tanasijevic (1962) в люцерни в Сърбия и Македония. В Китай като най-важни естествени врагове на люцерновия сечко се съобщават посевната врана *Corvus frugilegus* L. и ектопаразитоида *Microbracon* sp. [*Bracon* sp.] (Fu and Xie, 1986).

В Турция по ларвите на *Pl. floralis* е идентифициран друг вид ектопаразитоид от род Bracon - *Bracon nigriventris* Wesmael 1838, който се съобщава и като нов вид за страната (Beyarslan et al., 2005). Според авторите паразитът се среща в Палеарктическата зона – Кавказ, Централна Азия, Казахстан, Монголия, Русия, Западна Европа, а гостоприемници са люцерновия сечко и др. видове насекоми.

Žikić et al. (2012) за първи път съобщават данни за видовия състав на род Bracon (подсемейство Braconinae) на територията на Сърбия. Тридесет и осем от съобщените вида се срещат в България, в т.ч. и видът *Bracon (Lucobracon) nigriventris* Wesmael 1838 с гостоприемници *Plagionotus floralis* (Cerambycidae), *Hylobius piceus* и *Pissodes pini* (Curculionidae). Zhekova

alfalfa is associated with resistance to some pests and pathogens (Pedersen et al., 1976; Sutherland et al., 1982; Gorski et al., 1991; Tava et al., 1992; Tava and Odoardi, 1996; Sylwia et al., 2006; Chaib, 2010).

Some biological agents are also responsible for limiting the population density of alfalfa longhorn beetle, among which the ectoparasitoids of the Braconidae (Hymenoptera) are effective control. According to Mitrjuskin (1940) in Romania on the larvae of Pl. floralis parasite the species *Bracon lautus* Szepl. According to the author, the spread of the parasitoid and the removal of attacked plants are the only effective methods of destroying the enemy. Parasited larvae of *Pl. floralis* from *B. lautus* were established by Tanasijevic (1962) in alfalfa in Serbia and Macedonia. In China, as the most important natural enemies of alfalfa longhorn beetle, are reported *Corvus frugilegus* L. and the ectoparasitoid *Microbracon* sp. [*Bracon* sp.] (Fu and Xie, 1986).

In Turkey on the larvaes of *Pl. floralis* has identified another type of ectoparasitoid of the genus Bracon - *Bracon nigriventris* Wesmael 1838, which is also reported as a new species for the country (Beyarslan et al., 2005). According to the authors, the parasite is found in the Palearctic zone – the Caucasus, Central Asia, Kazakhstan, Mongolia, Russia, Western Europe, and hosts are alfalfa longhorn beetle and others insect species.

Žikić et al. (2012) reported for the first time data about the species of Bracon (subfamily Braconinae) in the territory of Serbia. Thirty-eight of the reported species occur in Bulgaria, including the species *Bracon* (*Lucobracon*) *nigriventris* Wesmael 1838 with hosts *Plagionotus floralis* (Cerambycidae), *Hylobius piceus* and *Pissodes pini* (Curculionidae).

(2015) отчита, че относителното количество на опаразитените ларви на *Pl. floralis* от *Bracon (Lucobracon) nigriventris* Wesmael 1838 варира от 0 до 12,5% в зависимост от възрастта на люцерновите посеви.

В ентомологичната литература има малко данни за борбата с люцерновия сечко.

Сред Makarov (1968) използването на химични продукти за растителна защита срещу ларвите е неефективно мероприятие поради скрития им начин на живот. На основание на резултати от лабораторно изпитване за ефикасност на осем продукта за растителна защита (вече извън употреба) срещу възрастните индивиди, авторът предлага химическата борба да се проведе срещу бръмбарите, когато те се хранят с цветните части на плевелните растения в люцерновите посеви или около тях, преди яйцеснасяне. За намаляване числеността на неприятеля допринася и окосяването на плевелната растителност около люцерновите полета.

Đukić and Erić (1995) предлагат разораване на посевите и изгаряне на събраните корени, за да се предотврати имагинирането на възрастните насекоми и интензивно напояване, което помага за намаляване на щетите. Авторите считат, че химическата обработка дава слаби резултати.

Fu and Xie (1986) изпитват ефикасността на химични продукти за растителна защита срещу *Pl. floralis* и установяват, че Диметоат (40%) осигурява ефективен контрол върху неприятеля. За борба с люцерновия сечко в Гърция е регистриран Diazinon 60 EC (60% diazinon) (Chimac Agriphar SA, 2005).

В България няма продукт за растителна защита, регистриран за борба срещу люцерновия сечко (BFSA, 2018). Zhekova and Nikolova (2015) изпитват в лабораторни условия осем инсектицида срещу възрастните индивиди на люцерновия сечко от групи 1В, 3А и 4А по класификацията на IRAC.

Zhekova (2015) reported that the relative amount of infected larvae of *Pl. floralis* from *Bracon* (*Lucobracon*) *nigriventris* Wesmael 1838 ranges from 0 to 12.5% depending on the age of alfalfa plants.

In entomological literature, there is a little information about pest control of alfalfa longhorn beetle.

According to Makarov (1968) the use of chemicals against larvae is ineffective because of their hidden lifestyle. Based on the results of a laboratory test on the efficacy of eight plant protection products (already out of use) against the imago, the author suggests that the chemical treatment should be carried out against the beetles when they eat the floral parts of the weed plants in or around the alfalfa crops, before the oviposition. To reduce the number of the enemy contributes also the cutting of the weeds around the alfalfa fields.

Đukić and Erić (1995) offer plowing and burning roots to prevent the imagination of adult insects and intensive irrigation, which helps to reduce damage. The authors consider that the chemical treatment gives poor results.

Fu and Xie (1986) tested the efficacy of chemicals products against *Pl. floralis* and found that Dimethoate (40%) provides effective control of the pest. To control of the alfalfa longhorn beetle in Greece, Diazinon 60 EC (60% diazinon) is registered (Chimac Agriphar SA, 2005).

In Bulgaria there is no insecticide product registered for control of alfalfa longhorn beetle (BFSA, 2018). Zhekova and Nikolova (2015) tested eight insecticides against the adults of the alfalfa lohghorn beetle from IRAC groups 1B, 3A and 4A in the laboratory. Synthetic pyrethroids (3A) Karate Zeon (lambda-

Синтетичните пиретроиди)(3A) Карате Зеон (ламбда-цихалотрин) и Децис 2,5 ЕК (делтаметрин) и неоникотиноида (4А) Калипсо 480 СК (тиаклоприд) показват бързо инициално действие и висока ефикасност. Неоникотиноидите (4А) Моспилан 20 СП (ацетамиприд) и Актара 25 ВГ (тиаметоксам) показват незадоволителен ефект.

Изследванията на Toshova et al. (2010, 2017) и Imrei et al. (2014, 2018) показват, че жълтите флуоресцентни капани (CSALOMON®ARb3z и TERN lure) могат да се използват успешно за откриване и контролиране на огнища на вредителя.

cyhalothrin) and Decis 2.5 EC (deltamethrin) and neonicotinoid (4A) Calypso 480 SC (thiacloprid) exhibit rapid initiation and high efficacy. Neonicotinoids (4A) Mosptan 20 SP (acetamiprid) and Aktra 25 WG (thiamethoxam) show an unsatisfactory effect.

The studies of Toshova et al. (2010, 2017) and Imrei et al. (2014, 2018) show that yellow fluorescent traps (CSALOMON®ARb3z and TERN lure) can be successfully used to detect and control the pest.

ИЗВОДИ

Представените литературни данни показват, че люцерновият сечко е сред икономически опасните неприятели по люцерната в много страни в Европа и света, и един от основните фактори за намаляване на дълготрайността и преждевременното загиване на люцерновите посеви. За разработка на ефективни системи за борба, усилията на учените в тези страни са насочени към изучаване на фенологичните и биологични особености на неприятеля, вредната дейност на ларвите, както и способите за ограничаването ѝ; търсене на гени на устойчивост на люцерната към *Pl. floralis* и на нови методи и средства за борба.

CONCLUSIONS

The presented literature shows that alfalfa longhorn beetle is among the economically dangerous alfalfa pests in many countries in Europe and the world and one of the main factors for reducing the durability and premature dying of alfalfa crops. For the development of effective control systems, the efforts of scientists in these countries are aimed at studying the phenological and biological characteristics of the pest, the harmful activity of the larvae, as well as ways of limiting it; looking for alfalfa resistance genes to *Pl. floralis* and new methods and means of pest control.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Adlbauer, K. and G. Skofitsch**, 1979. *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773), eine für die Steiermark neue Bockkäferart (Col., Cerambycidae). *Mitteilung – Naturwissenschaftlicher Veren fur Steiermark*, 109, 205-206 (De).
2. **Adlbauer, K.**, 2001. Nachtrag zur Bockkäferfauna der Steiermark unter dem Aspekt der Artenbedrohung (Coleoptera, Cerambycidae). *Joannea Zool.*, 3, 83-104 (De).
3. **Albayati, M., H. Özdikmen and H. Ayberk**, 2016. Longhorn Beetles of Belgrad Forest in Istanbul Province with New Records to Europe, European Turkey, Marmara Region of Turkey and Istanbul Province (Coleoptera: Cerambycidae). *Mun. Ent. Zool.*, 11(2), 661-677.
4. **Angelov, P.**, 1995. Fauna Bulgarica 24. ASB, Sofia, 185 (Bg).
5. **Angelova, V., E. Davidkov and D. Georgiev**, 2010. Changes in Species Composition of Beetles in Crop Pests (Insecta: Coleoptera) in Alfalfa. In: 20th

Anniversary International Scientific Conference – Stara Zagora, Bulgaria, I, 217-221.
6. **Baranyovits, F.**, 1944. A new Pest of Lucerne in Hungary, *Plagionotus floralis* Pall. Ndvcnyegeszsegugyi Evkonyv. Budapest, 2-4, 386-389.
7. **Bartenev, A.**, 2003. Terms of activity period of the Capricorn beetle (Coleoptera, Cerambycidae) projected Gomolshansky national nature park (Kharkov region). In: Scientific Research in the Territories of the Nature Reserve Fund of the Kharkov Region, Kharkov, 16-18 (Ru).
8. **Beyarslan, A., Ö. Erdoğan and M. Aydoğdu**, 2005. A Survey of Braconinae (Hymenoptera, Braconidae) of Turkish Wastern Black Sea Region. *Linzer boil. Beitr.*, 37(1), 195-213.
9. BFSA, 2018.
http://www.babh.government.bg/userfiles/files/RZ/Reg/2018/%202018%2010.pdf
10. **Bickoff, E., G. Kohler and D. Smith**, 1972. Chemical composition of herbage. Alfalfa Science and Technology. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
11. Biological Library, 2009-2019. http://www.biolib.cz/en/taxonsubtaxa/id681601/
12. **Biscaccianti, A.**, 2004. Notes on some Longhorn beetles of Appennino umbro-marchigiano (Central Italy) (Coleoptera, Cerambycidae). *Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 59, 43.
13. **Bócsa, I.**, 1979. A lucerna termesztése. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 218 (Hu).
14. **Bozsik, A.**, 2010. A lucernacincér (*Plagionotus floralis* Pallas, 1773) előfordulása és kártétele kiöregedett lucernásokban. Agrártudományi Közlemények, 39 Különszám, 76-81 (Hu).
15. **Bozsik, A.**, 2013. Különböző koru lucernások fertőzöttsége lucernacincérrel (*Plagionotus floralis* Pallas, 1773). Növényvédelem, 49(8), 361-365 (Hu).
16. **Bragina, T. and A. Maruarova**, 2016. Material to faunistic review of long-horned beetles (Coleoptera: Cerambicidae) Kostanay region. *Empericheskie Issledovaniya*. http://www.repo.kspi.kz/handle/item/352 (Ru).
17. **Brustel, H., P. Berger and C. Cocquempot**, 2002. Catalogue des Vesperidae et des Cerambycidae dela faune de France (Coleoptera). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (n.s.)*, 38(4), 443-461 (Fr).
18. Catalogue of life, 2019.
http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/c53dd69e50f87b4d69db4d310790 2e37/synonym/47d43376567e1f2785a44703bab7d106 (29.01.2019)
19. **Chaieb, I.**, 2010. Saponins as Insecticides: a Review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(1), 39-50.
20. **Chimac Agriphar AS**, 2005-2017. http://www.griphar.com
21. **Chorbadzhiev, P.**, 1930. Notes on some insect pests of cultivated plants in Bulgaria in the years 1928 and 1929. *Mitt. Bulgar. Ent. Ges.*, V, 63-106 (Bg).
22. **Chorbadzhiev, P.**, 1932. Insect pests of cultivated plants in Bulgaria in the years 1928 and 1929. *Svedeniya po Zemedelieto*, XIII(1-2), 3-63 (Bg).
23. **Cocquempot, C., N. Nemer, H. Brustel and C. Tanios**, 2016. Nouvelles donnees et nouveau catalogue des Coleopteres Cerambycidae du Liban (Coleoptera, Cerambycoidea). *Bulletin de la Societe Entomologique de France*, 121(1), 91-104.
24. **Danilevsky, M.**, 2015. Catalogue of Palaearctic Cerambycoidea. http://www.cerambycidae.net/catalog.pdf (16.01.2019)
25. **Dascălu. M., G. Sama and G. Ramel**, 2012. A report on the Cerambycidae species from the lake Kerkini National park, Northern Greece. *Analele Ştiinţifice ale Universităţii „Alxandru Ioan Cuza" din Iaşi, s. Biologie Animal*, LVIII, 65-76.

26. **Dirimanov, M.**, 1962. The enemies of the leguminous and bean legumes and the fight against them, Plovdiv, 68-69 (Bg).
27. **Đukić, D.and P. Erić**, 1995. Lucerka, Novi Sad, 150.
28. **Edreva, A.**, 1989. Metabolic responses of a tobacco plant in pathogenic and abiotic stresses. Dissertation, Sofia, Bulgaria.
29. **Encyclopedia of Life**, 2017. http://eol.org/pages/117508/names/synonyms
30. **Fattorini, S.**, 1988. A contribution to the knowledge of Longicorn beetles from the riserva natural Monte Rufeno Latium central Italy Coleoptera *Cerambycidae. Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia*, 43, 43-48.
31. **Fauna Europaea**, 2019. http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=114505
32. **Fedorov, S.**, 1925. Review of Agricultural Pest in the Government of Taurida in 1916-1924. *Defense des Plantes*, 1(6), 218-223.
33. **Fu, Z. and Z. Xie**, 1986. A preliminary report on *Plagionotus floralis* (Pallas) in Tacheng Basin. *Insect Knowledge*, 23(1), 28-29.
34. **Georgiev, G. and A. Stojanova**, 2003. New and rare longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) in the Strandzha mountain, Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 55(2), 105-109.
35. **Georgiev, G., A. Stojanova, P. Boyadzhiev and M. Langurov**, 2002. Longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from Eastern Rhodopes in Bulgaria. *Forest Science*, 3/4, 115-119.
36. **Georgieva, N., I. Nikolova and A. Ilieva**, 2012. Biochemical composition of root mass in alfalfa varieties. *Rastenievadni Nauki*, 49(3), 20-25 (Bg).
37. **Golawska, S., B. Leszczynski and W. Oleszek**, 2006. Effect of low and high-saponin lines of alfalfa on pea aphid. *Journal of Insect Physiology*, 52, 737-743.
38. **Gorski, P. M., J. Miersch and M. Ploszynski**, 1991. Production and Biological Activity of Saponins and Canavanine in Alfalfa Seedling. *Journal of Chemical Ecology*, 17, 1135-1143.
39. **Grigorov, S.**,. 1974. Impact of watering on insect multiplication. *Rastitelna Zashtita*, 22(11), 25-28 (Bg).
40. **Gutowski, J.**, 1990. Stan poznania Kózkowatych (Cerambycidae, Coleoptera) Ojcowskiego Parku Narodowego I problem ich ochrony. *Prądnik. Prace Muz. Szafera*, 1, 69-73 (Pl).
41. **Hoskovec, M.**, 2010. Check-list of Longhorn Beetles (Coleoptera, Cerambycidae) of Czech Republic and the Slovak Republic (former Czechoslovakia). http:// www.cerambyx.uochb.cz/list_czsk.htm
42. **Ilieva, A.**, 1996. Study of biological activity of alfalfa saponines in different alfalfa entries (*Medicago ssp.*). Dissertation, Pleven, Bulgaria.
43. **Imrei, Z., Z. Kovats, T. Toshova, M. Subchev, K. Harmincz, I. Szarukan, M. Domingue and M. Toth**, 2014. Development of a trap combining visual and chemical cues for the alfalfa longhorn beetle, *Plagionotus floralis*. *Bulletin of Insectology*, 67 (2), 161-166.
44. **Imrei, Z., Z. Lohonyai, Z. Kovats, T. Toshova, M. Subchev, J. Fail, J. Vuts, K. Harmincz, I. Szarukan and M. Toth**, 2018. Lucernacincer (*Plagionotus floralis*) csapda fejlesztese vizualis es kemiai ingerek kombinalasaval. *Novenyvedelem*, 79 (54), 325-332 (Hu).
45. **IRAC**, 2018. http://www.irac-online.org/documents/moa-classification/
46. **Ivanov, A. and G. Medvedev**, 1970. Pests and the yield of lucerne seed. *Zashchita Rastenii*, 15(11), 16-17 (Ru).
47. **Jurzysta, M.**, 1979. Haemolytic micromethod for rapid astimation of toxic alfalfa saponines. *Acta Agrobot.*, 32(1), 5-11.

48. **Kadirbekov, P. and A. Tleppaeva**, 2016. Overview of wood beetles (Coleoptera, Cerambycidae) of the national natural park “ZHONGAR-ALATAU” (Kazakhstan). *Evraziatskii entomologicheskii zhurnal*, 15(3), 288-294 (Ru).
49. **Kasatkin, D.**, 2005. About the genus system *Plagionotus* sensu lato (Coleoptera: Cerambycidae: Clytini). *Kavkazskii Entomol. Byuleten*, 1(1), 49-54 (Ru).
50. **Katalin, D.**, 1960. Folia Entomologia Hungarica (Series nova), XIII(18).
51. **Kemenesy, E. and G. Manninger**, 1968. Die Luzerne anbau und pflanzenschutz. Budapest, 163-164.
52. **Khamraev, A.**, 2003. Soil organisms and entomocomplexes in Khorezm and Karakalpakstan (Uzbekistan). In: ZEF Work Papers for Sustainable Development in Central Asia, 6, 23.
53. **Kolchinsky, E.**, 1996. Encyclopedist of the XVIII century. *Vidaiusht. Otechrstv. Biologi*, 1, 5-12 (Ru).
54. **Koren T. and F. Perović**, 2010. Contribution to the knowledge on the longhorn beetle (Coleoptera, Cerambycidae) fauna of Vozilići, Eastern Istria, Croatia. *Annales. Ser. Hist. Nat*, 20(2), 125-130.
55. **Kovács, T.**, 1997. Magyarországi cincérek tápnövény-és lelőhelyadatai II. (Coleoptera: Cerambycidae). *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis*, 22, 247-255 (Hu).
56. **Kovács, T., G. Hegyessy and S. Borsos**, 2001. Somogy megye cincéreinek katalógusa (Coleoptera: Cerambycidae). *Natura Somogyiensis*, 1, 213-220 (Hu).
57. **Koval, A., S. Russkih, A. Sinitsina and A. Devyatkin**, 1998. Features of green protection against phytophages and the use of insects - pollinators in the production of alfalfa seeds [in the conditions of the Krasnodar Territory] [Agrotechnical and chemical methods of combating insect pests]. *Pr-vo Ecol. Bezopas. Produktsii Rastenievodstva*, 4, 141-150 (Ru).
58. **Kurzawa, J.**, 2017. A checklist of longicorn beetles Coleoptera:Cerambycidae) of Poland. http://www.entomo.pl/coleoptera/cerambycidae/index.php
59. **Löbl, I. and A. Smetana**, 2010. Catalogue of Palaeartic Coleoptera. 6. Stenstrup: Appollo Books, 924
60. **Lökkös, A.**, 2003. A Látrányi Puszta Természetvédelmi Terület cincérfaunája (Coleoptera: Cerambycidae). *Natura Somogyiensis*, 5, 173-178 (Hu).
61. **Maican, S. and R. Serafim**, 2009. Data about Cerambycidae and Chrysomelidae (Coleoptera: Chrysomeloidea) collected from Mediterranean expeditions. *Travaux du Muséum National d’Histoire Naturelle „Grigore Antipa”*, LII, 415-428.
62. **Majzlan, O., I. Rychlík and P. Deván**, 1999. Vybrané skupiny hmyzu (Coleoptera, Hymenoptera – Sphecidae, Pompilidae et Vespidae) NPR Čenkovská step a NPR Čenkovká lesostep na južnom Slovensku. *Folia Faunistica Slovaca*, 4, 129-150 (Sk).
63. **Makarov, M.**, 1968. Alfalfa longhorn beetle. *Rastitelna Zashtita*, 2, 13-18 (Bg).
64. **Mitrjuskin, K.**, 1940. *Plagionotus floralis* Pall. and the protection of Lucerne sowings. *Sotsialisticheskoe Zernovoe Khozyaistvo*, 5, 117-120 (Ru).
65. **Nikčević, J.**, 2008. The contribution to the knowledge of entomofauna of the Morinj bay-Montenegro. *Natura Montenegrina*, 7(3), 339-407 (Me).
66. **Nikolova, I. and D. Kertikova**, 2008. Comparative evaluation of Lucerne accessions according to degee of attack by some soil insect pests. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 11(1), 48-59.
67. **Nikolova, I., N. Georgieva and A. Ilieva**, 2012. *Otiorrhynchus ligustici* L. (*Coleoptera: Curculionidae)* II. Method for determination of the degree of damage by

larva and biochemical composition of the root system in different alfalfa varieties. *Banat's Journal of Biotechnology*, III(2), 75-80.
68. **Nikolova, I., N. Georgieva and A. Ilieva**, 2015. Chemical composition of above-ground dry mass in alfalfa varieties and correlations to the preference of *Apion seniculus* Kirby (Coleoptera: Curculionidae). *Izvestiya na Sayuza na Uchenite – Ruse*, 7(3), 223-228 (Bg).
69. **Noushad, S.A and, M. H. Kazemi**, 1995. Biological study on alfalfa root longhorn beetle Plagionotus floralis (Pall.) (Col;Cerambycidae) in East-Azarbaidjan. *Journal of Entomological Society of Iran*, 15, 47-49.
70. **Nowacka, J. and W. Oleszek**, 1994. Determination of alfalfa (*Medicago sativa*) saponins by high performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 727.
71. **Nozzololllo, C., J. Arnason, F. Campos, N. Donskov and M. Jurzysta**, 1997. Alfalfa leaf saponins and insect resistance. *Journal of Chemical Ecology*, 23(4), 995-1002.
72. **Özdikmen, H. and M. Ali**, 2016. A new arrangement of *Plagionotus* (*Neoplagionotus*) speciosus (Adams) (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Mut. Ent. Zool*., 11(2), 278-284
73. **Özdikmen, H. and S. Turgut**, 2009. A short review on the genus *Plagionotus* Mulsant, 1842 (Coleoptera: Cerambycinae). *Mun. Ent. Zool.*, 4(2), 457 – 469.
74. **Özdikmen, H. and Y. Okutaner**, 2006. The Longhorned Beetles Fauna (Coleoptera, Cerambycidae) of Kahramanmaraş Province. *G. U. Journal of Science*, 19(2), 77-89.
75. **Özdikmen, H.**, 2011. Longhorned beetles of Bolu ptovince in Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). *Mun. Ent. Zool.*, 6(1), 210-240.
76. **Özdikmen, H., M. Ali and N. El-Hamadani**, 2014. New records for Longhorned beetles fauna of Iraq (Coleoptera: Cerambycidae). *Pakistan J. Zool.*, 46(1), 267-270.
77. **Pallas, P.**, 1773. Reise durch verschiedene Provinzen des Rußischen Reichs. Zweyter Theil, zweytes Buch vom Jahr 1771, St. Petersburg, 724.
78. **Paskalev, G.**, 1977. The significance of longhorn beetles. *Gorsko Stopanstvo*, 33(10), 52-54 (Bg).
79. **Pedersen, M., D. Barnes, E. Sorensen, G. Griffin, M. Nielson, R. Hill, F. Frosheiser, R. Sonoda, C. Hanson, O. Hunt, R. Peaden, J. Elgin, T. Devine, M. Anderson, B. Goplen, L. Elling and R. Howarth**, 1976. Effects of Low and High Saponin Selection in Alfalfa on Agronomic and Pest Resistance Traits and the Interrelationship of these Traits. *Crop Science*, 16(2), 193-199.
80. **Petkova, D. and E. Zhekova**, 2012. Forage and seed productivity in alfalfa, attacked by *Plagionotus floralis* Pall. (Coleoptera: Cerambycidae). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18(5), 708-712.
81. **Petkova, D., D. Djukic, I. Ivanova, D. Marinova and A. Ilieva**. 2005. Productive abilities of alfalfa germplasms and health status of their root system. *Izvestiya na Sayuza na Uchenite – Ruse*, 5(3), 126-130 (Bg).
82. **Pil, N. and D. Stojanović**, 2007. Second contribution to knowledge of Longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from mt. Fruška gora. *Acta Entomologica Serbica*, 12(1), 39-44.
83. **Pil, N. and M. Stanković**, 2006. Cerambycidae (Coleoptera) of the Zasavica special nature reserve (Serbia). *Acta Entomologica Serbica*, 11(1/2), 33-43.
84. **Pil, N.**, 2004/2005. Checklist of Longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from mt. Fruška gora. *Acta Entomologica Serbica*. 9/10(1/2), 105-110.

85. **Ponomarenko, D.**, 1940. Insects injuring the irrigated and unwatered Lucerne in the Region of the left Bank of the Volga and the adjoining Regions. *Bull. Plant. Prot.*, 1-2, 24-38.

86. **Ponomarenko, D.**, 1944. Simple Pest Control Measures on Seed Alfalfa. In: Doklady Vsesoyuznoi Akademii selsko-khozyaistvennykh Nauk im. V. I. Lenina, 9(5-6), 20-23 (Ru).

87. **Popov, V., S. Grigorov, M. Maкarov and D. Burov**, 1958. Determinant of harmful insects, Zemizdat, Sofia (Bg).

88. **Popova, V.**,. 1968. Entomofauna of alfalfa. ASB, Sofia (Bg).

89. **Sagalbekov, U., S. Memeshov, A. Ismailova and M. Altinbek**, 2017. Monitoring alfalfa pests and control measures in the Akmola region. Vladimirskii zemedelets, 1(79), 33-34 (Ru).

90. **Sakenin, H., N. Samin, S. Beitollahi, S. Ezzatpanah, M. Havaskary, J. Rastegar, A. Valizadeh and M. Shakouri**, 2011. A study on the longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from north-western Iran. *Calodema*, 143, 1-19.

91. **Sakharov, N.**, 1923. Report of the Entomological Department for the Years 1916-1923. *Trans. Saratov Agric. Expt. Sia.*, 2 (Ru).

92. **Sama, G., J. Buse, E. Orbach, A. L. L. Friedman, O. Rittner and V. Chikatunov**, 2010. A new catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of Israel with notes on their distribution and host plants. *Munis Entomology & Zoology*, 5(1), 1-55.

93. **Sama, G.**, 2008. Preliminary note on the Cerambycid fauna of North Africa with the description of new taxa (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae). *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna*, 27, 217-245.

94. **Sár, J. and G. Dudás**, 2002. Bogárközösségek (Coleoptera) vizsgálata pionir és rekultivált élőhelyen. *Natura Somogyiensis*, 3, 35-43 (Hu).

95. **Şenyüz, Y. and H. Özdikmen**, 2013. A contribution to the knowledge of Turkish longicorn beetles fauna (Coleoptera: Cerambycidae). *Munis Entomology & Zoology*, 8(2), 571-577.

96. **Serafim, R. and S. Maican**, 2008. Data on cerambycidae and chrysomelidae (Coleoptera: Chrysomeloidea) from Bucureşti and surroundings. *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 60, 387-416.

97. **Serafim, R.**, 1993. Contribution to the knowledge of cerambycid Coleoptera (Coleoptera, Cerambycidae) from the Danube Delta and Razelm lagoonal system (Romania). *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*. 33, 235-246.

98. **Steiner, S.**, 1999. Rote Liste der Bockkäfer Kärntens (Coleotera,Cerambycidae). *Naturschutz in Kärnten*, 15, 269-286 (De).

99. **Sutherland, O., R. Hutchins and W. Greenfield**, 1982. Effect of Lucerne saponins and *Lotus* condensed tannins on survival of grass grub, *Castelytra zealandica*. *New Zealand Journal of Zoology*, 9, 511-514.

100. **Talibov, T., P. Fatullaev and T. Pashaev**, 2017. Study of promising legumes in the conditions of the Nakhichevan Autonomous Republic of Azerbaijan. *Byulletin Nauki i Practiki*, 11, 119-125 (Ru).

101. **Tamer, A., M. Aydemir and A. Has**, 1997. Faunistic survey studies on harmful and beneficial insects on Lucerne and sainfoin in Ankara and Konya provinces. *Bitki Koruma Bülteni*, 37(3-4), 125-161.

102. **Tanasijevic, N.**, 1962. *Plagionotus floralis* Pall. an unknown pest of Lucerne in Yugoslavia. In: Verhandlungen 11th int. Kongr. Entomol., 2, 130-131.

103. **Tava, A. and M. Odoardi**, 1996. Saponins from *Medicago* spp.: Chemical characterization and biological activity against insects. Soponin Used in Food and Agriculture. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 405, 97-109.

104. **Tava, A., D. Forti and M. Odoardi**. 1992. Alfalfa saponins: Isolation, chemical characterization and biological activity against insects. In: Proceedings, Xth International Conference of the Eucarpia Medicago spp. Group, Lodi, Italy.
105. **Taxonomy**, 2013. http://de.taxonomy.e-science.ru/i.php?c=85623
106. **Topalov, P., D. Doychev, N. Simov, V. Sakalian and G. Georgiev**, 2014. New records of longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) in Vitosha mountain. *Forest Science*, 1/2, 95-102 (Bg).
107. **Toshova, T., D. Atanasova, M. Tóth and M. Subchev**, 2010. Seasonal activity of *Plagionotus (Echinocerus) floralis* (Pallas) (Coleoptera: Cerambycidae, Cerambycinae) adults in Bulgaria established by attractant baited fluorescent yellow funnel traps. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 45(2), 391-399.
108. **Toshova, T., D. Velchev, V. Abaev, P. Kalushkov, E. Orgovan, Z. Lohonyai., M. Toth and S. Koczor**, 2017. Nontarget Coleoptera species captured in coloured sticky traps in maize crops in Bulgaria. *Acta Zool. Bulg.*, Suppl. 9, 237-246.
109. **Ungureanu, V., S. Maican and R. Serafim**, 2008. Diversity of Coleopterans: Cerambycidae, Chrysomelidae, Coccinellidae from Buzău area (Romania). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle „Grigore Antipa"*, 60, 171-183.
110. **Vassiliev, E.**, 1914. First supplement to „The List of Animal Pests of Lucerne". *Agriculture*, 6, 189-193 (Ru).
111. **Yankulov, M.**, 1996. Principles and methods for genetic improvement and seed production of plants, ASB, Sofia, 211-212 (Bg).
112. **Yazdi-Samadi, B., M. Bagheri and H. Mazahery-Laghab**, 2004. Saponins in alfalfa and their relationships with alfalfa weevil resistance. In: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia.
113. **Zhekova, E. and D. Petkova**, 2010. Productivity of alfalfa germ plasms. New data about alfalfa root longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.). *Banat's Journal of Biotechnology*, I(1), 56-60.
114. **Zhekova, E. and I. Nikolova**, 2015. Insecticide products of different groups against *Plagionotus floralis* Pall. *Banats Journal of Biotechnology*, VI(12), 79-83.
115. **Zhekova, E.**, 2015. *Bracon* ssp. (Hymenoptera: Braconidae): Possibilities for biological control of *Plagionotus floralis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Cerambycidae). *Izvestiya na Sayuza na Uchenite – Ruse*, 7(3), 140-144 (Bg).
116. **Zhekova, E.**, 2017. Evaluation of alfalfa germplasms for productivity and tolerance to alfalfa root longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.: Coleoptera, Cerambycidae). *Rastenievadni Nauki/Bulgarian Journal of Crop Science*, 54(3), pp. 28-40 (Bg).
117. **Zhekova, E.**, 2018. Percentage of damaged alfalfa plants from the larvae of alfalfa longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.) depending on the age and distance between rows of crops. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21(6), 37-43.
118. **Zhekova, E.**, 2018. Sexual dimorphism and sex ratio of alfalfa longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.) (Coleoptera:Cerambycidae). *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 21(5), 73-83.
119. **Žikić, V., S. Stanković and M. Ilić**, 2012. Checklist of the genus *Bracon* (Hymenoptera: Braconidae) in Serbia. *Biologica Nyssana*, 3(1), 21-29.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (4), 122-135 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Проява на продуктивния потенциал на зимна рапица (*Brassica napus*) при различен срок на сеитба

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

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

Performance of Productive Potential of Winter Rape (*Brassica napus*) at Different Sowing Times

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

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

Original scientific paper

Received: 18.06.2019 *Accepted:* 30.07.2019 *Published:* 07.10.2019

РЕЗЮМЕ

Изследването е проведено в периода 2014-2017 година в опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик" - Русе. Опитът е заложен по блоковия метод в четири повторения, с големина на опитната парцела 10 m^2 и рандомизирано разположение на вариантите. Обект на проучване е зимния маслодаен хибрид рапица Jackson. Същият е засят в четири срока на сеитба, през равен интервал от време със еднаква сеитбена норма (6 kg ha^{-1}) при едни и същи почвообработващи предсеитбени мероприятия.

Стопанската продуктивност на семената е отчетена по следните показатели: добив на зърно, kg ha^{-1}; структурни елементи – височина на 1 растение, брой и маса на бобовете в 1 растение, брой и маса на семената в едно растение; съдържание на пластидни пигменти.

Целта на настоящото проучване е да се проучи влиянието на срока на сеитба върху продуктивността на зимната рапица хибрид Jackson.

SUMMARY

The study was carried out from 2014 to 2017 in the experimental field of IASS "Obraztsov Chiflik" - Rousse. The field experiment was a randomized block design with four replications and harvesting plot size 10 m^2. The object of the study was Jackson winter oilseed rape hybrid. It's the same sowing times, over an equal time intervals at with the same sowing rate (6 kg ha^{-1}) and at the same soil pre-sowing agrotechnics activities.

The economic seeds productivity by the following indicators was reported: grain yield, kg da^{-1}; structural elements - plant height, beans number and beans mass per plant, seeds number and seeds mass per plant; content of plastid pigments.

The aim of present study was the impact of sowing time on the productivity of Jackson winter oilseed rape hybrid to be investigated.

Установено е, че най-голяма роля при формирането на добива на семена от зимна рапица, оказва срока на сеитба, следван от условията на годината.

Ключови думи: зимна рапица, продуктивност, структурни елементи на добива, дати на сеитба, пластидни пигменти

It was found that sowing period had the strongest effect on seeds yield of winter rape, followed by the conditions of the year.

Key words: winter rape, productivity, structural elements of yield, sowing dates, plastid pigments

УВОД

Рапицата (*Brassica napus*) произлиза от Средиземноморието, но се отглежда масово при хладен и умерен климат в целия свят. Не е много претенциозно растение и расте добре при ниски температури. В нашата страна тя се отглежда предимно в Средна и Северна България, цъфти от 15 април до 10 май, поради тази причина се явява масов източник на прашец за пчелите.

Датата на сеитба на зимната рапица играе важна роля при протичането на фазите ѝ на развитие, но най-значително влияние оказва върху добива. В повечето случаи късните срокове на сеитба са причина за образуването на по-малко цветове (Ivanova et al., 1999).

Проведените многобройни проучвания в Украйна показват, че максимален добив 3200 kg ha^{-1} и масленост 47.27% са получени при сеитба в периода от 28.08 до 01.09. закъсняването на сеитбата с 5-10 дни води до снижаване на добива с 15 kg ha^{-1}, а на маслеността с 1.93% (Shelestov and Vdovichenko, 1985, 1991).

От изпитваните 4 сорта при дати на сеитба 7 - 27.09; 16 - 20.10; 13.11; 3.12 в Англия, най-висок добив от 6700 kg ha^{-1}, масленост 43.3% и брой семена в плода 26.4, са получени при сорт Джет Ньоф и дата на сеитба 13.11 (Jenkin and Leitch, 1986).

В отделни райони на Полша и Русия са залагани опити за изпитване и намиране на най-подходящия период на сеитба. Въз основа на получените резултати е стигнато да извода, че

INTRODUCTION

Rapeseed (*Brassica napus*) comes from the Mediterranean, but is grown massively in cool and temperate climates around the world. It is not a very pretentious plant and grows well at low temperatures. In our country, it is mainly grown in Central and Northern Bulgaria and flower from April 15 to May 10, because of which the rape is a main source of pollen for the bees.

The winter rape sowing time plays an important role in the development stages pass, but it has the most significant effect on the seeds yield. In the most cases the late sowing leads to the formation of fewer flowers (Ivanova et al., 1999).

Numerous studies in Ukraine were showed that maximum yield of 3200 kg ha^{-1} and oil content of 47,27% were obtained at sowing from 28 August to 01 September. The sowing delaying by 5 to 10 days results in decrease in yield by 15 kg ha^{-1} and in oil content by 1,93% (Shelestov and Vdovichenko, 1985, 1991).

Of the 4 varieties tested at sowing times 07 - 27.09; 16 - 20.10; 13.11; 3.12, in England, the highest yield of 6700 kg ha^{-1}, oil content of 43,3% and 26,4 seeds number per pod were obtained from the Jet Neof variety and sowing date 13.11 (Jenkin and Leitch, 1986).

In some regions of Poland and Russia, the field experiments were carried out to find the most suitable sowing period. Based on the results obtained, it is concluded that the optimal sowing time for оптималния срок за сеитба на зимна маслодайна рапица е първата половина на август (Moore and Cuy, 1997; Anderson and Bengtsson, 1992; Vos and Putten, 1997).

Опитите изведени в Института по фуражите в Плевен, потвърждават данните на други автори, че срокът на сеитба на зимна рапица влияе върху продължителността на вегетационния период и зимоустойчивостта. При сеитба на 20.08. периодът поникване – пълна зрялост на семената обхваща 306 дни, а при сеитба на 10.10. – 255. Най-висок добив семена в Северна България е получен при дата на сеитба на 10.09. – 4300 kg ha^{-1} (Stefanova, 1990).

За района на Русе, такива изследвания липсват, което определи целта на настоящото проучване – да се проучи влиянието на срока на сеитба върху продуктивността на зимната рапица хибрид Jackson.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е изведено в опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик" гр. Русе през периода 2014-2017 г., на площ от 5 da на излужен чернозем. Обект на изследването е зимна маслодайна рапица хибрид Jackson. Почвата се характеризира с добър калиев (33.17 mg $100g^{-1}$ почва), недостатъчен азотен (16.84 mg $100g^{-1}$ почва) и слаб фосфорен (6.15 mg 100 g^{-1} почва) хранителен фон. Почвена реакция (pH) е слабо кисела (в KCL 5.6 - 6.7, степен на наситеност с бази 89 - 92 %).

Рапицата е засята след предшественик полски грах сорт Русе 1, при торене с азот – 140 kg ha^{-1} а.в., фосфор – 80 kg ha^{-1} а.в. и калий – 40 kg ha^{-1} а.в. С основната обработка еднократно са внесени фосфора,калия и 30% от азота, а останалото количество е внесено през пролетта, след възобновяване на вегетацията на зимната рапица. Сеитбата на културата е извършена в четири дати (I дата – 22.08 – 26.08, II дата – 05.09 – 09.09, III дата – 19.09 – 23.09 и

winter oilseed rape is the first half of August (Moore and Cuy, 1997; Anderson and Bengtsson, 1992; Vos and Putten, 1997).

The experiments carried out at the Institute of Forage Crops in Pleven confirm the results of other authors that the sowing time of winter rape affects the growing season duration and winter hardiness. The germination - full seeds maturity period at sowing time 20 August spanned 306 days, and at sowing on 10 October – 255 days. In Northern Bulgaria the highest seed yield of 4300 kg ha^{-1} was obtained at sowing time 10 September (Stefanova, 1990).

There are such studies missing for Rousse region which determined the purpose of this study – to investigate the effect of sowing time on the productivity of Jackson winter rape hybrid.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in the experimental field of the Institute of Agiculture and Seed Science "Obraztsov chiflik" - Rousse in the period 2014-2017, on an area of 5 da on leached chernozem. The subject of the study is the winter oilseed rape hybrid Jackson. The soil is characterized by good potassium (33.17 mg $100g^{-1}$ soil), insufficient nitrogen (16.84 mg $100g^{-1}$ soil) and poor phosphorus (6.15 mg 100 g^{-1} soil) nutrative rate. The soil reaction (pH) is slightly acidic (in KCL 5.6 - 6.7, degree of saturation with bases 89 - 92%).

Rapeseed was sown after the pre-crop field peas Ruse 1 variety, with nitrogen application rates of 140 kg ha^{-1} a.s., phosphorus - 80 kg ha^{-1} a.s. and potassium - 40 kg ha^{-1} a.s. The phosphorus and potassium as well as 30% of nitrogen were applied once at basic tillage before sowing, and the rest of the nitrogen was imported in the spring, after the beginning of the winter rape growing season. The sowing of the crop was performed in four

IV дата – 03.10 – 07.10), като с първата дата е спазен оптималния за района срок (Popov et al., 1966). Периода на засяване оказва силно влияние върху развитието на растенията и настъпването на фаза розетка. От нея зависи в каква степен на закаленост растенията ще посрещнат зимата, а от там и процента на измръзване и повишаване на добива. Опитът е заложен през равен итервал от време – 15 дни, с еднаква сеитбена норма (6 kg ha^{-1}) при едни и същи почвообработващни операции – плитка оран на 20 cm, трикратно дисковане и предсеитбено и следсеитбено валиране.

Всеки опит е реализиран при четири схеми на сеитба по блоковия метод в четири повторения, с големина на реколтната парцела 10m^2 и рандомизирано разположение на вариантите. Борбата с плевелите и неприятелите е извеждана при необходимост с подходящи хербициди и инсектициди.

Прибирането на зимната рапица е извършено във фаза пълна зрялост, а продуктивността (kg ha^{-1}) е установена посредством биометричните показатели: височина на растенията (cm); брой и маса на бобовете в 1 растение (g); брой и маса на семената в 1 растение (g). За отчитането на биометричните показатели, от всяка парцела на изпитваните варианти са вземани по 20 растения, обработени и приравнени средно за 1 растение.

От свежи растителни проби е определено съдържанието на пластидни пигменти (хлорофил *a*, хлорофил *b* и каротиноиди) по метода на Zelenskii and Mogileva (1980). За целта са вземати растителни проби от всеки вариант, които се екстрахират с 80% ацетон и се филтруват с G-3 филтър. Те са определени със спектрофотометър Specol 11. Измерването е извършено при три дължини на вълната на светлинната, отговаряща на спектрите на поглъщане на съответните пигменти: хлорофил a = 663 nm; хлорофил

dates (I date - 22.08 - 26.08; II date - 05.09 - 09.09; III date - 19.09 - 23.09; IV date - 03.10 - 07.10), with the first date meeting the optimum timeframe for the area (Popov et al., 1966). The sowing period has a strong influence on the development of the plants and the onset of the rosette phase. It depends on the degree of hardiness of the plants to meet the winter, and from there the percentage of frost and increase in yield. The experiment was carried out at equal time intervals of 15 days, constant sowing rate (6 kg ha^{-1}) and at the same tillage operations – deep ploughing of 20 cm, three times disking and pre-sowing and post-sowing rolling.

Each experiment was set up at four sowing schemes in a randomized complete block design in four repetitions, at a plot size of 10 m^2. The weeds and pests controls were conducted with appropriate herbicides and insecticides.

The winter rape was harvested in a full maturity stage and productivity (kg ha^{-1}) was determined by the biometric indicators: plant height (cm); number and weight of pods per plant (g); number and weight of seeds per plant (g). To account the biometric indicators, 20 plants were taken from each plot of the variants tested and then manipulated and equalizeed to average for 1 plant.

For content of plastid pigments (chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids) determination samples of fresh mass (200 g) were taken (Zelenskii and Mogileva, 1980 For this purpose, plant samples of each variant are taken, which are extracted with 80% acetone and filtered with a G-3 filter. They were determined with Specol 11 spectrophotometer. The measurement was performed at three light wavelengths corresponding to the absorption maxima of each individual pigment: chlorophyll a = 663 nm; chlorophyll b = 644 nm; carotenoids b = 644 nm; каротеноиди (в) = 440 nm. Изчислени са съотношенията на пластидните пигменти – хлорофил *a*, хлорофил *b*, каротиноиди *c,* хлорофил *a:b* и (*a+b*):*c*.

Статистическата обработка на експерименталните данни е извършена по метода на дисперсионния анализ, а разликите между вариантите са установени чрез многоранговия тест на Дънкан, с помощта на програмния продукт SPSS 19.0 (Ganeva, 2016).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Климатът на нашата планета, в частност и климата на България, в началото на XXI век може да се определи като нестабилен, поради промените на основни негови характеристики. Периодът на изследване, 2014-2017 г., е различен в климатично отношение.

През годините на изследването валежите през месец август са недостатъчни и забавиха основните обработки на почвата, което след себе доведе и до забавяне на сеитбата на рапицата. Падналите валежи през месец октомври успяха да подобрят влагосъдържанието на почвата в повърхностните слоеве и осигуриха влага за нормалното протичане на началните фази от вегетацията на зимната рапица (Фигура 1).

През есенно-зимния период не се наблюдаваха екстремно ниски температури, а валежите са около или малко над нормата за района. 2016 година се характеризира екстремно ниските температури около -20 °C, които се задържаха продължително време. Падналия снеговалеж, успя да направи снежно легло, което предпази културата от измръзване. Метеорологичните условия през есента благоприятстваха развитието на рапицата, която успя да достигне фаза розетка.

Пролетта, средно за периода, се характеризира с валежи и температури около нормата. Валежите през април и май са по-високи от нормата за района, а температурната сума около нормата.

(c) = 440 nm. The ratios of plastid pigments - chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, carotenoids *c*, chlorophyll *a:b* and (*a+b*):*c* were calculated.

The statistical analysis of the experimental data was performed using the analysis of variance, and the differences between the variants were established by Duncan's multiple range test. The software product SPSS 19.0 was used (Ganeva, 2016).

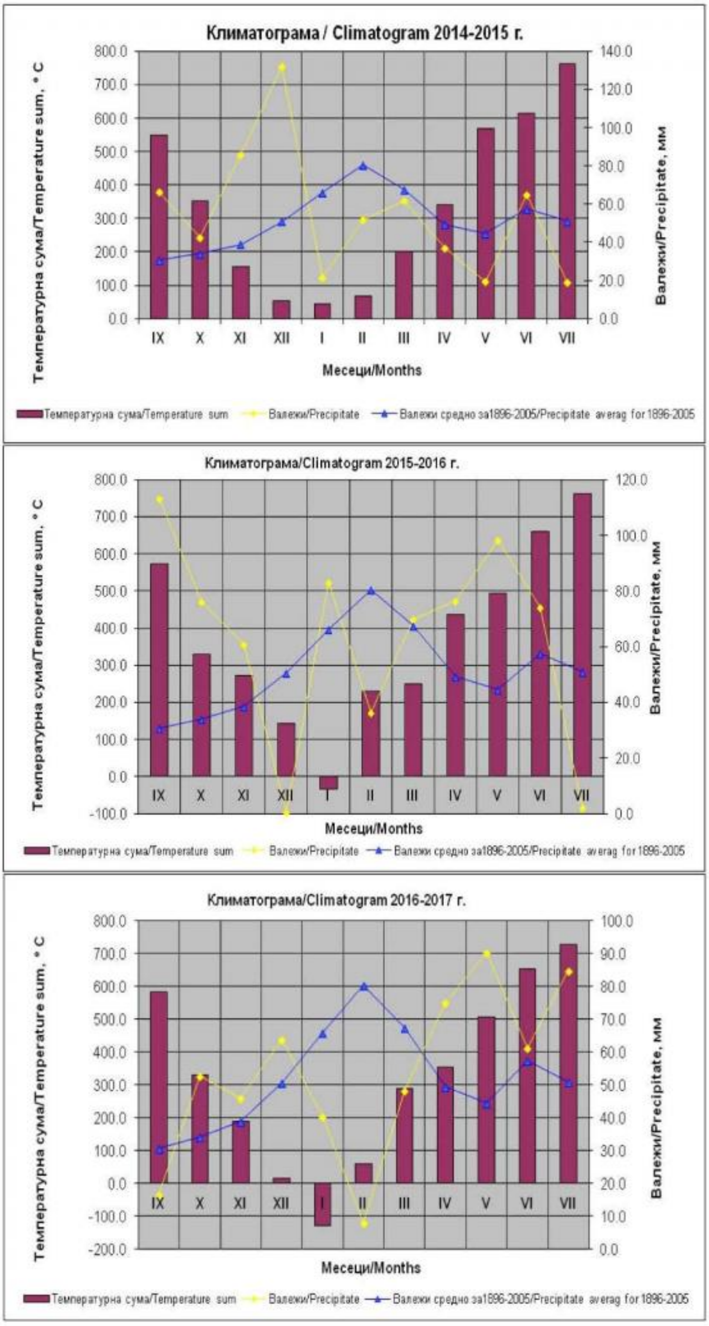
RESULTS AND DISCUSSION

The climate of the our planet, in particular the climate of Bulgaria, at the beginning of the 21st century can be described as unstable due to changes in its basic characteristics. The study period (from 2014 to 2017), was characterized with different climate.

During the years of study, the rainfall in August was insufficient and it led to delay of basic tillage, which in turn led to the sowing delay of rape. The rainfall in October contributed to improving the soil moisture content of the surface layers and provided moisture for the normal development of the initial stages of winter rape vegetation (Figure 1).

Extremely low temperatures were not observed during the autumn and winter and rainfall were close or slightly above the norm for the region. 2016 was characterized by extremely low temperatures around -20 °C, which were kept for a long time. The snowfall succeeded to make a snow bed, which protects the crop from frost. The meteorological conditions in the autumn favored the growth of rape and it was able to develop to the rosette stage.

The spring, average for the period, was characterized by amount of rainfall and temperatures around the norm. Rainfall in April and May were higher than the norm for the region and the temperature sum was close to the norm.



Фиг. 1. Климатична характеристика за периода 2014-2017 год.
Fig. 1. Climate characteristic for the period 2014-2017

През 2017 година, валежите в месеците май и април, бяха по-високи от тези на многогодишната норма. Липсата на валежи през втората половина на месеците юни и юли, позволи навременното прибиране на реколтата.

Данните от наблюденията показват, че периода на засяване оказва силно влияние върху развитието на растенията и настъпването на характерните фази.

Най-важен от всички етапи на развитие е фаза розетка, тъй като от нея зависи в каква степен на закаленост растенията ще посрещнат зимата, а от там и процента на измръзване и повишаване на добива.

Влиянието на срока на сеитба върху получените количества семена в зависимост от метеорологичните условия са представени в Таблица 1.

In 2017, the rainfall in May and April were higher than the long-term norm. The lack of rainfall in the second half of June and July allowed the harvest on time to be done.

Observation data showed that the sowing period had a strong influence on the plant development and the incoming of specific stages.

From all stages of development the most important is the rosette phase, since from that depends in what degree of tempering the plants will be in the beginning of the winter, and hence the percentage of frost and the yield increase.

Data regarding the impact of sowing time on the seeds quantities obtained depending on weather conditions are presented in Table 1.

Таблица 1. Сравнителен анализ на показателя добив, kg ha^{-1} на зимна рапица хибрид Jackson, средно за периода 2014-2017 г.
Table 1. Comparative analysis of yield index, kg ha^{-1} of winter rape hybrid Jackson, average for 2014-2017

№	Срок на сеитба Sowing ime	Добив семена Seeds yield, kg ha^{-1}	Метод на Дънкън Method of Duncan	Разлики Differences ± kg ha^{-1}	% спрямо контролата % vs. control
1	I дата (Контрола) I date (Control)	2094 $^{n.s.}$	a	-	100
2	II дата II date	2050 $^{n.s}$	a	-44	97,9
3	III дата III date	2386 $^{n.s}$	a	+292	113,9
4	IV дата IV date	2440 $^{n.s}$	a	+346	116,5

Легенда: *Доказаност при достоверност α=0.05; **доказаност при достоверност α=0.01; *** доказаност при достоверност α=0.001; n.s. - няма съществена разлика с контролата; Разликите между вариантите са статистически доказани при P<0.05, ако имат различни букви.

Legend: *Sufficient evidence for the reliability α=0.05; ** Sufficient evidence for the reliability α=0.01; *** Sufficient evidence for the reliability α=0.001; n.s. - had no significant differences with the control; Different letters indicate statistically significant differences among variants at P < 0.05.

Резултатите показват, че поради благоприятното съчетание на температура и влага в началните фази от развитието на зимната рапица добивът от семена е съществено по-висок в последната четвърта (IV) дата на сеитба – 2440 kg ha^{-1}, който превишава контролата с 346 kg ha^{-1} или с 16.5%.

The results showed that due to the favorable temperature and moisture in the initial stages of winter rape development, seed yield was significantly higher (2440 kg ha^{-1}) in the last fourth (IV) sowing date. The excess compared to the control was 346 kg ha^{-1} or 16.5%. Fewer amount of precipitation and the

По-малкото количество валежи и по-високите температури, в началните фази от развитието на рапицата при първите три дати на сеитба, са пред-поставка за реализирането на по-ниски добиви, в сравнение с четвъртата (IV) дата. Средно за периода, в първите три дати на сеитба е реализиран добив от 2050 kg ha^{-1} до 2386 kg ha^{-1}. Получените добиви, през годините и средно за периода нямат доказани разлики по отношение срока на сеитба.

Направеният двуфакторен дис-персионен анализ на структурните елементи на добива показва, че върху височината на растенията (η 90.7; η 66.4), броя на бобовете в 1 растение (η 99, η 99), масата на бобовете в 1 растение (η 85.7; η 87.5), броя на семената в 1 растение (η 100; η 99) и масата на семената в 1 растение (η 100; η 100) силно статистическо влия-ние оказват както годината със своите специфични метеорологични условия, така и срокът на сеитба (Таблица 2).

Комбинираният ефект на факто-рите – година и срок на сеитба е осо-бено силен върху показателите – брой на бобовете в 1 растение (η 98), маса-та на бобовете в 1 растение (η 100), броя на семената в 1 растение (η 100), масата на семената в 1 растение (η 99) и по-слаб но доказан върху показателя височина на растенията (η 50.8).

higher temperatures, in the initial stages of rape development at the first three sowing dates contributed to lower yields than this one at the fourth (IV) date. Average for the period in the first three sowing dates, the average yield ranged from 2050 kg ha^{-1} to 2386 kg ha^{-1}. There were not found significant differences in the yields obtained, over the years and average for the period regarding sowing times.

The two-factor analysis of variance of the yield structural elements showed that both the year with their specific meteorological conditions and the term sowing had a strong statistical impact on the plants height (η 90.7; η 66.4), the pods number per plant (η 99, η 99), the mass of pods per plant (η 85.7; η 87.5), the seeds number per plant (η 100; η 99) and the mass of seeds per plant (η 100; η 100) (Table 2).

The combined effect of the both factors year and sowing time was especially strong on the indicators pods number per plant (η 98), mass of pods per plant (η 100), seeds number per plant (η 100), mass of seeds per plant (η 99) and lower but statistically significant on plants height (η 50.8).

Таблица 2. Дисперсионен анализ на структурните елементи на добива от зимна рапица, средно за периода 2014-2017 г.

Table 2. Analysis of variance for yield components of winter rape, average for 2014-2017

Източник на вариране /Sourse of variation	Сума на квадратните отклонения Sum of Square					Средни квадрати Mean Square					Sig of F					Степени на влияние, % / Degree effect, % η^2				
	Височина на растенията / Pants height, cm	Брой бобове в 1 растение /Pods number per plant	Маса на бобовете в 1 растение/ Pods weight per plant, g	Брой семена в 1 растение / Seeds number per plant	Маса на семената в 1 растение/Seeds weight per plant, g	Височина на растенията / Pants height,, cm	Брой бобове в 1 растение /Pods number per plant	Маса на бобовете в 1 растение/ Pods weight per plant, g	Брой семена в 1 растение / Seeds number per plant t	Маса на семената в 1 растение/Seeds weight per plant, g	Височина на растенията / Pants height,, cm	Брой бобове в 1 растение /Pods number per plant	Маса на бобовете в 1 растение/ Pods weight per plant, g	Брой семена в 1 растение / Seeds number per plant t	Маса на семената в 1 растение/Seeds weight per plant, g	Височина на растенията / Pants height,, cm	Брой бобове в 1 растение /Pods number per plant	Маса на бобовете в 1 растение/ Pods weight per plant, g	Брой семена в 1 растение / Seeds number per plant t	Маса на семената в 1 растение/Seeds weight per plant, g
Година – A Year	35.39	27.34	3.00	12.25	5.66	1.48	0.68	0.33	0.58	0.47	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	90.7	100	85.7	100	100
Срок на сеитба – B Sowing time - V	7.16	19.05	3.50	12.58	2.66	0.30	0.46	0.32	0.59	0.18	0.01	0.00	0.76	0.00	0.00	66.4	100	87.5	100	100
A x B / A x V	3.75	4.92	0.00	0.00	0.00	0.14	0.29	-	-	-	0.35	0.00	-	-	-	50.8	100	0.00	100	100
Остатък Residual	3.63	0.00	0.50	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Стойностите на структурните елементи на добива, средно за периода, са представени в Таблица 3.

The average values of the yield structural elements for the study period are presented in Table 3.

Таблица 3. Влияние на биометричните показатели върху продуктивността на рапица хибрид JACKSON, средно за периода 2014-2017 г.
Table 3. Effect of biometrics indicators on the productivity of the JACKSON rape hybrid, averaged for 2014-2017

Срок на сеитба Sowing time	Височина растение, cm Plants height, cm	Брой бобове / растение Pods number per plant	Маса бобове / растение, g Pods weight per plant, g	Брой семена/ растение Seeds number per plant	Маса семена/ растение, g Seed weight per plant, g
I дата (Контрола) I date (Control)	127.4 n.s.	135.2 n.s	11.31 n.s	1093.2 n.s	5.02 n.s
II дата II date	128.8 n.s	148.2*	12.26 n.s	1257.6 n.s	8.50 n.s
III дата III date	128.2 n.s	130.6 n.s	11.27 n.s	1262.6 n.s	5.68 n.s
IV дата IV date	134.8*	139.2*	11.69 n.s	1200.4 n.s	5.67 n.s

Легенда: *Доказаност при достоверност α=0.05; **доказаност при достоверност α=0.01; *** доказаност при достоверност α=0.001; n.s. - няма съществена разлика с контролата.

Legend: *Sufficient evidence for the reliability α=0.05; ** Sufficient evidence for the reliability α=0.01; *** Sufficient evidence for the reliability α=0.001; n.s. - had no significant differences with the control.

Данните относно височина на растенията показват, че по-голямото количество на валежите, паднали в края на септември и началото на октомври допринесоха за нормално развитие на растенията и формирането на по-високи стъбла (134.8 cm) в четвърта (IV) последна дата на сеитба. В резултат на по-малкото количество валежи през първите три дати на сеитба се развиха от 6.0 cm до 7.4 cm по-ниски растения. В първата (I) дата на сеитба (контрола) растенията са с височина 127.4 cm, а при втората (II) и третата (III) дата отчетените стойности за показателя са съответно 128.8 cm и 128.2 cm. Резултатите от статистическия анализ сочат, че при четвърта (IV) последна дата на сеитба рапицата, статистически доказано при α=0.05, е формирала най-високи растения.

При показателя брой бобове от 1 растение, статистически доказана разлика (α=0.05) се отчита във втората (II) и четвъртата (IV) дата на сеитба, а в третата (III) дата техният брой е по-малък с 4.6 бр. Средно за периода

Data in respect plants height showed that higher amounts of rainfall at the end of September and in the beginning of October contributed to normal plant development, and higher stems formation (134.8 cm) at the last fourth (IV) sowing date.

As a result of less amounts of rainfall at the first three sowing dates from 6.0 cm to 7.4 cm shorter plants were developed. In the first (I) date of sowing (control) the plants were with a height of 127.4 cm and in the second (II) and third (III) date the values reported for the indicator were 128.8 cm and 128.2 cm, respectively. The statistical analysis results indicated that in the fourth (IV) last date of sowing, the rape formed significantly (α = 0.05) higher plants.

For the indicator pods number per plant, a statistically significant difference was reported in the second (II) and fourth (IV) sowing date (α=0.05). At the third (III) date, the rape plants had fewer pods per plant (4.6). The average pods number per броят на бобовете в 1 растение варира от 130.6 до 148.2 бр. Показателя маса на бобовете в 1 растение, кореспондира с показателя брой бобове от 1 растение. За останалите показатели разликите в отчетените стойности за четирите дати на сеитба не са статистически доказани.

Измененията в метеорологичните условия през годините на проучването са причина за формиране на семена с различен бройка и тегло. Най-ниски стойности на показателите брой и маса на семената от 1 растение са отчетени в първата (I) дата на сеитба (1093.2 бр. семена с маса 5.02 g), а най-високи във втората (II) (1257.6 бр. с маса 8.5 g) и третата (III) дата (1262.6 бр. с маса 5.68 g). Въпреки отчетените по-високи стойности, спрямо контролния вариант (I дата), няма статистическа доказаност на разилките между вариантите и контролата.

Листните пигменти - хлорофил *a*, хлорофил *b* и каротеноиди (*c)* са един от основните критерии за оценка на функционалната активност на фотосинтетичния апарат на растенията, чрез който се осъществява поглъщането на светлинните кванти и трансформирането на тяхната енергия в химическа.

Съдържанието на хлорофил *a* във фотосинтетичния апарат на изследваните растения, при датовото отглеждане на зимната рапица, се изменя от 0.092 mg g^{-1} до 0.114 mg g^{-1}. Съдържанието на хлорофил *b* варира в границите от 0.033 mg g^{-1} до 0.041 mg g^{-1}. Най-високи средни стойности на фотосинтетичните пигменти са установени във втората (II) и трета (III) дата на сеитба, а най-ниски нива са регистрирани в последната четвърта (IV) дата на сеитба (Таблица 4).

plant for the study period varied from 130.6 to 148.2. Data showed the pods weight per plant corresponded to the pods number per plant. In respect the other indicators there were not statistically significant differences for the values reported between the four sowing dates.

The weather conditions changes over the years of study were the reason for the formation of seeds with different numbers and weighs. The lowest values about the number and weight of seeds per plant were reported in the first (I) sowing date (1093.2 seeds number with weight of 5.02 g) and the highest in the second (II) (1257.6 seeds number with weight of 8.5 g) and a third (III) date (1262.6 seeds number with weight 5.68 g). Regardless of the higher values reported compared to the control variant (first date), there were no statistically significant differences between the variants and the control.

The foliar pigments - chlorophyll *a*, chlorophyll *b* and carotenoids (*c*) are one of the main criteria to evaluate the functional activity of plant photosynthetic apparatus through which the absorption of the light quantums and the transformation of their energy into a chemical one was carried out.

The content of chlorophyll *a* in the photosynthetic apparatus of the plants tested at rape cultivation at different sowing times varied from 0.092 mg g^{-1} to 0.114 mg g^{-1}. It was established the chlorophyll *b* content ranges from 0.033 mg g^{-1} to 0.041 mg g^{-1}. The highest average values of photosynthetic pigments were found in the second (II) and third (III) sowing dates, and the lowest levels in the last fourth (IV) sowing date were recorded (Table 4).

Таблица 4. Съдържание на пластидни пигменти (хлорофил a, b и каротиноиди – c) в листата на рапица хибрид Jackson, средно за периода 2014-2017 г. (mg g^{-1})

Table 4. Plastid pigments content (chlorophyll *a*, *b* and carotenoids - *c*) in leaves of Jackson rape hybrid, average for the period 2014-2017 (mg g^{-1})

Варианти / Variants	Съдържание на пластидни пигменти / Plastid pigments content, mg g^{-1}					
	a	*b*	*c*	*a:b*	*(a+b):c*	Общо / Total
I дата (Контрола)/ I date (Control)	0.114	0.040	0.140	2.85	1.10	0.294
II дата / II date	0.113	0.041	0.156	2.76	0.99	0.310
III дата / III date	0.105	0.041	0.155	2.56	0.94	0.301
IV дата / IV date	0.092	0.033	0.138	2.79	0.91	0.263

За степента за сформиране на фотосинтетичния апарат се съди и по съотношението на хлорофил *a* към хлорофил *b*. Това съотношение е свързано с активността на основния хлорофил *a*, който е индикатор на реакцията към силата на светлината, а също така е и ранен индикатор на стареенето. То е относително постоянна величина и се счита за генетично детерменирана (Petkova and Poryazov, 2007; Titova, 2010). Получените стойности за съотношението на хлорофил *a* към хлорофил *b,* варират в тесни граници от 2.56 за растенията отгледани при трета (III) дата на сеитба до 2.85 за тези при първа (I) дата на сеитба.

Съдържанието на каротеноиди в листата на рапичните растения, при различните дати на сеитба, варира в границите от 0.138 mg g^{-1} до 0.156 mg g^{-1}. Установените резултати за съотношението зелени/жълти пигменти (хлорофил *а+в*/каротеноиди *с*) показват, че с най-висока стойност се отличава растенията отгледани в първата (I) дата на сеитба (1.1 mg g^{-1}), а с най-ниски - растенията отгледани в четвъртата (IV), последна дата на сеитба (0.91 mg g^{-1}). По-ниската стойност на съотношението зелени/жълти пигменти се свързва с повишаване на защитата срещу фотоокисление на хлорофила (Koyama, 1991; Demming-Adams and Adams, 1996). Според тези автори, предотвратяване разрушаването на хлорофилните молекули под действието на активни кислородни форми, чието количество се увеличава в клетките при неблаго-

The degree of photosynthetic apparatus formation is determined by the chlorophyll *a* to chlorophyll *b* ratio. This ratio is related to the activity of the basic chlorophyll a, which is an indicator of the response to light intensity, and is also an early indicator of aging. It is relatively constant and is considered to be genetically determined (Petkova and Poryazov, 2007; Titova, 2010).

The values obtained for the chlorophyll *a* to chlorophyll *b* ratio varied in narrow range from 2.56 for plants grown in the third (III) sowing date to 2.85 for those in the first (I) sowing date.

The carotenoids content in the leaves of the rape plants varied from 0.138 mg g^{-1} to 0.156 mg g^{-1} at different sowing dates. The results found for the green/yellow pigments ratio (chlorophyll a+c/carotenoids) showed that the plants grown in the first (I) sowing date with the highest value (1.10 mg g^{-1}) were distinguished and with the lowest (0.91 mg g^{-1}) the plants grown in the fourth (IV), last sowing date. The lower value of the green/yellow pigments ratio is associated with protection increase against chlorophyll photooxidation (Koyama, 1991; Demming-Adams and Adams, 1996).

According to the authors, one of the most important functions of the carotenoids in the xanthophyll cycle is to prevent the destroying of chlorophyll molecules by the action of active oxygen forms, the приятни въздействия, е една от най-важните функции на каротеноидите в ксантофиловия цикъл.

amount of which in cells increases when unfavourable influences occur.

ИЗВОДИ

Изследвания агротехнически фактор - срок на сеитба в съчетание със специфичните метеорологични условия през годините на проучване има значително влияние върху структурните елементи и добив семена от зимна рапица сорт Jackson.

Най-високи стойности на добивните компоненти (височина на растенията, брой и маса на бобовете от 1 растение и брой и маса на семената от 1 растение) са получени при втората (II) дата на сеитба, през периода 05.09-09.09.

През периода на проучване (2014-2017) най-висок добив от 2440 kg ha^{-1} е реализиран при четвъртата (IV) дата на сеитба (03.10-07.10), а най-нисък - 2050 kg ha^{-1} при втората (II) дата на сеитба (05.09-09.09), който е с 2,1% по-малко от контролния вариант (2094 kg ha^{-1}).

Съдържанието на пластидни пигменти и при четирите дати на сеитба е с близки стойности и няма данни за преждевременно стареене, дължащо се на стресови фактори на околната среда.

За района на Русе, най-подходящото време за сеитба на зимна рапица е през периода 05.09-19.09.

CONCLUSIONS

The agrotechnic factor investigated - sowing time in combination with specific weather conditions during the years of study had a significant impact on the structural components and seed yield of Jackson winter rape hybrid.

The highest values of the yield components (plant height, number and mass of pods per plant and number and weight of seeds per plant) were obtained in the second (II) sowing date, 05-09 September.

During the study period (2014-2017), the highest yield (2440 kg ha^{-1}) was obtained in the fourth (IV) sowing date (03-07 October) and the lowest (2050 kg ha^{-1}) in the second (II) sowing date (05-09 September), which was 2.1% less compared to the control variant (2094 kg ha^{-1}).

The values of plastid pigments content at all four sowing dates were close and there was no established premature aging due to unfavorable environmental conditions.

For the region of Ruse, the most suitable time for a winter rape sowing is 05-19 September.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Anderson, B. and A. Bengtsson**, 1992. Influence of Row Spacing, Tractor, Hoeing and Herbicide Treatment on Weeds and Yield in Winter Oilseed Rape. *Swed Agronomy Research*, 22 (1), 19-27.
2. **Demming-Adams, B. and W. W. Adams**, 1996. Xanthophyll Cycle and Light Stress in Nature: Uniform Response to Excess Direct Sunlight among Higher Plant Species. *Planta*, 198, 460-470.
3. **Ganeva, Z.**, 2016. Discovering Statistics usIng IBM SPSS Statistics. Elestra, pp. 265-427 (Bg)
4. **Ivanova, R., Y. Angelov and V. Koprivlenski**, 1999. Rape. Growing Technology. Economy. Videnov & son, Sofia (Bg).
5. **Jenkin, P. and M. Leitch**, 1986. Effect of Sowing Date on the Growth and Yield of Winter Oil-seed Rape. *Journal Agriculture Sciences*, 107 (2), 405-420.

6. **Koyama, Y.**, 1991. Structure and Function of Carotenoids in Photosynthetic System. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 9, 265-280.
7. **Moore, N. and S. Cuy**, 1997. Agronomic Response of Winter Rapeseed to Rate and Date of Seeding. *Agronomy Journal*, 89 (3), 521-526.
8. **Petkova, V. and I. Poryazov**, 2007. Results from Application of Organic Regulator and Stimulator Humustim in Garden Bean and Brussels Cabbage. In.: Humustim – Gift of Nature (Ed. Sengalevich G. et al.), pp. 119-125 (Bg).
9. **Popov, A., K. Pavlov and P. Popov**, 1966. Plant Growing: Cereal Crops. vol. I, Zemzemat, Sofia, pp. 167-169 (Bg).
10. **Shelestov, Yu. and V. Vdovichenko**, 1985. Autumn Development and Productivity of Winter Rape of Different Sowing Terms. Perfect technology growing technology culture in the forest-steppe USSR, Kiev, pp. 99-102 (Ru).
11. **Shelestov, Yu. and V. Vdovichenko**, 1991. Agricultural Technology and Productivity of Winter Rape. *Technical Culture*, 5, 11-12 (Ru).
12. **Stefanova, A.**, 1990. Study of Some Biological Features and Agro-technical Requirements of Rapeseed for Feed and Seeds for Preven region. Abstract of a dissertation (Bg).
13. **Titova, M.**, 2010. Content of Photosynthetic Pigments in Needles of Picea Abies and Picea Koraiensis. *Journal of Taiga Station of DVO RAS*, 12 (118), 9-12 (Ru).
14. **Vos, J. and V. Putten**, 1997. Potential and Actual Growth and Nitrogen Accumulation in Relation to Sowing Date and Crop Species. *Plant and Soil*, 195, 299-309.
15. **Zelenskii, M. and G. Mogileva**, 1980. Comparative Evaluation of Photosynthetic Ability of Agricultural Crops by Photochemical Activity of Chloroplasts. VIR, Leningrad, pp. 36 (Ru).