Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (1), 56-82 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Селекционна оценка на образци от род *Festuca* по продуктивност на семена

Анелия Кътова*, Желязко Вълчинков

Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, България

Breeding Evaluation of Accessions from Genus *Festuca* by Seed Productivity

Aneliya Katova*, Zhelyazko Vulchinkov

Institute of Forage Crops, 5800 Pleven, Bulgaria
E-mail: katova@hotmail.com

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Целта на проучването е да се извърши селекционна оценка на образци власатки по продуктивност на семена и екологична стабилност. През периода 2017-2019 г. в Институт по фуражните култури - Плевен е проучена колекция от 10 образци власатки върху почвен тип излужен чернозем, при неполивни условия, по блоков метод, с индивидуално разположение на растенията, чрез разсад при разстояние 50/50cm. Всеки образец е представен от 25 растения. Индивидуалното прибиране на всеки образец е проведено при техническа зрялост на семената. Като основни критерии за отбор на елитни генотипове са използвани продуктивността на семена от растение (g) и елементите й: височина на генеративните стъбла, cm; брой генеративни стъбла (метлици), дължина на метлиците, cm; брой разклонения на метлица, брой класчета в метлица, продуктивност на семена от една метлица, g; масата на 1000 семена, g; и вариационен коефициент (CV, %). По методът на Francis & Kannenberg (1978) с параметри средна продуктивност на семена и среден

SUMMARY

The aim of the study is to evaluate seed productivity of accessions from genus *Festuca* and ecological stability. During the period 2017-2019, in Institute of Forage Crops - Pleven, a collection of genus *Festuca* was studied in field non-irrigated conditions on leached black soil, by block method, with a total of 10 accessions, individually arranged plants, by seedlings at a distance of 50/50 cm. Each accession is represented by 25 plants. Individual harvesting of each accession was performed at the time of the technical maturity of the seeds. Seed Productivity per plant (g) and its elements: height of generative stems, cm; number of generative stems (panicles), length of panicles, cm; branches number per panicle, spikelets number per panicle, seed productivity per panicle, g; weight of 1000 seeds, g; and variation coefficient (CV, %) were used as a major criterion in the selection of elite genotypes. Francis and Kannenberg (1978) method with average seed productivity parameters and average variation coefficient were applied for allocation of each accession exceed-ing the mean values for the collection in the вариационен коефициент са отбрани образци, превишаващи средните стойности за колекцията в трите последователни години. Резултатите от проведения йерархичен кластер анализ по метода на Ward (1963) показват добра съгласуваност на оценките, комбиниращи продуктивността и варирането с разпределението на генотиповете по модела на Francis и Kannenberg при образците за целия период на изследването. Установено е, че продуктивността на семена варира в зависимост от генотипа – вид, сорт, екотип, плоидно ниво и сезонни различия (години), както и от условията на отглеждане. С най-висока средногодишна и обща продуктивност на семена и екологична стабилност за трите години са образците: от тръстиковидна власатка сорт Албена и екотип ИРГР - Садово; от ливадна власатка селекционна популация Merifest T и от червена власатка екотип Равногор. Установени са силни положителни корелации между SP – продуктивност на семена от растение, и H – височина, cm; r=0,850, BN – брой разклонения на метлица r=0,769, SpN – брой класчета в метлица r=0,744 и PL – дължина на метлицата, *cm* r=0,785; SWP – продуктивност на семена от една метлица, g r=0,545 и TSW – маса на 1000 семна, g. r=0,677. Броят на генеративни стъбла е в слаба положителна корелация с продуктивността на семена от растение и слаба до средна отрицателна корелация с всички останали структурни елементи.

Ключови думи: тръстиковидна, ливадна и червена власатка; образци; продуктивност на семена; вариационен коефициент, кластерен анализ, корелационен анализ

three consecutive years. The results of the hierarchical cluster analysis performed by the Ward method showed good consistency of estimates combining productivity and variation with the distribution of genotypes by the Francis and Kannenberg model over the entire study period. It has been established that the seed productivity vary depending on the genotype – species, variety or ecotype, ploidy level and seasonal variations (by years), as well as growing conditions. The highest average annual seed productivity and stability for the three years was taken into account in the fescue accessions: from tall fescue – variety Albena and ecotype IRGR - Sadovo; meadow fescue – breeding population Merifest T and from red fescue – ecotype Ravnogor. Strong positive correlations were found between SP - seed productivity per plant, and H - height, cm; r = 0,850, BN - Number of branches per panicle r = 0,769, SpN - number of spikes in the panicle r = 0,744 and PL - Length of the panicle, cm r = 0,785; SWP - seed productivity per panicle, g r = 0,545 and TSW – weight per 1000 seeds, g. r = 0.677. The number of generative stems is weakly positively correlated with plant seed productivity and weakly to moderately negatively correlated with all other structural elements. The observed reliable correlations between the structural elements of seed yield in fescue samples create an opportunity for tandem selection.

Key words: tall, meadow and red fescue accessions, seed productivity, variation coefficient, cluster analyses, correlation analyses

УВОД

Добивът на семена е признак от голямо значение за фуражните и декоративните многогодишни житни треви и получава все по-голямо внимание, тъй като размножаването на семена е ико-

INTRODUCTION

Seed yield is a trait of major interest for forage and turf grass species and has received increasing attention since seed multiplication is economically relevant for novel grass cultivars to compete номически важно за новите сортове да са конкурентноспособни в търговската мрежа. Въпреки че, добивът на семена е сложен признак и се влияе от селскостопанските практики, както и от факторите на околната среда, признаците, свързани с производството на семена, разкриват значителна генетична вариабилност, предпоставка за подобряване чрез директен или индиректен отбор (Boelt and Studer, 2010). Добивът на семена се влияе от няколко компонента на добива и отразява взаимодействието между потенциала за добив на семена (напр. брой репродуктивни стъбла, брой класчета/цветчета на репродуктивно стъбло), използването на потенциала (напр. завръз на семена, маса на семената), и реализирането на потенциала за добив на семена, дефиниран като броя на цветчета, образуващи продаваеми семена. Реализирането на потенциала за добив на семена се влияе от задържането на семената и други характеристики, свързани със загубата на добив по време на процесите на прибиране на реколтата и след прибиране на реколтата. Това е в съгласие с проучване на Yamada et al. (2004), които са открили положителна зависимост между височината на растението, големината на стъблата, дължината на метлиците и броя на класчетата на метлица. Тези морфологични белези са показани като силно наследяеми (Elgersma, 1990; Yamada, 2004; Byrne, 2009). Marshall and Wilkins (2003) показват, че по-късно в полски парцели е потвърден положителен ефект върху добива на семена от два цикъла на фенотипна селекция върху индивидуални растения, отглеждани в оранжерия. Като цяло, устойчивата селекция за по-висок добив на семена трябва да е насочена към ефективно използване и реализиране на потенциала за добив на семена, а не към увеличаване на размера на репродуктивната система, което може да компрометира качеството на фуража и на чима. Производ-

commercially.

Although seed yield is a complex trait and affected by agricultural practices as well as environmental factors, traits related to seed production reveal considerable genetic variation, prerequisite for improvement by direct or indirect selection (Boelt and Studer, 2010).

Seed yield is affected by several yield components and reflects the interaction between the seed yield potential (e.g., number of reproductive tillers, number of spikelets/florets per reproductive tiller), the utilization of the potential (e.g., seed set, seed weight), and the realization of the seed yield potential defined as the number of florets forming a saleable seed.

The realization of the seed yield potential is affected by seed retention and other traits associated with yield loss during the harvest and post-harvest processes.

This is in agreement with a more recent study of Yamada et al. (2004), who found a positive correlation between plant height, tiller size, spike length, and the number of spikelets per spike.

These morphological traits have been shown to be highly heritable (Elgersma, 1990; Yamada, 2004; Byrne, 2009).

Marshall and Wilkins (2003) showed that a positive effect on seed yield of two cycles of phenotypic selection on individual plants grown in glasshouse was later confirmed in field plots.

Generally, sustainable breeding for higher seed yield should target efficient utilization and realization of the seed yield potential rather than an increase in size of the reproductive system which may compromise forage and turf quality.

Seed production is one of the important

ството на семена е една от важните стъпки в селекцията на растенията, след като търговската стойност на един сорт често се определя от капацитета му за добив на семена (Rognli, 2007; Rognli et al.,2010; 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 къси 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 извършена по отношение на добива на семената и компонентите на семената при фуражните треви. Следователно генетичните вариации и наследяемостта на признаците са големи (Rognli, 2007). Отборът за добив на семена трябва да бъде интегриран в програми за създаване на нови сортове (Elgersma, 1985, Duller et al., 2010).

Тръстиковидната власатка (*Festuca arundinacea* Schreb.) е основен и важен фуражен вид от тревите на хладния климат. Отглежда се за животновъдство в умерените региони на света (Majidi et al., 2009). Тъй като се развива на обеднели почви в пасищна среда (при едновременно възникващи многобройни натоварвания) (Belesky et al., 2010), тръстиковидната власатка играе важна роля за опазването на почвата в засушливи и полусухи райони. Тръстиковидната власатка също се използва широко като чимове в жилищни и търговски ландшафти. Независимо от това, малко проучвания са проведени по отношение на алгоритмите за добив на семена и ключовите му компоненти при тревите. Тази информация е от решаващо значение за посрещане на нуждите на търговското разпространение. Добивът на семена е количествен признак, влияе се до голяма степен от околната среда и по този начин има ниска наследяемост (Boelt и Gislum,

steps in plant breeding since the commercial value of a cultivar is often determined by its seed yield capacity (Rognli, 2007; Rognli et al., 2010; 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).

In general, little selection has been made with regard to seed yield and seed components in forage grasses. Therefore, genetic variation and heritability of traits are large (Rognli 2007). The selection for seed production must be integrated into breeding programs to create new varieties (Elgersma, 1985, Duller et al., 2010).

Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) is a primary and important cool-season forage grass species. It is grown for livestock production throughout the temperate regions of the world (Majidi et al., 2009). Because the grass thrives on impoverished soils in pastoral environments (under simultaneously occurring multiple stresses) (Belesky et al., 2010), tall fescue plays a significant role in soil conservation in arid and semi-arid regions. Tall fescue is also widely used as a cold-season turfgrass in residential and commercial landscapes. For turf-type tall fescue, previous research has focussed mainly on cultivation. Nevertheless, little research has been conducted regarding the algorithms of seed yield and its key components in grasses. This information is crucial to meet the demands of commercial propagation. Seed yield, a quantitative character, is largely influenced by the environment and thus has a low heritability (Boelt and Gislum, 2010; Wang et al., 2010).

2010; Wang et al., 2010).

Средният добив на семена от тръстиковидна власатка в САЩ варира от 550 до 1800 kg ha^{-1}. Добивът на семена скочи от 1210 на 1765 kg ha^{-1} в полета за семепроизводство в Орегон, САЩ, от 1994 до 2004 г. (Hopkins et al., 2007). Общо 118 948 тона фуражни и тревни типове тръстиковидна власатка семена са произведени от 70 650 ha през 2008 г. (http://cropandsoil.oregonstate.edu/seed-ext/FnF.html, 2009 г.). Увеличаването на производството на семена за тръстиковидна власатка в Европа е по-малко изразено главно, защото сортовете не могат да бъдат пуснати в търговска мрежа, преди те да бъдат включени в официална сортова листа, която сравнява новите сортове с наличните въз основа на агрономически характеристики. Икономическият добив на семена не играе (все още) важна роля в процеса на вземане на решения за утвърждаване на нови сортове. Тръстиковидната власатка се нуждае от една година, за да се установи, и не дава семена през първата година. След годината на установяване, тръстиковидната власатка произвежда семена за 2-3 години в зависимост от посева (Casler et al., 2008).

В Европа има малко публикувани материали за семепроизводството на ливадна власатка. Като цяло ливадната власатка се счита за добър производител на семена и доста лесна за отглеждане. В Саксония, една от основните европейски производствени площи, в периода 1998-2007 г. средните добиви на семена от ливадна власатка на обща площ от 1500-2500 ha варират между 660 и 950 kg ha^{-1} и са много сходни с тези на пасищен райграс (Schaerff, 2008). Средният добив на семена в Норвегия от сортовете 'Salten' и 'Fure' е от 541 и 672 kg ha^{-1}, съответно, за периода 1989-1996, докато средният добив на семена от ливадна властка в Дания е 906 kg ha^{-1}. Тези разлики вероятно са заради по-високия потен-

Average seed yield of tall fescue in the US varies from 550 to 1,800 kg ha^{-1}. Seed yield jumped from 1,210 to 1,765 kg ha^{-1} in commercial production fields in Oregon, USA, from 1994 to 2004 (Hopkins et al., 2007). A total of 118,948 tons of forage and turf-type tall fescue seed was produced from 70,650 ha in 2008 (http://cropandsoil.oregonstate.edu/seed-ext/FnF.html, 2009). The seed production increases for tall fescue in Europe are less spectacular mainly because cultivars cannot be released commercially before they have been listed on an official variety list that is comparing new cultivars with available ones based on agronomic characteristics.

Economic seed yield is not (yet) playing any important role in the decision making process to release new cultivars.

Tall fescue needs one year to establish, and does not produce seed in the first year. After the establishment year, tall fescue will produce seed for 2-3 years depending on the stand (Casler et al., 2008).

There are few published records of seed yields of meadow fescue in Europe. In general meadow fescue is considered a good seed producer and a quite easy crop to manage. In Saxony, one of the main European production areas, in the period 1998-2007, average saleable seed yields of meadow fescue on a total surface of 1500-2500 ha varied between 660 and 950 kg ha^{-1} and were very similar to those of perennial ryegrass (Schaerff, 2008). The average seed yields in Norway of cultivars 'Salten' and 'Fure' were 541 and 672 kg ha^{-1}, respectively, in the period 1989-1996, whereas average seed yield in Denmark was 906 kg ha^{-1}.

This difference is probably due to a higher seed yield potential of the main Danish циал на датския сорт, а не заради по-подходящи климатични условия за семепроизводство (Havstad, 1998). Като цяло, малко отбор е извършен по добив на семена и компонентите му при фуражните треви. Следователно генетичната вариация и наследствеността по тези признаци са големи (Rognli, 2007). Тъй като плодовитостта на метлицата е в голяма степен свързана с теглото на семената на метлица, тази характеристика може да се използва при селекция за добив на семена (Fang et al., 2004).

Добивът на семена при ливадната власатка се определя от стъблата завършващи с метлици, размера на метлиците, брой на фертилни цветчета и тегло на семената. При ливадната власатка образуването на репродуктивни стъбла започва в ранна есен преди годината за семепроизводство (Havstad et al., 2004).

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 (Peeters, 2004; Katova, 2008; 2019). Понастоящем нарастващото търсене на семена за чимова промишленост води до селекция за по-висок добив на семена (Huyghe, 2010, Katova, 2019). Базата данни на Европейския съюз за регистрираните сортове растения през 2014 г. включва 347 регистрирани сортове *F. rubra*. Добре е известно, че само генотипове с висока продуктивност на семена са подходящи за селекция на тревите (Stukonis et al., 2015).

Целта на проучването е да се извърши селекционна оценка на образци власатки по продуктивност на семена и елементите й, и екологична стабилност и се отберат на най-продуктивните и стабилни образци.

cultivar and not due to a more favourable climate for seed production (Havstad 1998). 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). Since panicle fertility is highly correlated with seed weight per panicle, this component trait could be used in selection for seed yield (Fang et al., 2004).

The seed yield of meadow fescue is determined by the number of panicle-bearing tillers, size of panicles, the number of fertile florets and seed weight. In meadow fescue, the formation of panicle-bearing tillers begins in early autumn prior to the seed harvest year (Havstad et al. 2004).

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 (Peeters, 2004, Katova, 2008; 2019). Increasing demand for seeds from turf industry currently is driving to carry out breeding based on higher seed yield (Huyghe, 2010; Katova, 2019).

The European Union database of registered plant varieties in 2014 included 347 registered cultivars of *F. rubra*. It is well known that only the genotypes with a high seed production are promising for grass breeding (Stukonis et al., 2015)

The aim of the study is to do breeding evaluation of fescue accessions by seed productivity and its elements and ecological stability and to select the most productive and stable accessions.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2017-2019 г. в Институт по фуражните култури - Плевен в полски опит е проучена колекция от 10 образци власатки (*Festuca* ssp.) върху почвен тип излужен чернозем, при неполивни условия, по блоков метод, вкючваща 4 сортове, 1 селекционна популация и 5 екотипове с произход от България, Румъния и Белгия (Таблица 1). По видов състав са 3 образци тръстиковидна (*Festuca arundinaceae* Schreb. – F.ar.) – хексаплоидни; 5 - червена (*Festuca rubra* L.- F.r.) - хексаплоидни и 2 - ливадна власатка (*Festuca pratensis* Huds.- F.pr.), в т.ч. 1 диплоид и 1 тетраплоид, с индивидуално разположение на растенията, чрез разсад при разстояние 50/50cm.

MATERIAL AND METHODS

During the period 2017-2019 at the Institute of Forage Crops - Pleven in field experiment a collection of 10 accessions of fescue (*Festuca* ssp.) was studied on soil type of leached chernozem, under no irrigation conditions, by block method, including 4 varieties, 1 breeding population and 5 ecotypes originating in Bulgaria, Romania and Belgium (Table 1). By species composition there are 3 accessions of tall (*Festuca arundinaceae* Schreb. - F.ar.) - hexaploid; 5 - red (*Festuca rubra* L. - F.r.) - hexaploid and 2 - meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds. - F.pr.), incl. 1 diploid and 1 tetraploid, with individually arranged plants, by seedlings at a distance of 50/50cm. Each accession is represented by 25 individual plants.

Таблица 1. Колекционен питомник с образци власатки
Table 1. Collection nursery with fescue accessions

Вид, Образец Species, Accession	Тип Type	Плоидност Ploidy	Произход Origin
F.ar. Albena	сорт variety	6n	BG
F.ar. Adela	сорт variety	6n	RO
F. ar. IRGR - Sadovo	екотип ecotype	6n	BG
F.pr. Transilvan	сорт variety	2n	RO
F.pr. Merifest T (F.pr.7)	селекц. популация breeding population	4n	BG-BE
F.r. Capriora	сорт variety	6n	RO
F.r. Ravnogor	екотип ecotype	6n	BG
F.r. Atoluka	екотип ecotype	6n	BG
F.r. 8_1	екотип ecotype	6n	BG
F.r. 8_2	екотип ecotype	6n	BG

Всеки образец е представен от 25 индивидуални растения. Данните за продуктивността на семена са характеризирани с: гранични стойности (min и max), средна аритметична (x), стандартно отклонение (SD) и коефициент на вариране (CV, %) по години, и общо средно за колекцията и по видове. Варирането се счита за слабо, средно или силно при стойности на CV, съответно: до 10%; >10-20%, и >20 % (Dimova and Marinkov, 1999). По методът на Francis & Kannenberg (1978) с параметри средна продуктивност на семена и среден вариационен коефициент са отбрани образци, превишаващи средните стойности за колекцията в

Seed productivity data are characterized by: limit values (min and max), arithmetic mean (x), standard deviation (SD) and coefficient of variation (CV,%) by years, and overall average for the collection and by species. The variation is considered to be weak, medium or strong at CV values, respectively: up to 10%; > 10-20%, and> 20% (Dimova and Marinkov, 1999).

According to the method of Francis & Kannenberg (1978) with parameters average seed productivity and average variance coefficient, accessions exceeding the average values for the collection in the three consecutive years were selected. As the main criterion for the трите последователни години. Като основен критерий при отбора на елитни генотипове са използвани средните аритметични стойности по продуктивност семена (g) и вариационен коефициент CV, %. Проведен е кластърен анализ по метода на Ward (1963) и се наблюдава еднопосочност на резултатите по двата метода на оценка. Ежегодно през вегетацията е извършено пролетно и есенно индивидуално подхранване на растенията с по 60 kg N ha^{-1} под формата на амониева селитра (NH_4NO_3).

Прибирането на семената е извършено ръчно, индивидуално със сърп, на всяко растение от образец, генеративните стъбла с метлиците са поставени в етикетирани пликове. След това са отчитани: продуктивност на семена от едно растение, g и елементите й: височина на генеративните стъбла, cm; брой генеративни стъбла (метлици), дължина на метлиците, cm; брой разклонения на метлица, брой класчета в метлица, продуктивност на семена от една метлица, g; масата на 1000 семена е отчетена на 2 успоредни проби за всеки образец, g. Метлиците са овършани, семената са почистени и претеглени. Отчетени са показателите за втора (2017 г.), трета (2018 г.) и четвърта (2019 г.) продуктивни години от създаването на колекцията. Статистическа обработка на данните (чрез Excel, при P=0,05) включва, вариационен, рангов и корелационен анализи. Чрез SPSS 25 компютърна програма е извършен и кластерен анализ (Lefkovich, 1985, 1990).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В Таблица 2 е представено ранжирано в низходящ ред разпределение по продуктивност на семена от едно растение на образци власатки за тригодишния период на изпитване. За 2017 г. са отчетени общо 7 генотипове със средна продуктивност на семена от 10,90 g и вариране от 79,42 %. Образците *IRGR-Sadovo* и *Albena* превишават средната продуктивност за го-

selection of elite genotypes, the arithmetic mean values of seed productivity (g) and variation coefficient (CV %), were used.

A cluster analysis was performed by the method of Ward (1963) and the unidirectionality of the results was observed by the two evaluation methods.

Annually, in spring and autumn, the plants are individually fertilized with 60 kg N ha-1 in the form of ammonium nitrate (NH4NO3).

Seed harvesting was done by hand individually using sickle, each plant per accession, reproductive (generative) stems with panicles were put in labeled bags. After that were counted: seed productivity per plant, g and its elements: height of generative stems, cm; number of generative stems (panicles), panicle length, cm; number of branches per panicle, spikelets number per panicle, seed productivity per panicle, g; weight of 1000 seeds obtained by two samples for each accession, g.

Panicles were threshed, seeds were cleaned and weighted. Measurements were obtained for characteristics for second (2017), third (2018) and fourth (2019) productive year from the collection establishment. Statistical data processing (via Excel, at P=0.05) includes variation, rank and correlation analyzes. A cluster analysis was also performed using the SPSS 25 computer program (Lefkovich, 1985, 1990).

RESULTS AND DISCUSSION

The Table 2 presents the lowest ranked degree of distribution of productivity of seeds per plant of fescue accessions for a three-year test period. In 2017, a total of 7 genotypes were found with an average seed productivity of 10.90 g and a variation of 79.42%.

The IRGR-Sadovo and Albena accessions exceeded the average productivity for the дината, а румънския сорт Adela я доближава (10,72 g). По отношение на варирането с най-голямо такова е румънския сорт *Transilvan*. Три образци от вида червена власатка екотипове Атолука, 8_1 и 8_2 не образуват генеративни стъбла и няма реколтирани семена през 2017 г.

През 2018 г. броят на отчетените образци е 10, като се отчита по-голяма обща средна продуктивност по измервания показател (16,14 g). със сравнително по-малко вариране (64,23%) спрямо предходната година. Образците с продуктивност на семена над средната са: *Albena*; *IRGR-Sadovo*; *Adela* и *Merifest T*. С най-високи стойности на вариране са екотип *IRGR-Sadovo и сорт Transilvan*.

През 2019 г. броят на отчетените образци е 8, като се отчита най-голяма обща средна продуктивност по измервания показател (21,22 g) със сравнително най-голямо вариране (87,07%). Пет образци превишават средната стойност по продуктивност на семена за колекцията IRGR - Sadovo, Albena, 8_1, Adela и *Merifest T*. Два образци от червена власатка, сорт Capriora и екотип 8_2 не образуват генеративни стъбла и няма реколтирани семена през 2019 г.

year, and the Romanian variety Adela approached it (10.72 g). In terms of variation, the Romanian variety Transilvan is the largest. Three accessions of red fescue ecotypes Atoluka, 8_1 and 8_2 do not form generative stems and no seeds were harvested in 2017.

In 2018, the number of reported accessions is 10, taking into account the higher total average productivity of the measured indicator (16.14 g), with relatively less variation (64.23%) compared to the previous year. Accessions with above-average seed productivity are: Albena; IRGR-Sadovo; Adela and Merifest T. The highest values of variation are the IRGR-Sadovo ecotype and the Transilvan variety.

In 2019, the number of reported accessions is 8, taking into account the highest total average productivity on the measured indicator (21.22 g) with relatively the largest variation (87.07%). Five accessions exceed the average seed productivity for the collection - IRGR-Sadovo, Albena, 8_1, Adela and Merifest T. Two specimens of red fescue, Capriora variety and ecotype 8_2 do not form generative stems and no seeds were harvested in 2019.

Таблица 2. Ранжиране по продуктивност на семена (ПС, g) от растение на образци власатки за периода 2017-2019 г. и вариационни коефициенти CV, %
Table 2. Ranking by seed productivity (SP, g) per plant of fescue accessions for 2017-2019 period and coefficients of variation CV, %

2017			2018			2019		
Образец Accession	**ПС, SP, g**	**CV, %**	**Образец Accession**	**ПС, SP, g**	**CV, %**	**Образец Accession**	**ПС, SP, g**	**CV, %**
IRGR - Sadovo	24,67	75,30	**Albena**	48,91	63,12	**IRGR - Sadovo**	41,15	75,67
Albena	23,48	79,95	**IRGR - Sadovo**	29,05	95,29	**Albena**	38,50	67,29
Adela	10,72	108,33	**Adela**	24,26	63,61	**8_1**	34,65	0,43
Transilvan	6,24	114,21	**Merifest T**	17,14	41,74	**Adela**	31,18	57,13
Ravnogor	4,13	63,56	8_2	13,80	44,93	**Merifest T**	27,20	43,13
Merifest T	3,84	79,64	Ravnogor	8,60	62,01	Atoluka	4,44	96,45
Capriora	3,20	77,51	Atoluka	8,17	65,07	Ravnogor	3,21	147,50
Atoluka			Transilvan	5,87	94,70	Transilvan	2,88	122,31
8_1			8_1	4,10	58,68	Capriora		
8_2			Capriora	1,55	53,13	8_2		
average	**10,90**	**79,42**	**average**	**16,14**	**64,23**	**average**	**21,22**	**87,07**
min	3,20	63,56	min	1,55	41,74	min	2,88	0,43
max	24,67	114,21	max	48,91	95,29	max	41,15	147,50
STDEV	8,66		STDEV	13,77		STDEV	15,91	
CV, %	79,42		CV, %	85,30		CV, %	75,00	

В Таблица 3 са представени средните стойности на продуктивност на семена по години, средно и общо за трите години на колекционни образци власатка. Ранжирането е на база обща продуктивност на семена за периода на проучването. Наблюдава се нараства-не на семенната продуктивност във всяка следваща година от втора (2017 г.) към четвърта (2019 г.).

По отношение на видовете: тръс-тиковидната власатка е с най-висока продуктивност на семена – общо за трите години средно 90,64 g на расте-ние, като сорт Албена е най-продук-тивен 110,90 g, следван от екотип ИРГР - Садово - 94,86 g.

Ливадна власатка заема междин-но положение – с общо средно 31,58 g на растение, като тетраплоидната се-лекционна популация *Merifest T* преви-шава тази стойност и е три пъти по-продуктивна на семена от румънския сорт Transilvan, който е диплоиден. Наблюдава се ефективното положител-но въздействие на индуцираната поли-плоидия върху продуктивността на семена (Katova, 2009).

При червената власатка общата за трите години средна стойност по продуктивност на семена е 17,17 g на растение, като екотип 8-1 и Равногор са най-продуктивни, но 8-1, не образува семена на втората продуктивна година. Отглеждането на червената власатка за семена оказва влияние върху нейната дълготрайност и се очертава значението на начина на изполване на тревостоя, като екотиповете Атолука, 8-1 и 8-2, нямат семена през 2017 г., а сорт Capriora и 8_2, необразуват семе-на през 2019 г. и загиват. Само екотип Ravnogor образува генеративни стъбла и има продуктивност на семена през трите отчетни години.

Спрямо общата средна стойност за колекцията 42,09 g на растение, 4 образци, в т. ч. 3 тръстиковидна вла-сатка Албена, ИРГР - Садово и Adela, и

Table 3 presents the average values of seed productivity by years, average and total for the three years of collection accessions of fescue. The ranking is based on the total seed productivity for the study period. There is an increase in seed productivity in each subsequent year from the second (2017) to the fourth (2019).

Regarding the species: tall fescue has the highest seed productivity - a total of 90.64 g per plant for the three years, as the variety Albena is the most productive 110.90 g, followed by the ecotype IRGR - Sadovo - 94.86 g

Meadow fescue occupies an intermediate position – with a total average of 31.58 g per plant, as the tetraploid breeding population Merifest T exceeds this value and is three times more productive in seeds than the Romanian variety Transilvan, which is diploid. The effective positive effect of induced polyploidy on seed productivity has been observed (Katova, 2009).

In red fescue, the total average seed productivity for the three years is 17.17 g per plant, with ecotype 8-1 and Ravnogor being the most productive, but 8-1, not forming seeds in the second productive year. The cultivation of red fescue for seeds has an impact on its longevity and the importance of the way the grassland is used is emerging, as the Atoluka, 8-1 and 8-2 ecotypes have no seeds in 2017, and the Capriora and 8_2 variety do not form seeds in 2019 and died. Only the Ravnogor ecotype forms generative stems and has seed productivity during the tree reporting years.

Compared to the total average value for the collection of 42.09 g per plant, 4 accessions, including 3 tall fescue Albena, IRGR - Sadovo and Adela, and 1

1 образец ливадна власатка Merifest T превишават тази стойност.

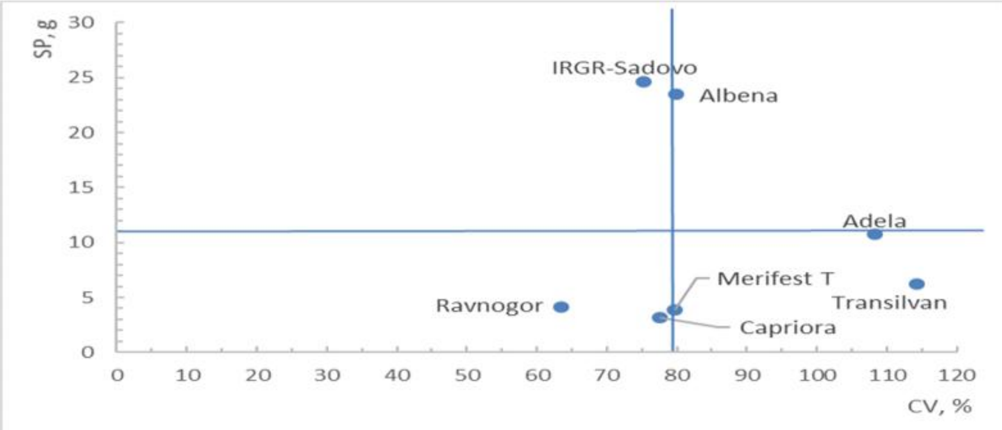
accession meadow fescue Merifest T exceed this value.

Таблица 3. Ранжиране по продуктивност на семена по години, средно и общо за периода на видове и образци, власатки
Table 3. Ranking by seed productivity in years, average and total for the period of fescue species and accessions

Образец Accession	Продуктивност на семена / Seed productivity (g/plant)					Ранг / Rank
	2017	2018	2019	average	**total**	
F. ar. Albena	23,48	48,91	38,50	36,97	110,90	1
F. ar. Adela	10,72	24,26	31,18	22,05	66,15	3
F. ar. IRGR - Sadovo	24,67	29,05	41,15	31,62	94,86	2
F.ar. average	**19,62**	**34,07**	**36,94**	**30,21**	**90,64**	
F. pr. Transilvan	6,24	5,87	2,88	5,00	14,99	7
F. pr. Merifest T	3,84	17,14	27,20	16,06	48,18	4
F.pr. average	**5,04**	**11,51**	**15,04**	**10,53**	**31,58**	
F. r. Capriora	3,20	1,55	-	2,38	4,75	10
F. r. Ravnogor	4,13	8,60	3,21	5,31	15,94	6
F. r. Atoluka	-	8,17	4,44	6,31	12,61	9
F. r. 8_1	-	4,10	34,65	12,92	38,75	5
F. r. 8_2	-	13,80	-	13,80	13,80	8
F. r. average	**3,67**	**7,24**	**14,10**	**9,01**	**17,17**	
Total average	**10,90**	**16,15**	**22,90**	**15,68**	**42,09**	
min	3,20	1,55	2,88	2,38	4,75	
max	24,67	48,91	41,15	36,97	110,90	
STDEV	8,39	13,62	14,79	11,28	35,33	
CV,%	77,03	84,34	64,56	71,94	83,92	
Confidence 0,01	6,84	11,09	12,04	9,19	28,77	

На Фигура 1 е показано разпределението по метода на Francis и Kannenberg (1978) на 7 образци власатки за 2017 г. В квадрантите с продуктивност на семена от едно растение над средната и вариабилност под средната попадат образците *IRGR-Sadovo* и *Albena*. Сорт *Adela* се намира на границата между трети и втори квадрант. Останалите образци се разпределят в нископродуктивните зони на трети и четвърти квадрант. Варирането вътре в популациите и между тях е силно CV,% от 63,56 до 114,56%.

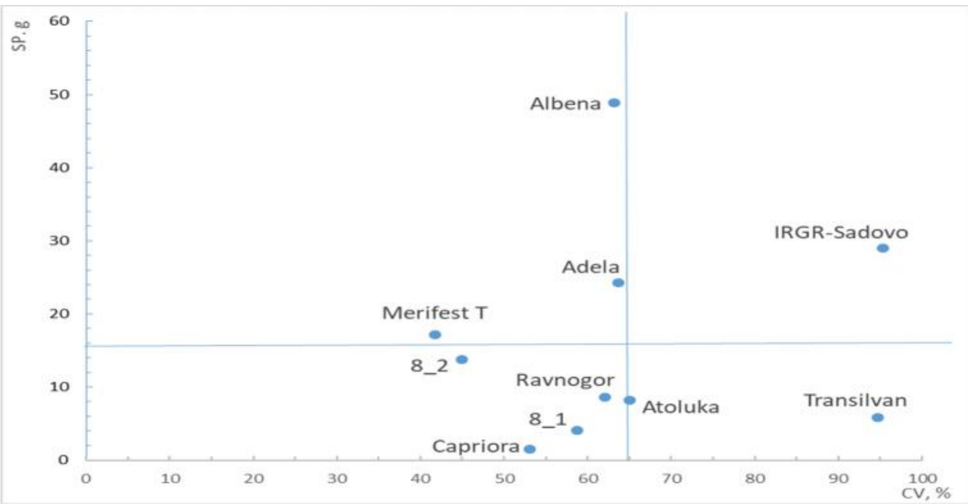
In Figure 1 shows the distribution by the method of Francis and Kannenberg (1978) of 7 fescue accessions for 2017. The quadrants with seed productivity per plant above the average and variability below the average include the accessions IRGR-Sadovo and Albena. The Adela variety is located on the border between the third and second quadrants. The remaining accessions are distributed in the low-yield zones of the third and fourth quadrants. The variation within and between populations is strong CV,% from 63.58 to 114.56%.



Фиг. 1. Разпределение / оценка по продуктивност на семена и екологична стабилност на образци власатки за 2017 г.
Fig. 1. Distribution / evaluation by seed productivity and ecological stability of fescue accessions in 2017

На Фигура 2 са показани 10 образци власатки и тяхното разпределение по Francis и Kannenberg за 2018 г. Във високопродуктивната зона попадат отново *Albena*,, *IRGR-Sadovo*, както и румънския сорт Adela и селекционната популация *Merifest T* в първи и втори квадрант. С най-ниска продуктивност и високо вариране са сорт *Transilvan* и екотип *Atoluka*, които попадат в трети квадрант.

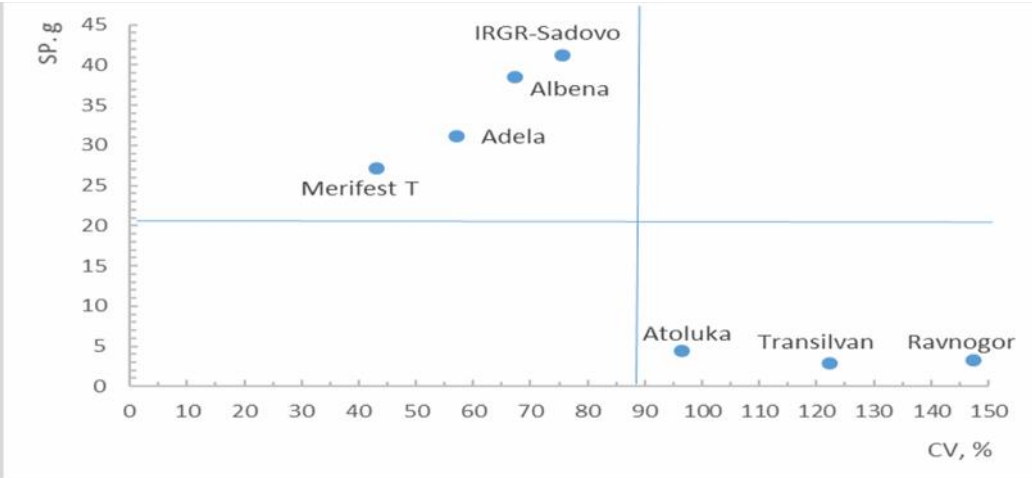
In Figure 2, 10 accessions of fescue and their distribution according to Francis and Kannenberg for 2018 are shown. Albena, IRGR-Sadovo, as well as the Romanian variety Adela and the breeding population Merifest T in the first and second quadrants fall into the highly productive zone. The lowest productivity and high variation are the Transilvan variety and the Atoluka ecotype, which fall into the third quadrant.



Фиг. 2. Разпределение / оценка по продуктивност на семена и екологична стабилност на образци власатки за 2018 г.
Fig. 2. Distribution / evaluation by seed productivity and ecological stability of fescue accessions in 2018

Фигура 3 показва разпределението на 7 образци *Festuca ssp.* по метода на *Francis* и *Kannenberg* за последната година на изследването (2019 г). Генотиповете се подреждат диагонално, като в първи най-желан квадрант попадат *IRGR-Sadovo*, *Albena*, *Adela* и *Merifest T*.

Figure 3 shows the distribution of 7 fescue accessions by the method of Frances and Kannenberg for the last year of the study (2019). The genotypes are arranged diagonally, with IRGR - Sadovo, Albena and Merifest T in the first most desired quadrant.

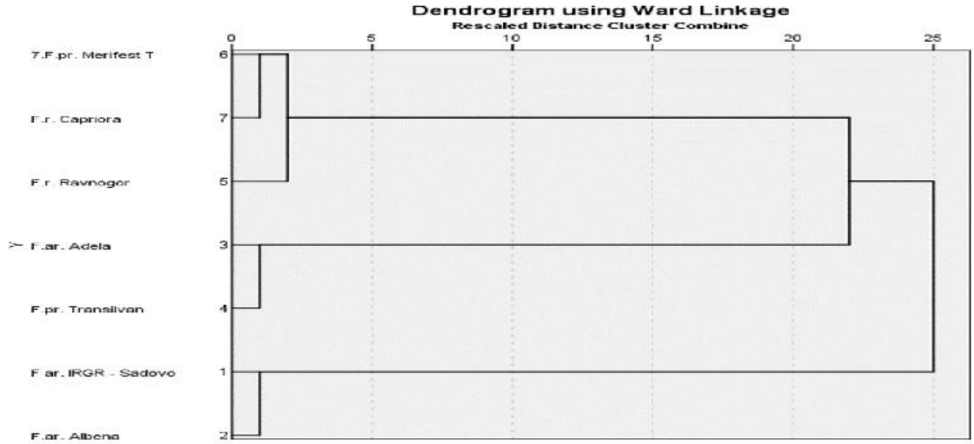


Фиг. 3. Разпределение / оценка по продуктивност на семена и екологична стабилност на образци власатки за 2019 г.
Fig. 3. Distribution / evaluation by seed productivity and ecological stability of fescue accessions in 2019

На Фигура 4 е изобразена дендрограма на кластерния анализ по метода на Ward на 7 образци власатки, комбиниращ продуктивност на семена от едно растение и вариране за 2017 г. Наблюдават се три ясно обособени кластера. В първия са *IRGR-Sadovo* и *Albena* с близко разстояние помежду си и най-голяма дистанция спрямо другите два. Те попадат в първи и втори квадрант по метода на разпределение на *Francis* и *Kannenberg* (1978), като трябва да се има предвид, че *Albena* е на границата между двата квадранта – Фигура 1.

Figure 4 shows a dendrogram of the Ward cluster analysis of 7 fescue accessions, combining seed productivity per plant and variation for 2017.

Tree clearly identified cluster are observed. In the first are IRGR-Sadovo and Albena with close distance to each other and the greatest from the other two. They fall into the first and second quadrants by the method of distribution of Frances and Kannenberg (1978), and it should be born in mind that Albena is on the border between the two quadrants – Figure 1.

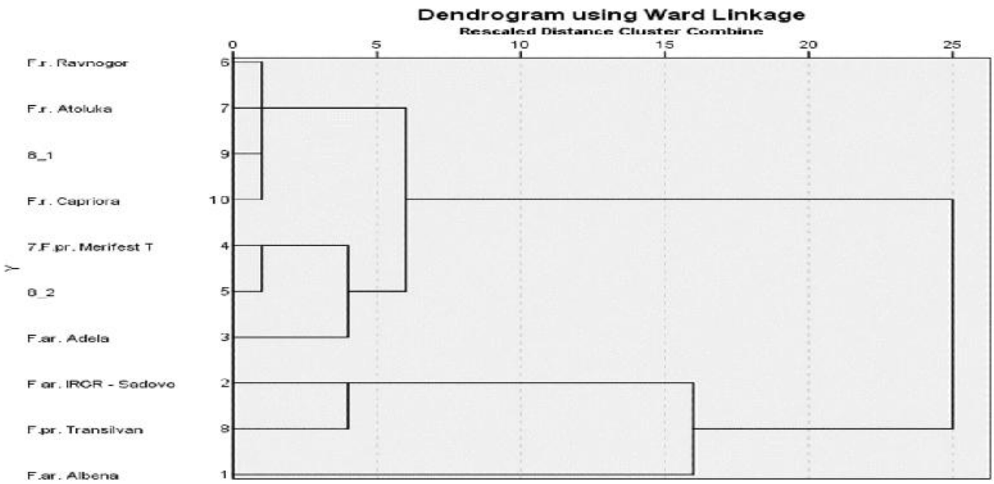


Фиг. 4. Кластер анализ на 7 образци власатки по отношение продуктивността на семена и вариране (CV, %) за 2017 г.

Fig. 4. Cluster analysis of 7 fescue accessions according seed productivity and coefficient of variation (CV, %) in 2017

В следващия кластер са румънския сорт *Adela* и екотип *Transilvan*. Те се разпределят в трети квадрант, който е най-нежелан за селекцията. Последният кластер обхваща *Merifest T*, *Capriora* и *Ravnogor*, които се разпределят в нископродуктивната зона на първи и четвърти квадрант. Наблюдава се сравнително добро съгласуване между двата метода при оценка на продуктивността и стабилността на генотиповете.

In the next cluster are the Romanian varieties Adela and Transilvan. They are divided into a third quadrant, which is the most undesirable for selection. The last cluster comprises Marifest T, Capriora and Ravnogor, which are distributed in the low –yield zone of the first and fourth quadrants. There is a relatively good agreement between the two methods in assessing the productivity and stability of genotypes.



Фиг. 5. Кластер анализ на 10 образци власатки по отношение продуктивността на семена и вариране (CV, %) за 2018 г.

Fig. 5. Cluster analysis of 10 fescue accessions according seed productivity and coefficient of variation (CV, %) in 2018

На Фигура 5 е показан кластер анализ на 10 образци *Festuca ssp*. за групиране по признаците продуктивност на семена от едно растение и тяхната вариабилност. Дендрограмата показва три основни кластера.

В първия кластер с най-близка дистанция са генотиповете: *Ravnogor*, *Atoluka*, *8_1* и *Capriora*. По разпределението на Фигура 2 те попадат в трети квадрант, като *Atoluka* е на границата с четвърти.

Втори кластер формират образците *Merifest T*, *8_2* и *Adela*, като последният образец е на дистанция от първите два. Тяхното разпределение на Фигура 2 е в първи (*Merifest T* и *Adela*) и трети квадрант (*8_2*), като пак се наблюдава дистанцията при Adela.

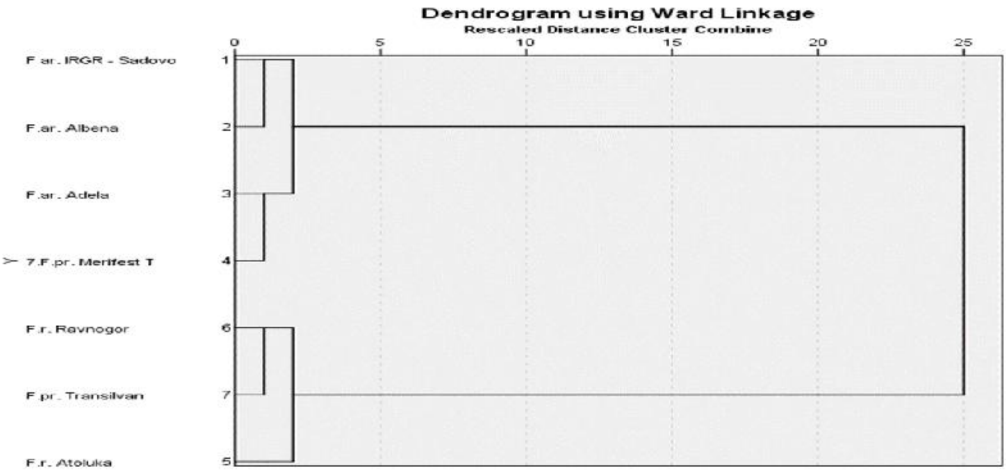
В трети кластер попадат останалите три генотипове *IRGR-Sadovo*, *Transilvan* и Albena. Те са разпределени във втори, четвърти и първи квадрант, съответно с което се обяснява голямата дистанция между тях и останалите кластери.

In Figure 5 shows a cluster analysis of 10 samples of Festuca ssp. to group by characteristics the productivity of seeds per plant and their variability. The dendrogram shows three main clusters.

In the first cluster with the closest distance are the genotypes: *Ravnogor*, *Atoluka*, *8_1* and *Capriora*. According to the distribution of Figure 2 they fall into the third quadrant, with Atoluka on the verge of fourth.

The second cluster is formed by the accessions Merifest T, 8_2 and Adela, as the last accession is at a distance from the first two. Their distribution in Figure 2 is in the first (Merifest T and Adela) and third quadrants (8_2), and again the distance is observed in Adela.

The third cluster includes the other three genotypes IRGR-Sadovo, Transilvan and Albena. They are divided in second, fourth and first quadrants, respectively, which explains the large distance between them and the other clusters.



Фиг. 6. Кластер анализ на 7 образци власатки по отношение продуктивността на семена и вариране (CV, %) за 2019 г.

Fig. 6. Cluster analysis of 7 fescue accessions according seed productivity and coefficient of variation (CV, %) in 2019

Фигура 6 показва кластер анализ на седем образци власатки по отношение продуктивността на семена

Figure 6 shows a cluster analysis of seven fescue accessions in terms of seed productivity and variation for 2019. The и тяхното вариране за 2019 г. Дендрограмата формира два много ясно обособени кластера. В първия клас-тер се включват *IRGR-Sadovo*, *Albena*, *Adela* и *7.F.pr. Merifest T*. Всички те са високопродуктивни с относително ниско вариране и съответстват на първи квад-рант по разпределението на Фигура 3.

Останалите три образци (*Ravnogor*, *Transilvan* и *Atoluka*) образуват втори кластер на нископродуктивни и високо-вариабилни – трети квадрант по раз-пределението на Francis и Kannenberg (1978) на Фигура 3. Анализът на генотиповете през 2019 г. е пример за добър синхрон в техните оценки по двата метода.

Tomov (1981) дава кратки харак-теристики по видове на структурните елементи на добива при семепроиз-водство на власатките. Тръстиковидна-та власатка е дълготрайна високорас-тяща житна трева. Метлиците са 18-24 до 30 cm дълги. Долните разклонения на метлицата са двойни, по-късото от тях носи 5-8, а по дългото до 15 клас-чета. М 1000 семена е 2,0-2,6 g. Сред-ният добив на семена е 25-44 до 80-100 kg da^{-1}. Семената са устойчиви на орон-ване. Ливадната власатка е високорас-тяща и образува два типа издънки – скъсени - вегетативни и генеративни. Генеративните достигат да височина 115 cm, с вариране между 40 и 115 cm. Съцветието е метлица с дължина 15-20 cm. Долното разклонение е единично, а когато е двойно, по-късото е с 1-2, а по-дългото с 4-5 класчета. М 1000 семена е 1,6-1,8 до 2,2g. Семената узряват равномерно, но лесно окапват. Сред-ният добив на семена е 35-50 до 80-100 kg da^{-1}. Червената власатка е дълго-трайна пасищна трева. Генеративните стъбла са правостоящи или наклонени, гладки, тънки, малко облистени, високи 30-40 и до 60-80 cm. Съцветието е рехава, често едностранна метлица с дължина 9-12 cm. М на 1000 семена е 1,0-1,3 g. Средният добив на семена е 30-50 до 80-100 kg da^{-1}.

dendrogram forms two very clearly separated clusters. The first cluster includes IRGR-Sadovo, Albena, Adela and 7.F.pr. Merifest T. All of them are highly productive with relatively low variation and correspond to the first quadrant in the distribution of Figure 3.

The other three accessions (Ravnogor, Transilvan and Atoluka) form a second cluster of low-yielding and highly variable - a third quadrant according to the distribution of Francis and Kannenberg (1978) in Figure 3. The analysis of genotypes in 2019 is an example of good synchrony in their assessments by both methods.

Tomov (1981) made short characterizations by species for structural elements of the seed yield of different fescue. Tall fescue is the long-living tall grass.

The panicles are 18-24 to 30 cm long. Draw branches of the panicle with double, shorter than those that carry 5-8, and longer up to 15 spikelets. TSW is 2.0-2.6 g. Average seed yield is 25-44 to 80-100 kg da^{-1}. The seeds are resistant to rot. Meadow fescue is tall and forms two types of shoots - truncated - vegetative and generative. The generative ones reach a height of 150 cm, varying between 40 and 115 cm. The inflorescence is a panicle with a length of 15-20 cm. The lower branch is single, and when it is double, the shorter branch is 1-2, and the longer branch is 4-5 grades. TSW is 1.6-1.8 to 2.2g. The seeds ripen evenly, but easily fall. The average seed yield is 35-50 to 80-100 kg da^{-1}. Red fescue is a long-lasting grass. The generative stems are erect or sloping, smooth, thin, slightly leafy, 30-40 cm high and up to 60-80 cm high. The inflorescence is a loose, often unilateral 9-12 cm long panicle. TSW is 1.0-1.3 g. The average seed yield is 30-50 to 80-100 kg da^{-1}.

В проучване на Katova, (2019) при клонове червена власатка с най-висока продуктивност на семена средногодишно се отчита при през 2015 г. с максимална стойност 40,17 g за клон 28. Средните стойности за продуктивност на семена за 2015 г. (14,83 g) 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. Отбрани са генотипове (клонове) червена власатка с по-висока продуктивност на семена от средногодишната стойност за поликросите.

В Таблици 4, 5 и 6 са резултатите от структурните елементи на продуктивността на семена на трите вида власатки, като височините на растенията, дължината на метлиците и масата на 1000 семена са в унисон с горепосочените стойности. Cougnon (2013) при проучване на тръстиковидна власатка, индивидуални растения – клонове в поликрос, съобщава, че продуктивността на семена е от 3,4 до 19,6 g, а масата на 1000 семена е 2,36-3,68g.

За ливадна власатка Mäkelä and Kousa (2009) съобщават за маса на 1000 семена стойности от 1,96-2,10g, Vynke, (1981) – 1,33-2,85 g, Luchinskii and Prijukov (1973) – много близки до тези 1,90-2,40g, а за червена власатка – маса на 1000 семена – 0,78-1,42g

На Таблица 4 са показани 7 структурни елемента на продуктивността на семена при образци власатки за 2017 г. С най-високо вариране от CV=79,42 % е продуктивността на семена от едно растение (g), следвано от продуктивността на семена от една метлица (g) със 74,16% и брой генеративни стъбла с 52,84%. Останалите структурни елементи са с вариране от 21,37% до 36,55%.

На Таблица 5 са представени 8 структурни елемента на семенната продуктивност при 10 образци власатки за 2018 г. Стойностите на вариране за 7 показатели са по-големи спрямо предходната година, като то е най-голямо при: продуктивността на семена

In the study of Katova, (2019) according red fescue clones, 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. 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. Red fescue genotypes (clones) were selected with a higher seed yield than the average annual polycross value.

Tables 4, 5 and 6 show the results of the structural elements of seed productivity of the three species of fescue, as the plant heights, the length of the panicles and the weight of 1000 seeds are in unison with the above values. Cougnon (2013) in a study of tall fescue, individual plants - clones in polycross, reported that the productivity of seeds is from 3.4 to 19.6 g, and the weight per 1000 seeds is 2.36-3.68 g.

For meadow fescue Mäkelä and Kousa (2009) reported values per 1000 seeds of 1.96-2.10 g, Vynke, (1981) - 1.33-2.85 g, Luchinskii and Prijukov (1973) - very close to these 1.90-2.40g, and for red fescue - weight per 1000 seeds - 0.78-1.42g

On the Table 4 shows 7 structural elements of seed productivity in fescue accessions for 2017. With the highest variation of CV = 79.42% is the seed productivity per plant (g), followed by the productivity of seeds per panicle (g) by 74.16% and the number of generative stems by 52.84%. The other structural elements vary from 21.37% to 36.55%.

On the Table 5 presents 8 structural elements of seed productivity in 10 accessions of fescue for 2018. The values of variation for 7 indicators are higher compared to the previous year, and it is the highest in: seed productivity per panicle (g) – 97.22%, followed by the от една метлица (g) – 97,22%, следвано от продуктивността от едно растение (g) – 85,30% и масата на 1000 семена (g) – 68,71 %. Дължината на метлицата (cm) и броя на класчетата показват относително по-слабо вариране спрямо 2017 г.

productivity per plant (g) - 85.30% and the weight of 1000 seeds (g) - 68.71%.

The length of the panicle (cm) and the number of spikelets show relatively less variation compared to 2017.

Таблица 4. Структурни елементи на продуктивността на семена при образци власатки за 2017 г.
Table 4. Structural elements of the seed productivity of fescue accessions in 2017

Образец Accession	Височина Height, cm	Брой генерат. стъбла, метлици, Panicle number	Продуктивност на семена, g/p-e Seed productivity g/plant	Разклонения на метлиците Panicle branches	Дължина на метлица Panicle length ,cm	Брой класчета / метлица spikletes number/ panicle	Семена / метлица Seeds / panicle, g
Albena	113,83	36,58	23,48	16,36	21,68	58,84	0,43
Adela	122,29	18,24	10,72	21,40	27,76	113,80	0,62
IRGR-Sadovo	119,94	51,06	24,67	21,32	25,32	61,56	0,57
Transilvan	94,62	28,52	6,24	17,08	20,43	44,04	0,18
Capriora	81,25	25,50	3,20	17,24	21,13	44,76	0,13
Ravnogor	59,09	66,64	4,13	12,84	9,64	36,60	0,06
Atoluka	-	-	-	30,00	7,80	79,00	0,01
Merifest T	103,72	10,88	3,84	14,92	20,05	66,12	0,37
average	**99,25**	**33,92**	**10,90**	**18,90**	**19,23**	**63,09**	**0,30**
min	59,09	10,88	3,20	12,84	7,80	36,60	0,01
max	122,29	66,64	24,67	30,00	27,76	113,80	0,62
STDEV	21,21	17,92	8,66	5,00	6,56	23,06	0,22
CV,%	**21,37**	**52,84**	**79,42**	**26,49**	**34,11**	**36,55**	**74,16**

При проучване на продуктивността на семената при тръстиковидна и ливадна власатки (2015-2017 г.) и нейните елементи: брой генеративни стъбла, височина (cm), брой класчета в метлица, тегло на семената (g) е установено, че най-голямо значение за продуктивността на семената има броят на генеративните стъбла, респективно метлици. Установено е средно до силно вариране по признака брой генеративни стъбла, респективно метлици за всички години – CV от 13.84% до 77.74%. Височината на растенията варира по години от слабо до силно – CV от 2.14% до 24.03% и не оказва влияние върху продуктивността на семена. Броят на класчетата в метлицата варира от слабо до силно – CV от 3.67% до 21.93% в зависимост от годината, като най-високите стойности са за 2017 г. Дължината на метлицата варира от слабо до силно – CV от

The productivity of seeds and its elements has been studied for tall and meadow fescue: number of generative stems, height (cm), number of spikelets in the panicle, weight of seeds (g). Most important for seed productivity is the number of generative stems, respectively panicles at crosses of both types. Medium to strong variations were found on the number of generative stems, respectively panicles for all years - CV from 13.84% to 77.74. The height of the plants varies from weak to strong - CV from 2.14% to 24.03% and does not affect seed productivity. The number of spikelets in the panicle varies from weak to strong - CV from 3.67% to 21.93% depending on the year, with the highest values for 2017. The length of the panicle varies from weak to strong - CV from 3.50% to 24.79% in depending on the genotype and the year, as the higher values for the coefficients of variation are for 2017.

3.50% до 24.79% в зависимост от генотипа и годината (Katova, 2018).

В Таблица 6 са представени 8 структурни елемента на семенната продуктивност при 8 образци власатки за 2019 г. Най-силно вариращи са продуктивността на семена от една метлица (*g*) със CV=74,99%; масата на 1000 семена (*g*) – 72,60%; броя на стъблата – 71,52% и продуктивността на семна от едно растение (*g*) с 67,84%. Останалите признаци са с вариране от 23,64% до 38,56%.

(Katova, 2018).

In the table 6 presents 8 structural elements of seed productivity in 8 accessions of fescue for 2019. The most varied are the productivity of seeds per panicle (g) with CV=74.99%; the weight of 1000 seeds (g) – 72.60%; the number of stems – 71.52% and the productivity of seeds per plant (g) by 67.84%. The other traits vary from 23.64% to 38.56%.

Таблица 5. Структурни елементи на продуктивността на семена при образци власатки за 2018 г.
Table 5. Structural elements of the seed productivity of fescue accessions in 2018

Образец Accession	Височина, Height, cm	Брой метлици Panicle number	Продуктив. на семена, g/p-e Seed productivity g/plant	Разклон. на метлиците Panicle branches	Дължина на метлица Panicle length ,cm	Брой класчета / метлица spiklets number / panicle	Семена / метлица Seeds / panicle, g	Маса на 1000 семена TSW, g
Albena	113,92	155,62	48,91	18,28	20,56	46,76	0,04	2,90
Adela	114,71	112,00	24,26	21,72	24,41	63,92	0,07	1,85
IRGR - Sadovo	111,50	146,63	29,05	19,72	20,04	47,56	0,03	2,25
Transilvan	75,50	30,33	5,87	21,16	21,86	41,56	0,14	2,10
Capriora	58,20	39,60	1,55	13,48	15,37	49,12	0,02	1,00
Ravnogor	48,82	263,64	8,60	11,56	9,94	34,04	0,00	0,40
Atoluka	55,00	308,80	8,17	12,04	10,02	26,60	0,00	0,25
Merifest T	108,44	87,24	17,14	18,60	21,07	53,68	0,09	2,65
8_1	57,75	97,00	4,10	13,88	13,36	34,92	0,01	0,87
8_2	44,00	155,00	13,80	41,68	14,89	76,04	0,02	0,08
average	**78,78**	**139,59**	**16,14**	**19,21**	**17,15**	**47,42**	**0,04**	**1,44**
min	44,00	30,33	1,55	11,56	9,94	26,60	0,00	0,08
max	114,71	308,80	48,91	41,68	24,41	76,04	0,14	2,90
STDEV	28,33	84,74	13,77	8,29	4,86	13,92	0,04	0,99
CV,%	**35,96**	**60,71**	**85,30**	**43,16**	**28,31**	**29,35**	**97,22**	**68,71**

За периода на цялото изследване признаците височина на растенията (cm) и броя на разклоненията на метлицата имат относително най-ниско вариране спрямо всички останали елементи. Със сигурност може да се предположи, че те реагират в по-слаба степен на промените на условията на средата през годините.

За трите години на изследване признаците продуктивност на семена от едно растение (g); продуктивност на семена от една метлица (g), както и масата на 1000 семена (g) за последните

For the period of the whole study, the traits of plant height (cm) and the number of branches of the panicle have a relatively lowest variation compared to all other elements. It can be safely assumed that they react less to changes in environmental conditions over the years.

For the three years of study the traits of seed productivity per plant (g); seed productivity per panicle (g), as well as the weight of 1000 seeds (g) for the las two years (2018 and 2019) have the две години (2018 и 2019) имат най-голямо вариране.

greatest variation.

Таблица 6. Структурни елементи на продуктивността на семена при образци власатки за 2019 г.
Table 6. Structural elements of the seed productivity of fescue accessions in 2019

Образец Accession	Височина, Height, cm	Брой метлици Panicle number	Продуктив. на семена, g/p-e Seed productivity g/plant	Разклон. на метлиците Panicle branches	Дължина на метлица Panicle length ,cm	Брой класчета /метлица spiklets number/ panicle	Семена / метлица Seeds/ panicle, g	Маса на 1000 семена TSW, g
Albena	119,77	88,00	38,50	20,52	23,31	52,76	0,18	2,84
Adela	130,75	66,94	31,18	23,40	28,46	71,24	0,19	2,12
IRGR - Sadovo	130,50	95,81	41,15	21,40	24,52	60,20	0,11	2,24
Transilvan	76,00	16,75	2,88	20,44	20,84	38,22	0,13	1,16
Ravnogor	46,86	63,14	3,21	11,56	10,00	29,32	0,01	0,28
Atoluka	44,00	100,00	4,44	10,88	8,43	26,28	0,01	0,32
Merifest T	121,24	61,80	27,20	21,24	23,07	60,60	0,20	2,20
8_1	75,50	259,50	34,65	19,32	15,78	39,16	0,01	0,04
average	**93,08**	**93,99**	**22,90**	**18,60**	**19,30**	**47,22**	**0,11**	**1,40**
min	44,00	16,75	2,88	10,88	8,43	26,28	0,01	0,04
max	130,75	259,50	41,15	23,40	28,46	71,24	0,20	2,84
STDEV	34,41	67,23	15,54	4,40	6,72	15,25	0,08	1,02
CV,%	**36,97**	**71,52**	**67,84**	**23,64**	**34,80**	**32,29**	**74,99**	**72,60**

Резултатите от корелационния анализ са представени по години и структурни елементи за образците власатки в Таблици 7, 8 и 9.

Силна положителна корелация през първата отчетна година 2017 е установена между: SP – продуктивност на семена от растение: и H – височина, *cm*; r= 0,673; BN – Брой разклонения на метлица r=0,517, както и SWP – продуктивност на семена от една метлица, g r=0,674. Броят на генеративни стъбла е в слаба положителна корелация с продуктивността на семена от растение и в слаба до силна отрицателна корелация с всички останали структурни елементи (Таблица 7). Добивите от семената за първата година са силно зависими от броя на репродуктивните стъбла. R = 0,65 според Hare, (1992), но изчисленият корелационен коефициент в нашето изследване е r=0,279.

The results of the correlation analysis are presented by years and structural elements for the fescue accessions in Tables 7, 8 and 9.

A strong positive correlation in the first reporting year 2017 was found between: SP – productivity of seeds per plant: and H- height, cm r=0,673; BN – number of branches per panicle r=0,517, as well as SWP – productivity of seeds per panicle r=0,674.

The number of generative stems is weakly positively correlated with plant seed productivity and weakly to strongly negative correlation with all other structural element (Table 7). Seed yields for the first year are highly dependent on the number of reproductive stems – r=0,650 according to Hare (1992), but the calculated correlation coefficient in our study is r=0,279.

Таблица 7. Корелации между структурните елементи на продуктивността на семена при образци власатки за 2017 г.
Table 7. Correlations between structural elements of the seed productivity of fescue accessions in 2017

	H, cm	*StN*	*SP, g*	*BN*	*SpN*	*PL, cm*	*SWP, g*
H, cm	1						
StN	-0,454	1					
SP, g	0,673	0,279	1				
BN	0,773	-0,239	0,517	1			
SpN	0,903	-0,571	0,476	0,905	1		
PL, cm	0,727	-0,506	0,211	0,663	0,725	1	
SWP, g	0,943	-0,292	0,674	0,776	0,822	0,823	1

H – височина, *cm*; StN – брой генеративни стъбла; SP – продуктивност на семена от растение, *g*; BN – брой разклонения на метлица; SpN – брой класчета в метлица; PL – Дължина на метлицата, *cm*; SWP – продуктивност на семена от една метлица, g.

През 2018 г. е включен важен структурен елемент – маса на 1000 семена. Установени са силни положителни корелации между SP – продуктивност на семена от растение, и H – височина, cm; r=0,784, SpN – брой класчета r=0,594 и TSW – Маса на 1000 семна, g. r=0,699. Броят на генеративни стъбла е в слаба до силна отрицателна корелация с всички структурни елементи (Таблица 8).

In 2018, an important structural element is included – weight per 1000 seeds. Strong positive correlations were found between SP - seed productivity per plant, and H - height, cm; r = 0.784, SpN - number of spikes r = 0.594 and TSW – weight per 1000 seeds, g. r = 0.699. The number of generative stems is weakly to strongly negatively correlated with all structural elements (Table 8).

Таблица 8. Корелации между структурните елементи на продуктивността на семена при образци власатки (*Festuca ssp.*) за 2018 г.
Table 8. Correlations between structural elements of the seed productivity of fescue accessions in 2018

	H, cm	*StN*	*SP, g*	*BN*	*SpN*	*PL, cm*	*SWP, g*	*TSW, g*
H, cm	1							
StN	-0,373	1						
SP, g	0,784	-0,099	1					
BN	0,013	-0,255	0,216	1				
SpN	0,844	-0,728	0,594	0,327	1			
PL, cm	0,177	-0,243	0,195	0,792	0,369	1		
SWP, g	0,518	-0,670	0,165	0,228	0,795	0,173	1	
TSW, g	0,916	-0,558	0,699	-0,025	0,854	0,057	0,679	1

H – височина, *cm*; StN – брой генеративни стъбла; SP – продуктивност на семена от растение, *g*; BN – Брой разклонения на метлица; SpN – брой класчета; PL – Дължина на метлицата, *cm*; SWP – продуктивност на семена от една метлица, g; TSW – Маса на 1000 семна, g.

През 2019 г. са установени силни положителни корелации между SP – продуктивност на семена от растение, и H – височина, *cm*; r=0,850, BN – Брой разклонения на метлица r=0,769, SpN – брой класчета в метлица r=0,744 и PL – Дължина на метлицата, *cm* r=0,785; SWP – продуктивност на семена от

In 2019, strong positive correlations were found between SP - seed productivity per plant, and H - height, cm; r = 0,850, BN - Number of branches per panicle r = 0,769, CpN - number of spikes in the panicle r = 0,744 and PL - Length of the panicle, cm r = 0,785; SWP - seed productivity per panicle, g r = 0,545 and една метлица, g r=0,545 и TSW – Маса на 1000 семна, g r=0,677. Броят на генеративни стъбла е в слаба положителна корелация с продуктивността на семена от растение и слаба до средна отрицателна корелация с всички останали структурни елементи (Таблица 9).

Нашите резултати са в унисон с проучванията на Yamada et al. (2004), които са открили положителна зависимост между височината на растението, големината на стъблата, дължината на метлиците и броя на класчетата на метлица. При проучване на потомствата на тръстиковидна власатка за семена (Thomas, 1965) са установени също силни положителни корелации между продуктивността на семена от растение и височината на растенията, броя на метлиците и масата на 1000 семена, Wang et al., (2010, 2011) при проучване на тръстиковидна власатка за декоративни цели установяват средни до силни положителни корелации между продуктивност на семена от растение и брой генеративни стъбла, брой класчета в метлица.

TSW – weight per 1000 seeds, g. r = 0.677. The number of generative stems is weakly positively correlated with plant seed productivity and weakly to moderately negatively correlated with all other structural elements (Table 9).

Our results are in line with the studies of Yamada et al. (2004) who found a positive relationship between plant height, stem size, panicle length and number of panicle spikelets.

A study of offspring of reed fescue for seeds (Thomas, 1965) also found strong positive correlations between seed productivity per plant and plant height, number of panicles and weight per 1000 seeds, Wang et al., (2010, 2011) in a study of reed fescue for decorative purposes found medium to strong positive correlations between seed productivity per plant and the number of generative stems, the number of spikelets in the panicle.

Таблица 9. Корелации между структурните елементи на продуктивността на семена при образци власатки за 2019 г.
Table 9. Correlations between structural elements of the seed productivity of fescue accessions in 2019

	H, cm	*StN*	*SP, g*	*BN*	*SpN*	*PL, cm*	*SWP, g*	*TSW, g*
H, cm	1							
StN	-0,129	1						
SP, g	0,850	0,375	1					
BN	0,905	-0,037	0,769	1				
SpN	0,955	-0,214	0,744	0,968	1			
PL, cm	0,973	-0,154	0,785	0,880	0,942	1		
SWP, g	0,874	-0,463	0,545	0,829	0,903	0,862	1	
TSW, g	0,915	-0,400	0,677	0,755	0,865	0,853	0,921	1

H – височина, *cm*; StN – брой генеративни стъбла; SP – продуктивност на семена от растение, *g*; BN – Брой разклонения на метлица; SpN – брой класчета; PL – Дължина на метлицата, *cm*; SWP – продуктивност на семена от една метлица, g; TSW – Маса на 1000 семна, g.

Wojtowicz et al. (2009) в Полша при проучване на ливадна власатка за семепроизводство на индивидуални растения за три годишен период установяват средни до силни положителни корелации между продуктивността на семена от растение и брой метлици на

Wojtowicz et al. (2009) in Poland, in a study of meadow fescue for seed production of individual plants over a three-year period, found medium to strong positive correlations between plant seed productivity and number of panicle per plant and seed weight per panicle, with растение и тегло на семената от една метлица, като най-високи стойности са получени през втората година на изследването.

ИЗВОДИ

1. Установено е, че продуктивността на семена при образци власатки варира силно в зависимост от генотипа – вид, сорт или екотип, плоидно ниво, сезонни различия (години), както и от условията на отглеждане.

2. Представени са средните стойности на продуктивност на семена по години и общо за трите години на колекционни образци власатка. Ранжирането е на база обща продуктивност на семена за периода на проучването. Наблюдава се нарастване на семенната продуктивност във всяка следваща година от втора (2017 г.) към четвърта (2019 г.).

3. По отношение на видовете: тръстиковидната власатка е с най-висока продуктивност на семена общо за трите години (средно 90,64 g на растение), като сорт Албена е най-продуктивен 110,90 g, следван от екотип ИРГР - Садово - 94,86 g.

4. Ливадна власатка заема междинно положение – с общо средно 31,58 g семена на растение, като тетраплоидната селекционна популация *Merifest T* превишава тази стойност и е три пъти по-продуктивна на семена от румънския сорт Transilvan, който е диплоиден. Наблюдава се ефективното положително въздействие на индуцираната полиплоидия върху продуктивността на семена.

5. При червената власатка общата за трите години средна стойност по продуктивност на семена е 17,17 g на растение, като екотип 8-1 и Равногор са най-продуктивни, но 8-1, не образува семена на втората продуктивна година. Отглеждането на червената власатка за семена оказва влияние върху нейната дълготрайност и се очертава значението на начина на изолване на

the highest values being obtained in the second year of the study.

CONCLUSIONS

1. It has been established that the seed productivity of the fescue accessions vary depending on the genotype – species, variety or ecotype, ploidy level and seasonal variations (by years), as well as growing conditions.

2. There are presented the average values of seed productivity by years, average and total for the three years of collection accessions of fescue. The ranking is based on the total seed productivity for the study period. There is an increase in seed productivity in each subsequent year from the second (2017) to the fourth (2019).

3. Regarding the species: tall fescue has the highest seed productivity - a total of 90.64 g per plant for the three years, as the variety Albena is the most productive 110.90 g, followed by the ecotype IRGR - Sadovo - 94.86 g

4. Meadow fescue occupies an intermediate position – with a total average of 31.58 g per plant, as the tetraploid breeding population Merifest T exceeds this value and is three times more productive in seeds than the Romanian variety Transilvan, which is diploid. The effective positive effect of induced polyploidy on seed productivity has been observed.

5. In red fescue, the total average seed productivity for the three years is 17.17 g per plant, with ecotype 8-1 and Ravnogor being the most productive, but 8-1, not forming seeds in the second productive year. The cultivation of red fescue for seeds has an impact on its longevity and the importance of the way the grassland is used is emerging, as the Atoluka, 8-1 and 8-2 ecotypes have no

тревостоя, като екотиповете Атолука, 8-1 и 8-2, нямат семена през 2017 г., а сорт Capriora и 8_2, необразуват семена през 2019 г. и загиват. Само екотип Ravnogor образува генеративни стъбла и има продуктивност на семена през трите отчетни години.

6. Спрямо общата средна стойност за колекцията 42,09 g на растение, 4 образци, в т. ч. 3 тръстиковидна власатка Албена, ИРГР - Садово и Adela, и 1 образец ливадна власатка Merifest T превишават тази стойност.

7. Приложените два метода за оценка - Francis и Kannenberg (1978) и кластърен анализ дават еднопосочни резултати и са надежден инструмент за тандем селекция по продуктивност на семена и екологична стабилност при видовете от род *Festuca*.

8. Варирането на структурните елементи на добива свързан със семенната продуктивност е високо за периода на изследване.

9. Установени са силни положителни корелации между SP – продуктивност на семена от растение, и H – височина, *cm*; r=0,850, BN – брой разклонения на метлица r=0,769, SpN – брой класчета в метлица r=0,744 и PL – дължина на метлицата, *cm* r=0,785; SWP – продуктивност на семена от една метлица, g r=0,545 и TSW – маса на 1000 семна, g. r=0,677. Броят на генеративни стъбла е в слаба положителна корелация с продуктивността на семена от растение и слаба до средна отрицателна корелация с всички останали структурни елементи.

10. Наблюдаваните достоверни корелации между структурните елементи на добива на семена при образците власатки създават възможност за тандем-селекция.

seeds in 2017, and the Capriora and 8_2 variety do not form seeds in 2019 and died. Only the Ravnogor ecotype forms generative stems and has seed productivity during the tree reporting years.

6. Compared to the total average value for the collection of 42.09 g per plant, 4 accessions, including 3 tall fescue Albena, IRGR - Sadovo and Adela, and 1 accession meadow fescue Merifest T exceed this value.

7. The applied two evaluation methods - Francis and Kannenberg (1978) and cluster analysis give one-way results and are a reliable tool for tandem selection for seed productivity and ecological stability in species of the genus *Festuca.*

8. The variation of the structural elements of the yield related to seed productivity is high for the study period.

9. Strong positive correlations were found between SP - seed productivity per plant, and H - height, cm; r = 0,850, BN - Number of branches per panicle r = 0,769, SpN - number of spikes in the panicle r = 0,744 and PL - Length of the panicle, cm r = 0,785; SWP - seed productivity per panicle, g r = 0,545 and TSW – weight per 1000 seeds, g. r = 0.677. The number of generative stems is weakly positively correlated with plant seed productivity and weakly to moderately negatively correlated with all other structural elements.

10. The observed reliable correlations between the structural elements of seed yield in fescue samples create an opportunity for tandem selection.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Belesky, D.P., J.M. Ruckle and J.J. Halvorson**, 2010. Carbon isotope discrimination as an index of tall fescue endophyte association response to light availability and defoliation. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2009.09.009. Environ. Exp. Bot. 67: 515-521.

2. **Boelt, B. and R. Gislum**, 2010. Seed yield components and their potential interaction in grasses to what extend does seed weight influence yield?, Proc. Int. Herbage Seed Conf. Dallas, TX. 7: 109-112.
3. **Boelt, B. and B. Studer**, 2010. Breeding for Grass Seed Yield In: Boller et al. (eds.), *Fodder Crops and Amenity Grasses*, 161-174. Handbook of Plant Breeding 5, DOI 10.1007/978-1-4419-0760-8_7, C _Springer Science+Business Media, LLC 2010
4. **Byrne, S., E., Guiney, S Barth, I. Donnison, L.A.J Mur, and D. Milbourne**, 2009. Identification of coincident QTL for days to heading, spike length and spikelets per spike in *Lolium perenne* L. *Euphytica*, 166: 61-70.
5. **Casler, M., K. Albrecht, J. Lehmkuhler, G. Brink and D. Combs**, 2008. Forage Fescues in the Northern USA, University of Wisconsin-Madison Center for Integrated Agricultural Systems, September, 2008, 1-15.
6. **Cougnon, M.**, 2013. Potantial in mixed swards and breeding of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). PhD thesis, Ghent University, Ghent, Belgium, 257pp.
7. **Dimova, D. and E. Marinkov**, 1999. Opitno delo i biometria, Acad. Izdatelstvo na VSI Plovdiv, 263, 137-138 (Bg).
8. **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.
9. **Elgersma, A.**, 1985. Floret site utilisation in grasses: definitions, breeding perspectives and methodology. *Journal of Applied Seed Production*, 3, 50-54.
10. **Elgersma, A.**, 1990. Genetic variation for seed yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Plant Breed*., 105:117-125.
11. **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.
12. **Francis T.R. and L.W. Kannenberg**, 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Can. J. Plant Sci*., 58(4): 1029-1034
13. **Havstad, L.T.**, 1998. Seed yield of meadow fescue (Festuca pratensis Huds.) in Norway and Denmark: The effects of locations, cultivars and autumn management. *Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Sci.*, 48: 144-158.
14. **Hare, M.D.**, 1992. Seed production in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). PhD thesis, in Seed Technology of Massey University, Palmerston North, New Zealand.
15. **Heide, O.M.**, 1994. Control of flowering and reproduction in temperate grasses. *New Phytol*., 128: 347-362.
16. **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
17. **Huyghe C.**, 2010. Grasslands and forage crops in Europe: context and stakes. Consequences for breeding. *Biotechnology in Animal Husbandry,* 26 (spec. iss.): 1-18.
18. **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.
19. **Katova, A.**, 2008. Study of the perennial grass species and varieties for ornamental purposes. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 11(4), 744-757.
20. **Katova, A.**, 2009. Polyploidy and polyploidization of perennial forage grasses, *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 12(3), 523-535.

21. **Katova, A.**, 2018. Seed productivity in interspecies crosses *Lolium perenne* L. x *Festuca arundinacea*Schreb. and *Lolium perenne* L. x *Festuca pratensis* L. *Rastenievadni nauki, 55*(6), 63-73 (Bg).
22. **Katova, A.,** 2019. Seed Productivity of Red Fescue Clones (*Festuca rubra* L.) in Polycross. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 22 (4), 44-61.
23. **Lefkovich, L.P.**, 1985. Multi-criteria clustering in genotype-environment interaction problems. *Theoretical and Applied Genetics*, 70,585-589.
24. **Lefkovich, L.P.**, 1990. Genotype-by-environment interaction, heterogeneous variance and significance. In: Genotype by environmental interaction and plant breeding. Ed. By M.S. Kang, LSU, Baton Rouge, LA, USA (20-27)
25. **Luchinskii, V.V. and F.B. Prijukov,** 1973. Seed production of perennial grasses, Moscow, “Kolos”, 248 pp.
26. **Mäkelä, P. and M. Kousa**, 2009. Seed production of meadow fescue cultivars differing in growth habit. *Agricultural and Food Science*, 18: 91-99.
27. **Majidi, M.M, A. Mirlohi and F. Amini**, 2009. Genetic variation, heritability and correlations of agro-morfological traits in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Euphytica 167, 323-331. http://doi.org/10.1007/s10681-009-9887-6
28. **Marshall, A.H. and P.W. Wilkins**, 2003. Improved seed yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) from two generations of phenotypic selection. *Euphytica*, 133: 233-241.
29. **Peeters, A.**, 2004. Wild and sown grasses. Profiles of a temperate species selection: ecology, biodiversity and use. FAO and A. Peeters, Chapter 2, pp. 5-10.
30. **Rognli, O.A., M.C., Saha, S. Bhamidimarri, S. van der Heijden**, 2010. Fescues. Chapter 5, pp 270-271. In: Boller B., Posselt U.K., Veronesi F. (eds) Fodder Crops and Amenity Grasses. Handbook of Plant Breeding, vol. 5. Springer, New York, NY.
31. **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.
32. **Schaerff, A.**, 2008. Wirtschaftlichkeit der Gräservermehrung - Ergebnisse eines Forschungsprojektes aus dem Freistaat Sachsen. In: Züchtungsperspektiven und Saatugtproduktion bei Gräsern, Klee und Zwischenfrüchten, 49. Fachtagung des DLGAusschusses, “Gräser, Klee und Zwischenfrüchte”. Bonn, 4. November 2008. DLG, Frankfurt, pp. 49-58. http://www.dlg.org/uploads/media/fachtagung49.pdf
33. **Stukonis, V., S. Juzėnas, J. Cesevičienė and E. Norkevičienė**, 2015. Assessment of morpho-anatomical traits of red fescue (*Festuca rubra* L.) germplasm differing in origin. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(4), 437-442. ISSN 1392-3196 / e-ISSN 2335-8947, DOI 10.13080/z-a.2015.102.056
34. **Thomas, J.R.**, 1965. Evaluation of methods of progeny testing in tall fescue seed production (*Festuca arundinacea* Schreb.), Oregon State University, thesis Master of Science.
35. **Tomov, P.**, 1984. Seed production of perennial grasses, (review), National Agro-Industrial Union, Center for Scientific-Technical and Economic Information, Sofia, 54 pp.
36. **Yamada, T., E.S. Jones, N.O.I. Cogan, A.C. Vecchies, T., Nomura, H., Hisano, Y. Shimamoto, K.F., Smith, M.D. Hayward and J.W. Forster**, 2004. QTL Analysis of morphological, developmental, and winter hardiness-associated traits in perennial ryegrass. *Crop Sci*., 44: 925-935.
37. **Vynke, A.**, 1981. Herbage grasses and seed yield – a literature review. Eucarpia: Breeding High Yielding Forage Varieties Combined With High Seed Yield,

Report of the meeting of the Fodder Crops Section at the Centre of Agricultural Research in Merelbeke - Gent (Belgium), 8 - 10 September 1981, 123-138.

38. **Wang, Q., J. Cui, H. Zhou, X. Wang, T. Zhan and J. Han**, 2010. Path coefficient and ridge regression analysis to improve seed yield of Psathyrostachys juncea Nevski, Proc. 7th Int. Herbage Seed Conf. Dallas TX. USA.

39. **Wang, Q., T. Hu, J. Cui, X. Wang, H. Zhou, J. Han and T. Zhang**, 2011. Modelling of seed yield and its components in tall fescue (*Festuca arundinacea*) based on a large sample**.** *African Journal of Biotechnology*, 10(59), 12584-12594, http://www.academicjournals.org/AJB
DOI: 10.5897/AJB11.1220, SSN 1684–5315 © 2011 Academic Journals

40. **Ward, J.H.**, 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statiatical Association*, 58, 236-244

41. **Wojtowicz, T., A. Binek and M. Mooe**, 2009. Correlations and path analysis of the components *of Festuca pratensis* seed yield, £¹karstwo w Polsce (*Grassland Science in Poland*), 12, 223-232, Poznañ, PL ISSN 1506-5162 ISBN 978-83-89250-22-3

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (1), 83-97 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Реакция и стабилност на сортове грах към нападение от грахов зърнояд (*Bruchus pisorum* L.)

Ивелина Николова

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

Response and Stability of Pea Varieties to Attack by Pea Weevil (*Bruchus pisorum* L.)

Ivelina Nikolova

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

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Bruchus pisorum L. е един от важните неприятели при пролетния грах, като една от ефективните алтернативни мярки за контрол на зърноядите е идентифицирането на толерантни сортове. В тази връзка проучването има за цел да оцени реакцията и стабилността на сортовете грах, *Pisum sativum* L., към граховия зърнояд при полски условия. Повредените семена и делът на недоразвита ларва се оценяват във всяка среда и се подлагат на анализ на генотипа, подложен на биплот анализ на наследствеността и взаимодействието генотип x среда. Проучването установява значението на екологичните условия върху нападението от *B. pisorum*. Освен това, чрез прилагане на данни в каноничен анализ на корелацията, е изяснено влиянието на климатичните параметри върху повредените семена и делът на недоразвита ларва.

Установено е, че докато повредените семена са положително свързан с максималната температура, количеството валежи и влажността на въздуха

SUMMARY

Bruchus pisorum L. is one of the important insect pests on spring pea and one of the effective alternative measures to weevil management is the identification of tolerant cultivars. In this regard,the study aimed to evaluate the response and stability of pea varieties to attack by pea weevil field tests.

Damaged seeds and proportion of undeveloped larvae were assessed in each environment and subjected to a heritability-adjusted genotype and genotype x environment biplot analysis.

The study demonstrates the importance of environmental conditions for *B*. *pisorum* infestation. Moreover, by submitting data to a canonical correlation analysis, the influence of climatic parameters on damaged seeds and proportion of undeveloped larva has been elucidated.

It was found that damaged seeds were positively related to Tmax, bulk precipitation and humidity and inversely to Tmin. The proportion of undeveloped и отрицателно с Tmin, то делът на неразвитите ларви е положително свързан с Tmin, но е отрицателно зависим от дъждовете, влажността и Tmax. Модус се характеризира с най-ниска степен на повредени семена и висок дял на недоразвита ларва, но неговата реакция е нестабилна при променливите условия на околната среда. Сорт Глянс, последван от Свит се откроява с ниско ниво на повреда и значително висок процент на недоразвита ларва, като същевременно сортовете заемат най-стабилни позиции през годините.

Сортовете притежават по-ниско съдържание на протеин и фосфор в семена, което корелира с по-ниско ниво на повредени семена. Съчетаването на определени химични показатели, възпрепятстващи предпочитанието на *B. pisorum*, може да се използва като маркери за толерантност срещу граховия зърнояд и като ефективен метод за защита на растенията.

Ключови думи: *Bruchus pisorum*, повредени семена семена, недоразвита ларва, химични показатели, HA-GGE биплот анализ

larvae was positively related to Tmin but negatively to rain, humidity and Tmax.

Modus had the lowest damaged seed degree and a high proportion of underdeveloped larvae, but its response was unstable under changing environments. The Glyans variety, followed by Svit, had a low damage rate and a considerably higher percentage of undeveloped larvae and the varieties occupied the most stable positions over the years.

Varieties had a lower protein and phosphorus content in seeds, which correlated with a lower level of damaged seeds. The matching of several chemical traits in cultivars could be used as markers for tolerance against pea weevil, and like an effective method for plant defence.

Key words: *Bruchus pisorum*, seed damaged, undeveloped larvae, chemical traits, HA-GGE biplot analysis

УВОД

Грахът (*Pisum sativum* L.) е най-масово отглежданата зърнено-бобова култура с умерената зона в Европа и втората в света (FAOSTAT, 2014). Производството на грах е силно засегнато в световен мащаб от граховия зърнояд (*Bruchus pisorum* L., Coleoptera: Bruchidae), причинявайки загуби, които могат да надхвърлят 50% от добива зърно (Clement et al., 2002).

Контролът срещу зърнояда се осъществява предимно чрез използване на инсектициди срещу възрастните преди яйценосенето, в начало на цъфтеж и бобообразуване. Европейските ограничения и опасенията за околната среда увеличиха необходимостта от алтернативни мерки (Kirilov et al., 2016; Stoycheva et al., 2018). Едни от ефективните алтернативни мерки за контрол на зърнояди-

INTRODUCTION

Pea (*Pisum sativum* L.) is the most widely cultivated temperate grain legume in Europe and the second in the world (FAOSTAT, 2014). Pea production is severely affected worldwide by pea weevil (*Bruchus pisorum* L., Coleoptera: Chrysomelidae), causing losses that can exceed 50% of the harvest (Clement et al., 2002).

Control of *pea weevil* is primarily conducted by use of insecticides against adults before oviposition, at the stage of the mid-flowering and early pod-formation. European restrictions and environmental concerns have increased the need for alternative measures. (Kirilov et al.,, 2016; Stoycheva et al., 2018). Ones of the effective alternative measures to beetle management are the identification of те са идентифицирането на толерантни генотипи, интегрирането им в селекционни програми (Aznar-Fernandez et al., 2017) и идентифицирането на гени, участващи в механизмите на толерантност.

В допълнение, механизмите на антиксеноза за устойчивост могат да бъдат свързани с намаляване предпочитанието на зърноядите да се хранят с цветовете или да избягват яйцеснасяне върху бобовете, в резултат на морфологични или химични растителни фактори, влияещи неблагоприятно върху поведението на насекомите (Bruce et al., 2011; Ceballos et al., 2015; Stoycheva et al., 2016). Например, Szafirowska (2012) установява, че сортовете и фенологичното им развитие оказват влияние върху активността на *B. rufimanus* и степента на нанесените повреди. Roubinet (2016) наблюдава различия в чувствителността между няколко сорта грах към *B. rufimanus* и установява, че периодът на цъфтеж или бобообразуване се оказват важни фактори, влияещи върху нападението от зърноядите.

Наскоро е описана умерена устойчивост в зародишната плазма на вида *Pisum sativum* (Teshome et al., 2015), но все още предстои дълъг път за задоволяване на търговските нужди, липсват сортове, които да комбинират добри агрономически характеристики и устойчивост срещу зърноядите. Недостатъчната наличност на сортове с резистентност предизвика търсенето на такава при дивите форми на граха. На този етап е идентифицирана резистентност при *P. fulvum* (Pesho et al., 1977; Clement et al., 2002), като се прави опит за нейното въвеждане при *P. sativum* (Byrne et al., 2008; Aryamanesh et al., 2012).

В тази връзка проучването има за цел да оцени реакцията и стабилността на сортовете грах, *Pisum sativum* L., към граховия зърнояд при полски условия.

tolerant genotypes, integrate these genotypes in breeding programs (Aznar-Fernandez et al., 2017), and to identify the genes involved in the tolerance mechanisms.

In addition, antixenosis mechanisms of resistance could be associated with a decreased preference of bruchids to feed on flowers or egg-laying on pods as the result of morphological or chemical plant factors that adversely affect the insect behaviour (Bruce et al., 2011; Ceballos et al., 2015; Stoycheva et al., 2016).

For example, Szafirowska (2012) found that cultivars and their phenological development affect the activity of B. rufimanus and the quantity of damage.

Roubinet (2016) observed differences in susceptibility between several cultivars to *B. rufimanus* and the timing of flowering or pod formation turned out to be important factors influencing on the bruchid attack.

Moderate resistance has been described in *Pisum sativum* germplasm (Teshome et al., 2015) recently, but there is still a long way to go to supply commercial needs because there are no cultivars that combine good agronomic traits and useful resistance.

This limited availability of resistance prompted the search for genetic resistance in wild relatives of the pea. Resistance has been identified at this stage in *P. fulvum* (Pesho et al., 1977; Clement et al., 2002), and its introgression into *P. sativum* has been attempted (Byrne et al., 2008; Aryamanesh et al., 2012).

In this regard, the study aimed to evaluate the response and stability of pea varieties to attack by pea weevil in field tests.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2012-2014 г. в експерименталното поле на Института за фуражни култури, Плевен, България е проучена устойчивостта на 5 сорта пролетен грах към *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Chrysomelidae): Глянс, Модус; Камертон и Свит (украински сортове) и Плевен 4 (български сорт).

Приложен е метода на дългите парцели със сеитбена норма от 120 покълващи семена m^{-2} в три повторения, размер на парцелата от 4 m^2 и естествен фон на почвена запасеност с основните хранителни вещества. Методът е приложен, поради изравнено плодородие на почвата. Не са използвани пестициди.

След прибиране на граха, се вземат обемни проби, съдържащи 1500-2000 семена от всеки сорт, за да се определи степента на повредените от *Bruchus pisorum* семена.

За да се елиминират взаимодействията между променливите и да се включат взаимодействията между генотип и генотип х среда (GGE), е извършен HA-GGE биплот анализ (Yan and Holland 2010). По този начин най-добрият генотип ще има най-ниски стойности за оценената черта и стабилност през всички среди и ниски G × E взаимодействия.

Данните за променливите: валежи, минимална и максимална температура на въздуха, както и относителна влажност, са предоставени от метеорологичната станция в Плевен за всяка година. Метеорологичните параметри, използвани в анализа за отчетане на тяхното влияние върху появата на неприятеля, обхващат периода от март до юни. Определянето на относителното въздействие на проучваните променливи върху степента на повреда и дял на недоразвита ларва е осъществено с помощта на каноничен анализ на кореспонденцията (CCA). Анализът е извършен с помощта на софтуерния пакет за палеонтологична статистика (PAST) (Hammer et al, 2001).

MATERIAL AND METHODS

During the 2012-2014 period in the experimental field of the Institute of Forage Crops, Pleven, Bulgaria, a study was conducted on the resistance of 5 spring pea cultivars to Bruchus pisorum L. (Coleoptera: Chrysomelidae): Glyans, Modus; Kamerton and Svit (Ukrainian cultivars) and Pleven 4 (Bulgarian cultivar).

The field trial was conducted using a long-plot design with a sowing rate of 120 germinating seeds m^{-2} in three replications, plot size of 4 m^2 and natural background of soil supply with the major nutrients. The method was applied because the soil fertility was equalized. No pesticides were applied.

After pea harvesting, bulk samples, containing 1500-2000 seeds were taken for each cultivar to determine the degree of *Bruchus pisorum* damaged seeds.

To eliminates interactions between variables and to include genotype and genotype x environment (GGE) interactions, a HA-GGE biplot analysis was carried out (Yan and Holland 2010). In this way, the best genotype will have the lowest values for the evaluated trait and stability through all the environments, and low G × E interactions.

Data on the meteorological variables: rainfall, min and max air temperature, as well as average relative humidity were obtained from Pleven meteorological station for each environment. In order to focus on the occurrence of bruchids in the field, the climatic parameters used in the analysis ranged from March to June. To determine the relative impact of the selected climatic variables on the performance of damaged seeds and proportion of undeveloped larvae, canonical correspondence analysis (CCA) was carried out. The analysis was performed using the Paleontological Statistics Software Package (PAST) (Hammer et al., 2001).

Статистическата обработка на експерименталните данни е проведена с помощта на софтуерната програма Statgraphics Plus.

The statistical processing of experimental data was conducted using the Statgraphics Plus software program.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Каноничен анализ на корелацията допринася за визуализиране на разграничените зависимости на компонентите степен на повредени семена (DR) и дял на недоразвита ларва (PUL) към климатичните променливи (Фигура 1). Докато DS е положително свързан с Tmax, количеството валежи и влажността на въздуха и отрицателно с Tmin, то делът на неразвитите ларви е положително свързан с Tmin, но отрицателно с дъждовете, влажността и Tmax. Нещо повече, корелациията между DS и Tmax (r = + 0.812, *p* = 0.0001) е доказано силно положителна, което предполага силна взаимовръзка между двата параметъра, докато компонентите на околната среда - количеството валежи и влажността влияят много слабо положително върху повредата.

Максималната температура е по-силно свързана със среди 1 и 2, но противоположно на влажен период при екологична среда 3 (2014). Поради слабия ефект на валежите върху степента на повредени семена, нападението върху семената намалява през дъждовните периоди, което се наблюдава в най-сухите среди. Това може да се дължи на факта, че валежите могат да нарушат интензивността на яйцеснасяна на зърноядите и да намалят жизнеспособността на яйцата (Roubinet, 2016). Обратно, валежите и влажността имат отрицателен ефект върху PUL и стойностите нарастват при по-малко количество дъждове. Tmin силно позитивно корелира с дела на недоразвити ларви.

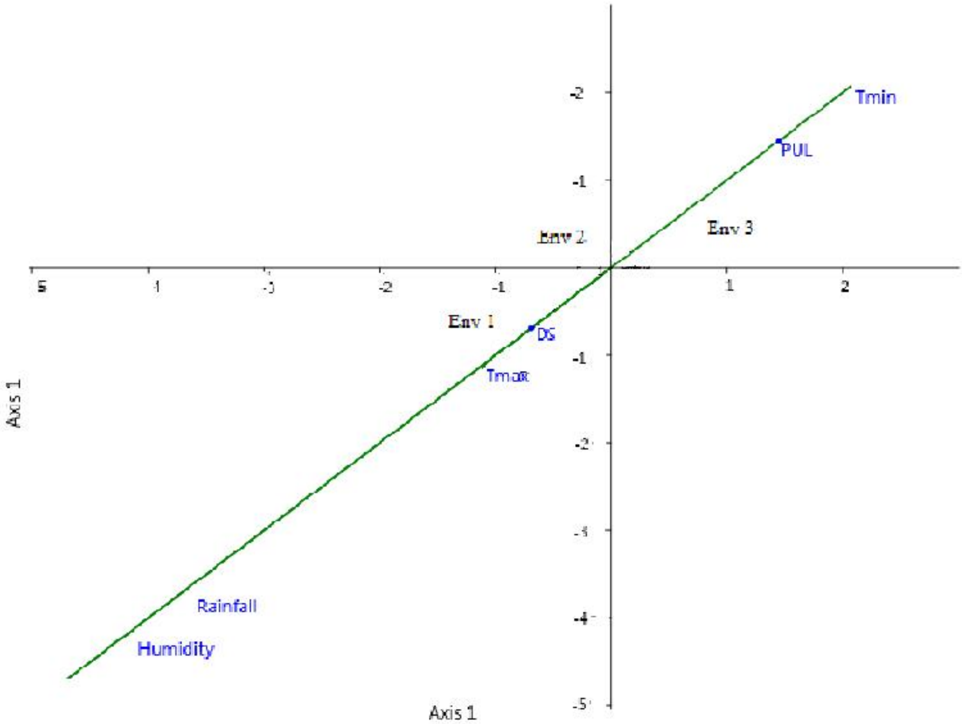
RESULTS AND DISCUSSION

A canonical correlation analysis helped to visualize the distinct relations of DS (seed damaged, %) and PUL (proportion of undeveloped larvae) components to climate variables (Figure 1). Whereas DS was positively related to Tmax, bulk precipitation and humidity and inversely to Tmin, the proportion of undeveloped larvae was positively related to Tmin but negatively to rain, humidity and Tmax. Moreover, Pearson correlations between DS and Tmax (r = + 0.839, *p*= 0.0001) revealed a significantly high positive coefficient value, which suggests a strong association between both parameters, while the environment components rainfall amount and humidity affected very weakly positively on the damage.

Tmax was stronger associated with the environmental 1 and 2 droughts (2012 and 2013) and opposed to the environmental 3 wet period (2014). Because of the weak effect of rainfall on DS, the seed damage decreasing at rainy seasons as could be seen in the driest environments.

This might be due to the fact that rainfall might disturb bruchid oviposition and reduce egg viability (Roubinet, 2016).

The opposite, rainfall, and humidity had a negative effect on PUL and its values increasing at a smaller amount of rain. Tmin correlated strongly positive with PUL.



Фиг. 1. CCA графика, базирана на корелацията между степен на повредени семена (DR) и дял на недоразвита ларва (PUL) при *Bruchus pisorum* при пет сорта грах спрямо няколко метеорологични показатели. Анализираният период е от месец април до юни, Tmax = максимална температура; Tmin = минимална температура, T = средна температура

Fig. 1. CCA graph based on the correlation of DS (Seed damaged, %) and PUL (Proportion of undeveloped larvae) of *Bruchus pisorum* for five pea cultivars according to several climatic parameters. The period analyzed was from April to June, Tmax = maximum temperature; Tmin = minimum temperature,T = average temperature

Стойностите за DS и PUL варират в широк диапазон и са отбелязани за петте сорта грах, изследвани в трите проучвани среди. Анализът на варианса чрез ANOVA (Таблица 1) показва доказано въздействие на генотип (G), среда (E) и взаимодействието между тях (G × E), като с най-висока средна стойност се характеризира средата, последвана от взаимодействието генотип х среда и най-ниска за сортовете.

A wide range of values for DS and PUL were noted for the five pea cultivars studied in the three environments.

ANOVA (Table 1) revealed a significant effect of genotype (G), environment (E) and G × E in both variables, being the highest mean of a square for E, followed by G × E and environment (E)

Таблица 1. Анализ на дисперсия относно повредени от *Bruchus pisorum* семена (DS) и съотношение на неразвити ларви (PUL) при пет генотипа грах
Table 1. Analysis of variance for *Bruchus pisorum* damaged seeds (DS) and proportion of undeveloped larvae (PUL) of the five pea genotypes

Source/Източник	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
			DR		
ENV/Среда	2	2089.1	1044.57	176.4617	4.67E-06***
REP(ENV)/Повт.	6	35.5	5.92	1.3743	2.65E-01
GEN/Генотипи	4	3443.8	860.95	26.1396	1.20E-04***
ENV * GEN/Среда*Ген	8	263.5	32.94	7.6467	4.63E-05***
PC1	5	247.1	49.42	11.47	<2.2E-16***
PC2	3	16.4	5.46	1.27	0.3071
Residuals/Остатък	24	103.4	4.31		
			PUL		
ENV/Среда	2	2381.05	1190.53	266.9797	1.372e-06***
REP(ENV)/Повт.	6	26.76	4.46	1.6347	0.180922
GEN/Генотипи	4	390.14	97.53	5.9993	0.015630*
ENV * GEN/Среда*Ген	8	130.06	16.26	5.9598	0.000299***
PC1	5	115.79	23.16	8.49	0.000100***
PC2	3	14.27	4.76	1.74	
Residuals/Остатък	24	65.47	2.73		

Легенда: Доказаност при ниво на вероятност „***“ 0.001 „**“ 0.01 „*“ 0,05
Legend: Significant at ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 level probability

HA-GGE биплот е предпочитаният GGE биплот за оценка на тестова среда и генотип (Yan and Holland, 2010). GGE биплот представя средната стойност на изследвания признак и неговата стабилност, което ни дава съществена визуализация на информацията. GGE биплот е анализ, базиран на данни, ориентирани към околната среда(Gabriel 1971), който премахва основния ефект на околната среда и интегрира основния ефект на генотипа с ефекта от взаимодействието генотип-околна среда, използвайки набора от данни за генотип - околна среда (Yan et al., 2000).

Въз основа на силата на дискриминация (дължина на вектора) E3 средата, следвана от E2 са най-дискриминиращи (Фигура 2).

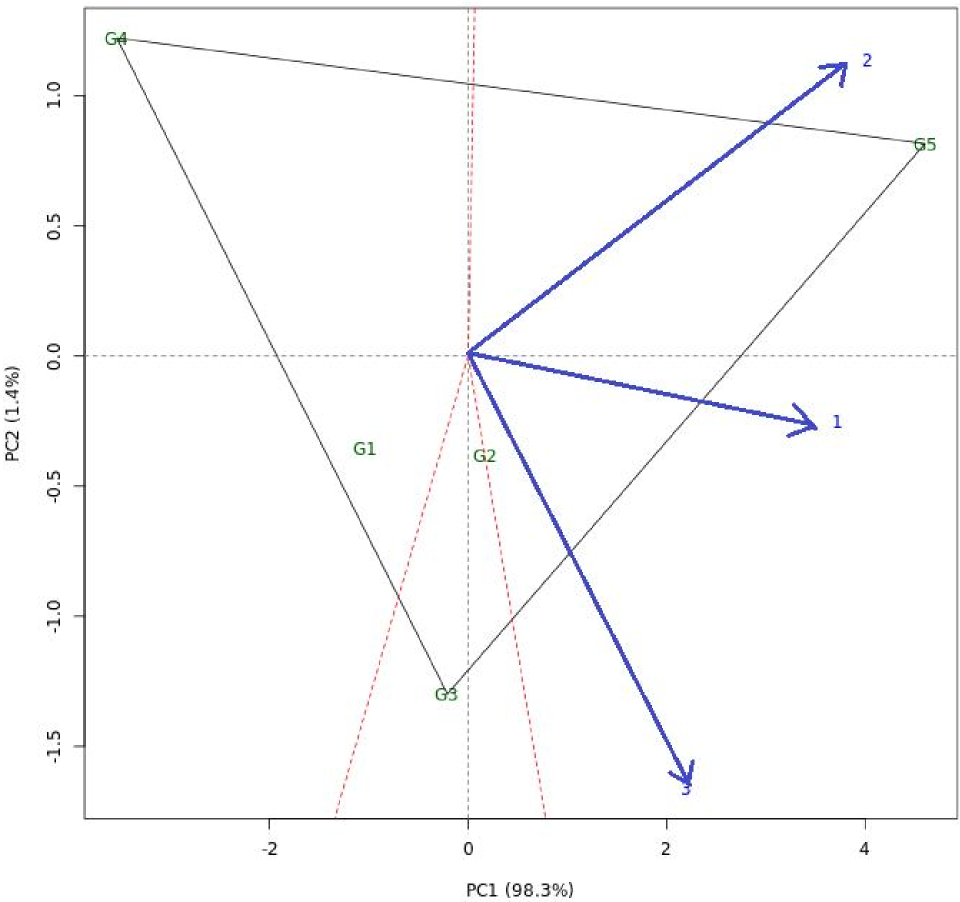
Въпреки че няма строги правила, най-доброто сближаването на коефициентите на корелация на ъглите е свързано с доброто представяне на биплота. В зависимост от ъгъла, сключен между два вектора на средата,

The HA-GGE biplot is the preferred GGE biplot for test environment and genotype evaluation (Yan and Holland, 2010). Tthe GGE biplot presents the mean characteristic and stability, which gives us an essential visualization of the data (Yan, 2001; Yan and Rajcan, 2002). A GGE biplot is a analysis based on environment-centered data (Gabriel 1971), which removes the environment’s main effect and integrates the genotypic main effect with the genotype-by-environment interaction effect of a genotype-by-environment dataset (Yan et al., 2000).

Based on the discrimination power (vector length) E3, followed by E2 were most discriminating (Figure 2).

Although there are no strict relations, the goodness of approximation for the correlation coefficients by the angles is related to the goodness of fit of the biplot. Depending on the angle between two environment vector корелацията е различна. В този аспект средите са повече или по-малко положително свързани. Установено е изключение между E2 и E3 среди, които не са взаимно свързани.

correlation is different. In that aspect, the environments were more or less positively correlated. An exception was found between E2 and E3 environments which were not correlated.



Фиг. 2. GGE биплотът спрямо повредените семена (2012-2014). Генотипите са обозначени със символа "G" и съответното число от 1 до 5, както следва: G1-Глянс, G2-Свит, G3-Камертон, G4-Модус, G5-Плевен 4. Годините са обозначени с буквата E и номера 1; 2; и 3 съответно за 2012, 2013 и 2014 г.

Fig. 2. The GGE biplot based on damaged seeds (2012-2014). The genotypes are designated with the symbol "G" and the respective number from 1 to 5, as follow: G1-Glyans, G2- Svit, G3-Kamerton, G4- Modus, G5-Pleven 4. The years are designated with the letter E and number 1; 2; and 3 for 2012, 2013 and 2014, respectively

От анализа е видно, че с най-ниска стойност на повредени семена е G4 (17.1%), въпреки проявяващите се екологични взаимодействия, последван от образец G1 (25.9%) и G2 (29.8%), чиито реакции към средата са по-

The analysis showed that, in the case of damaged seeds, the genotype with the lowest DS was G4 (17.1%) despite exhibiting environmental interactions, followed by the genotypes G1 (25.9%) and G2 (29.8%), whose responses were стабилни, както е посочено от местоположението им в близост до абцисната ос. Резултатите показват, че генотипите G1 и G2 се считат за най-стабилни, т. като са най-близко разположени до средната точка на боксплота и са слабо предпочитани от *B. pisorum*. Най-податливите (висока DS, представена от противоположната страна на биплота) са G5 (44.2%). Според GGE биплот анализа, стойностите на G4 и G5 са най-отдалечено разположени от нулата на PC2 оста. Това означава по-голяма променливост (по-лоша стабилност). Променливите на горните два генотипа са най-добре изразени в E2 средата. Междинната позиция заема G3.

Двата основни компонента определят 99.7% от дисперсията.

GGE анализът на базата на дела на недоразвита ларва (Фигура 3) представлява 97.8% от общото изменение на характеристиките между два основни компонента. В този случай E1 средата, където са регистрирани най-малко количество валежи, е най-дискриминиращата. Генотип 5 реагира най-силно по този показател (най-ниската стойност на PUL) и е последван от G3, G2, G1 и G4 (10.8; 12.3; 13.4; 13.3 и 19.4% съответно). Според ординатата, G2 е най-стабилен от групата с по-нисък дял на недоразвита ларва, следван от G1. По-ниска променливост има G3.

Генотипът, представящ се с най-високата стойност по този показател и идентифициран като силно чувствителен, е G4, последван от G5. В допълнение, G4 приема най-високата стойност в E3 средата, която оказва най-силно влияние за неговата чувствителност.

Корелацията на Pearson между DR и SI с генотип като показана претегляща променлива (r = + 0,812, P = 0,0001) показва доказано висока стойност на коефициента, което предполага силна връзка между двата параметъра.

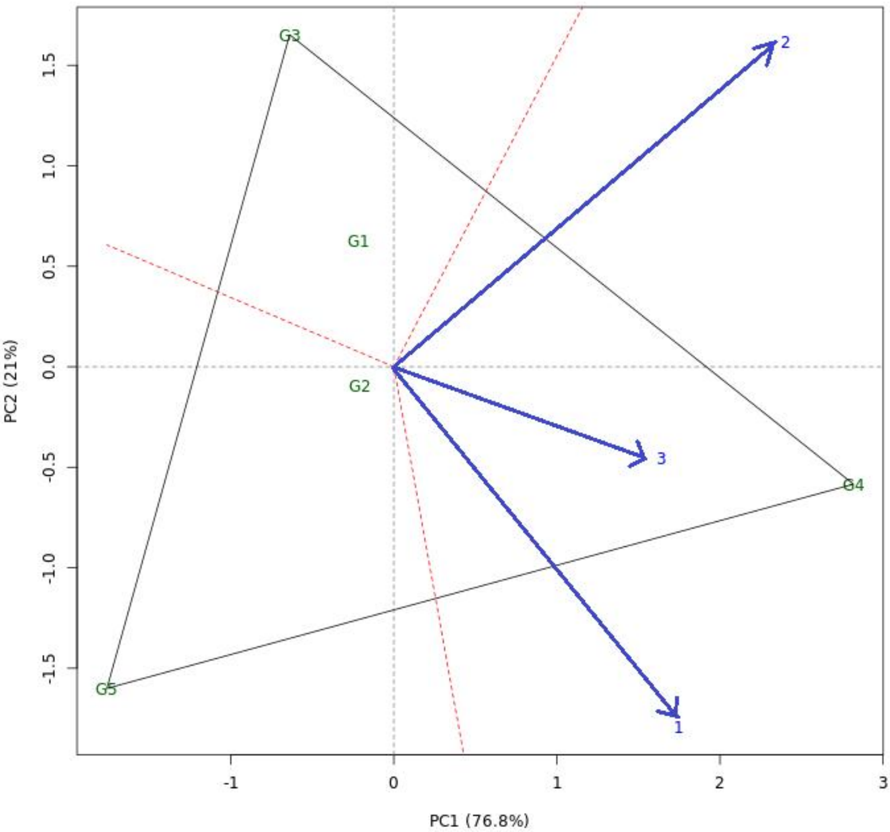
more stable, as indicted by their location close to the axis 1. The results showed that genotypes G1 and G2 were considered as the most stable being the ones closest to the midpoint of the boxplot and less preferred from *B. pisorum*. The most susceptible genotypes (high DS, represented on the opposite side of the biplot) was G5 (44.2%). According to the GGE biplot analysis, values of G4 and G5 to PC2 are distantly situated to zero. It pointed to greater variability (poorer stability). The variables of the above two genotypes were best expressed in E2 environments. The intermediate position was occupied by G3.

The two principal components determined 99.7% of the dispersion.

The GGE biplot based on the proportion of undeveloped larvae (Figure 3), analysis represented 97.8% of the total trait variation between two principal components. In this case,the most discriminative environment was E1 in which less rainfall was registered. Genotype 5 was the most responsive to that trait (the lowest value of PUL, 10.8%), and it was followed by G3, G2, G1 and G4 (12.3; 13.4; 13.3 and19.4%, respectively). According to the ordinate, G2 was the most stable, followed by G1 within the group of the lower undeveloped larvae. Lower variability had G3.

The genotype presenting the highest value in that trait and identified like strong sensitive was G4, followed by G5. Also, G4 had the highest value in E3, which had the strongest influence on its susceptibility.

Pearson correlations between DS and PUL with genotype as a weighting variable (r = - 0.861, p= 0.001) revealed a significantly high coefficient value, which suggests a strong negative association between both parameters.



Фиг. 3. GGE биплотът спрямо дела на недоразвита ларва (2012-2014). Генотипите са обозначени със символа "G" и съответното число от 1 до 5, както следва: G1-Глянс, G2-Свит, G3-Камертон, G4-Модус, G5-Плевен 4. Годините са обозначени с буквата Е и номера 1; 2; и 3 съответно за 2012, 2013 и 2014 г.

Fig. 3. The GGE biplot based on proportion of undeveloped larvae (2012-2014). The genotypes are designated with the symbol "G" and the respective number from 1 to 5, as follow: G1-Glyans, G2- Svit, G3-Kamerton, G4- Modus, G5-Pleven 4. The years are designated with the letter E and number 1; 2; and 3 for 2012, 2013 and 2014, respectively

Броят на повредените семена е по-добър показател за устойчивостта на семената в зависимост от броя на яйцата, снесени върху бобовете (Makanurn, 2010). Следователно е изчислено съотношението на повредените към здравите семена. От друга страна, въпреки че Модус (G4) се отличава с най-ниска степен на повредени семена и най-високия дял на недоразвити ларви, той е нестабилен и показа голяма чувствителност в трите проучвани среди. Глянс,

The number of seed damaged is a better indicator of seed resistance depending on the number of eggs laid on the pods (Makanurn, 2010). It, therefore, was calculated the ratio of damaged seed to healthy seeds. On the other hand, although Modus (G4) was distinguished with the lowest seed damage and the highest proportion of undeveloped larvae, it was unstable and showed great susceptibility in the three environments.

следван от Свит, се характеризират като стабилни генотипи през проучваните години по отношение на двата променливи параметъра (DS и PUL). При най-чувствителния сорт, Плевен 4, се наблюдава обратна тенденция.

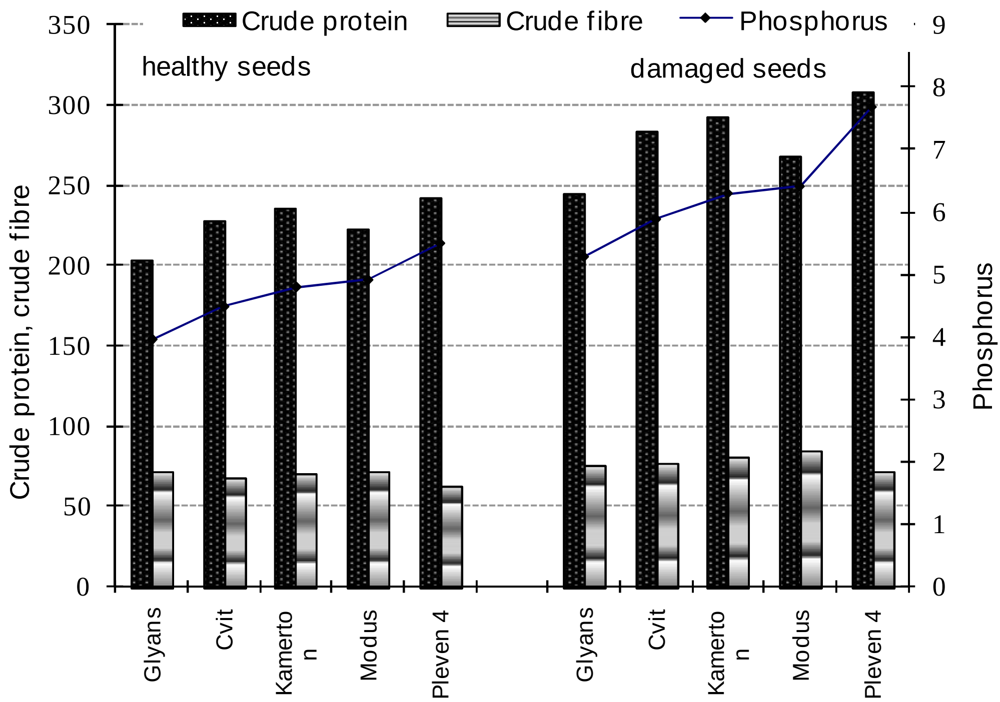
Няколко механизма на антибиоза биха могли да бъдат задействани в отговор на атаката от зърнояда. Намалените стойности на повредени семена или по-високият дял на недоразвити ларви при тези сортове може да бъде свързан с наличието на химически характеристики, които възпрепятстват проникването на ларвите.

При сравнителен анализ относно съдържанието на химически компоненти в семената е установено, че сортовете с по-ниско съдържание на протеин и фосфор се характеризират с по-ниско ниво на повредени семена (например Глянс и Модус) (Фигура 4).

In regards to both variable parameters (DS and PUL) like stable genotypes through studied years were Glyans, followed by Svit. In the most sensitive cultivar, Pleven 4, was observed a reverse trend.

Several antibiosis mechanisms could have been triggered in response to the pea weevil attack. The reduced values of seed damaged or higher proportion of undeveloped larvae in these cultivars could be related to the presence of chemical traits that hinder the penetration of the larvae.

In a comparative analysis, concerning the contents of chemical components in pea cultivars was found that cultivars with lower protein and phosphorus content had lower levels of damaged seeds (for example, Glyans and Modus) (Figure 4).



Фиг. 4. Химически характеристика на семената при сортове грах
Fig. 4. Chemical traits of seeds in pea cultivars

Предпочитанието на граховия зърнояд по отношение на съдържанието на суров протеин и фосфор в семената е свързано с по-висока концентрация. Това води до по-висока степен на повредени семена. Плевен 4 има най-високо съдържание на протеини и фосфор, което корелира с най-висок процент на повреда. Обратно, Глянс има най-ниското съдър-жание на суров протеин и фосфор в здравите семена, следван от Свит и Модус. Обратна тенденция се наблюдава по отношение на съдържанието на сурови влакна, като Плевен 4 има най-ниска стойност.

Подобна тенденция наблюдават Marzo et al. (1997), които откриват линейна зависимост между съдържанието на протеин и фитинова киселина и нападението от *B. pisorum* (r^2 = 0.735 и 0.732, съответно). Авторите обаче предполагат, че по-голямото съдържание на фитат и протеин намалява риска от заразяване с *Bruchus* в грахови семена. Противоположно мнение съобщават Odagiu и Porca (2002), според които химическите компоненти не оказват пряко влияние върху чувствителността спрямо брухидите, така че семената трябва да бъдат задълбочено проучени, за да се определи влиянието както на пигментите, така и на аминокиселините върху толерантността на бобовете.

В допълнение, резултатите от Фигура 4 показват, че съдържанието на суров протеин, сурови влакнини и фосфор нарастват в повредените спрямо здравите семена.

Увеличението на протеиновата концентрация може да се дължи на генерирането на протеини, свързани с отбрана след нападението от насекоми, което доди до по-високо съдържание на протеин в повредените семена. Подобни резултати са докладват в по-ранно проучване (Nikolova et al., 2009). Lawrence and Koundal (2002) установяват, че растенията се защитават, произвеждайки тези свързани с отбраната протеини във високи концентрации.

The preference of the pea weevil concerning to crude protein and phosphorus content in seeds was related to a higher concentration.

This resulted in a higher rate of damaged seeds. Pleven 4 had the highest protein and phosphorus content, which resulted in the highest damaged seed percent. On the contrary, Glyans had the lowest crude protein and phosphorus content in the healthy seeds, followed by Cvit and Modus. The opposite trend was observed concerning crude fibre content as Pleven 4 had the lowest value.

A similar trend observed Marzo et al. (1997), which found a linear correlation between both protein and phytic acid content and B. pisorum infestation (r2 = 0.735 and 0.732, respectively).

However, the authors suggest that greater phytate and protein contents reduce the risk of Bruchus infestation in pea seeds. The opposite opinion had Odagiu and Porca (2002), according to which the chemical components had no direct influence on the tolerance against bruchids so that grains must be deeply studied in order to determine the influence of both pigments, and amino acids on tolerance of pods.

Else, the results in Figure 4 indicated that the crude protein, crude fibre and phosphorus content in damaged seeds as compared with the healthy seeds were increased.

The increase in the protein concentration may be due to the generation of defence-related proteins after insect infestation, which resulted in higher protein content in damaged seeds. Similar results were reported in an earlier study (Nikolova et al., 2009).

Lawrence and Koundal (2002) was found that plants defend themselves by producing these defence-related proteins

Нашите резултати са подобни на Rani и Pratyusha (2013), които установяват, че нападнатото памучно растение съдържа по-високи нива на протеини от нормално растение. Според War et al. (2012) съдържанието на протеин е повишено в повредени от насекоми генотипи фъстъци в сравнение с незаразените контролни растения. Zubareva (2006) добавя, че вредата от граховия зърнояд води до увеличаване на общото съдържание на протеини за сметка на фракцията на албумин и предизвиква повишаване на активността на трипсиновите инхибитори почти двойно.

Настоящите резултати предполагат, че два сорта грах (Глянс и Свит) биха могли да се считат за толерантни към повредите на зърнояда и могат да се използват в селекционни програми.

at high concentrations. Our results are similar to Rani and Pratyusha (2013) who found that infested cotton plant expressed higher levels of proteins than a normal plant.

The protein content was increased in insect-damaged groundnut genotypes as compared to uninfected control plants according to War et al. (2012). Zubareva (2006) added that the pea weevil damage led to an increase of total protein content at the expense of albumin fraction and induced increase of trypsin inhibitor activity almost double.

The present data suggest that two pea cultivars (Glyns and Svit) could be tolerant to weevil damage and can be used through breeding programs.

ИЗВОДИ

- Сред проучвани сортове пролетен грах е установено, че докато повредените семена са положително свързан с максималната температура, количеството валежи и влажността на въздуха и отрицателно с Tmin, то делът на неразвитите ларви е положително свързан с Tmin, но е отрицателно зависим от дъждовете, влажността и Tmax.
- Модус се характеризира с най-ниска степен на повредени семена и висок дял на недоразвита ларва, но неговата реакция е нестабилна при променливите условия на околната среда. Сорт Глянс, последван от Свит се откроява с ниско ниво на повреда и значително висок процент на недораз-вита ларва, като същевременно сорто-вете заемат най-стабилни позиции през годините.
- Сортовете Глянс и Свит притежават по-ниско съдържание на протеин и фосфор в семена, което корелира с по-ниско ниво на повредени семена. Съчетаването на определени химични показатели, възпрепятстващи предпочитането на *B. pisorum*, може да се използва като маркери за толерантност срещу граховия зърнояд и като ефективен метод за защита на растенията.

CONCLUSIONS

- Among spring pea varieties studied, it was found that damaged seeds were positively related to Tmax, bulk precipitation and humidity and inversely to Tmin. The proportion of undeveloped larvae was positively related to Tmin but negatively to rain, humidity and Tmax.
- Modus had the lowest damaged seed degree and a high proportion of underdeveloped larvae, but its response was unstable under changing environments. The Glyans variety, followed by Svit, had a low damage rate and a considerably higher percentage of undeveloped larvae and the varieties occupied the most stable positions over the years.
- Varieties Glyans and Svit had a lower protein and phosphorus content in seeds, which correlated with a lower level of damaged seeds. The matching of several chemical traits in cultivars could be used as markers for tolerance against pea weevil, and like an effective method for plant defence.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Aryamanesh, N., O. Byrne, D. C. Hardie, T. Khan, K. H. M. Siddique and G. Yan**, 2012. Large-scale Density-based Screening for Pea Weevil Resistance in Advanced Backcross Lines Derived from Cultivated Field Pea (Pisum sativum) and Pisum fulvum. *Crop Pasture Sci,* 63, 612-618

2. **Aznar Fernandez, T., E. Carrillo Perdomo, F. Flores and D. Rubiales**, 2017. Identification and Multi Environment Validation of Resistance to Pea Weevil (Bruchus pisorum) in Pisum Germplasm. *Journal of Pesticide Sciences* on-line, DOI 10.1007/s10340-017-0925-1

3. **Bruce, T. J., J. L. Martin, L. E. Smart and J. A. Pickett**, 2011. Development of Semiochemical Attractants for Monitoring Bean Seed Beetle, Bruchus rufimanus. *Pest Manag Sci,* 67, 1303-1308.

4. **Byrne, O. M., D. C. Hardie, T. N. Khan, J. Speijers and G. Yan**, 2008. Genetic Analysis of Pod and Seed Resistance to Pea Weevil in a Pisum sativum x P. fulvum Interspecific Cross. *Aust J Agric Res,* 59, 854-862.

5. **Ceballos, R., N. Fernбndez, S. Zaciga and N. Zapata**, 2015. Electrophysiological and Behavioral Responses of Pea Weevil Bruchus pisorum L. (Coleoptera: Bruchidae) to Volatiles Collected from its Host Pisum sativum L. *Chil J Agric Res,* 75, 202-209.

6. **Clement, S. L., D. C. Hardie and L. R. Elberson**, 2002. Variation among Accessions of Pisum fulvum for Resistance to Pea Weevil. *Crop Sci,* 42, 2167-2173.

7. **FAOSTAT**, 2014. http://www.fao.org/faostat/en/#home

8. **Kirilov, A., I. Stoycheva and V. Vasileva**, 2016. Palatability of Annual and Perennial Legumes. Nutrition & Food Science, ISSN 2474-767X, 001-003

9. **Lawrence, P. K. and K. R. Koundal**, 2002.Plant protease inhibitors in control of phytophagous insects. *Electronic Jurnal of Biotechnology,* 5, 93-109.

10. **Makanurn, B.**, 2010. Phenotypic Characterization, Assessment of Genetic Diversity, Screening for Protein Content and Bruchid Infestation in Cowrea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) Genotypes. PhD Thesis. University of Agricultural Sciences, Dharwad, Karnataka, India.

11. **Marzo, F., A. Aguirre and R. Alonso**, 1997. Fertilization Effects of Phosphorus and Sulfur on Chemical Composition of Seeds of Pisum sativum L. and Relative Infestation by Bruchus pisorum L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 45, 1829-1833.

12. **Nikolova, I., A. Ilieva and I. Pachev**, 2009. Effect of the Damages Caused by Bruchus pisi L. (Coleoptera: Bruchidae) on Some Characteristics Related to Seed Quality in Different Varieties of Spring Forage Pea Depending on Susceptibility Degree. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* 12 (1), 151-167.

13. **Odagiu, A. and M. Porca**, 2002. The Influence of the Chemical Composition of Different Origin Beans (Ohaseolus vulgaris L.) on the Tolerance to the Bean Weevil (Acanthoscelides obtectus) Stroke. J*ournal of Central European Agriculture,* 4(1), 13-22.

14. **Pesho, G. R., F. J. Muehlbauer and W. H. Harberts**, 1977. Resistance of Pea Introductions to the Pea Weevil. *J Econ Entomol,* 70, 30-33.

15. **Rani, P.U. and S. Pratyusha**, 2013. Defensive Role of Gossypium hirsutum L. Anti-oxidative Enzymes and Phenolic Acids in Response to Spodoptera litura F. Feeding. J*ournal of Asia-Pacific Entomology,* 16, 131-136.

16. **Roubinet, E.**, 2016. Management of the Broad Bean Weevil (Bruchus rufimanus Boh.) in Faba Bean (Vicia faba L.). Department of Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU).

17. **Southgate, B. J.**, 1979. Biology of the Bruchidae. Annual Review of

Entomology, 24, 449-473.
18. **Stoycheva, I., A. Kirilov, Y. Naydenova and A. Katova**, 2016. Yield and Composition Changes of Temporary and Natural Pasture. In: Grassland Science in Europe, vol. 21.Eds. M. Höglind, A.K. Bakken, K.A. Hovstad, E. Kallioniemi, H. Riley, H. Steinshamn and L. Østrem., 3017-3019.
19. **Stoycheva, I., Y. Naydenova, V. Vasileva**, 2018. Changes in Composition, Plant Cell Walls Fiber Components and Enzyme Digestibility of Temporary and Natural Pasture. *Archiva Zootechnica,* 21 (1), 41-50.
20. **Szafirowska, A.**, 2012. The role of Cultivars and Sowing Date in Control of Broad Bean Weevil (Bruchus rufimanus Boh.) in Organic Cultivation. *Vegetable Crops Research Bulletin,* 77, 29-36.
21. **Teshome, A., E. Mendesil, M. Geleta, D. Andargie, P. Anderson, B. Remert, E. Seyoum, Y. Hillbur, K. Dagne and T. Bryngelsson**, 2015. Screening the Primary Gene Pool of Field Pea (Pisum sativum L. subsp. sativum) in Ethiopia for Resistance against Pea Weevil (Bruchus pisorum L.). *Genet Resour Crop Evol,* 62, 525-538.
22. **War, A. R., M. G. Paulraj, M. Y.War and S. Ignacimuthu**, 2012. Differential Defensive Response of Groundnut Germplasms to Helicoverpa armigera (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Plant Interactions,* 7, 45-55.
23. **Zubareva, C.**, 2006. Structural and Biochemical Characteristics of Pisum sativum L., Which Determine Resistance to Bruchus pisorum L. PhD Thesis, Orel State Agrarian University, Orel, Russia.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (1), 98-107
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Селективност на хербицида Пледж 50 ВП (Флумиоксазин – 500 g/l) при соя (*Glycine max* [L.] Merr.)

Пламен Маринов-Серафимов[1]*, Гордана Глаткова[2]

[1]Институт по фуражните култури, 5800 Плевен, България
[2]Университет "Св. Кирил и Методий", Земеделски институт, Скопие, Република Северна Македония

Selectivity of the Herbicide Pledge 50 WP (Flumioxazin - 500 G/KG) in Soybean (*Glicine max* [L.] Merr.)

Plamen Marinov-Serafimov[1]*, Gordana Glatkova[2]

[1]Institute of Forage Crops, 5800 Pleven, Bulgaria
[2]University "Ss Cyril and Methodius", Institute of Agriculture, Skopje, Republic North Macedonia
**E-mail: plserafimov@abv.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

С цел установяване селективността на хербицида Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50 ВП) в опитното поле на Опитна станция по соята - Павликени е изведен полски опит със соя сорт „Сребрина". Изследването е проведено на средно излужен чернозем и включва следните варианти: V_1 – Контрола - нетретирана; V_2 – Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50ВП) в дози 80 и 120 g/ha приложен след сеитба, преди поникване на културата и еталон - Метрибузин - 700 g/kg (Зино 70ВП) - в доза – 500 g/ha; V_3 – Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50ВП) в дози 80 и 120 g/ha приложен BBCH 13 на културата и еталон – Имазамокс 40 g/l (Пулсар 40) - в доза – 0.5 l/ha + ДЕШ аджувант в доза 1.0 l/ha. Въз основа на изведените опити и от анализа на получените резултати могат да се направят следните изводи: Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50 ВП) в проучваните дози 80 и 120 g/ha е с

SUMMARY

In order to establish the selectivity of the herbicide Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) in the experimental field of Experimental Station on Soybean - Pavlikeni, field experiment with soybean variety "Srebrina" was conducted. The study was conducted on average leached chernozem, and includes variants: V_1 - Control - untreated; V_2 - Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) at doses of 80 and 120 g/ha applied pre-emergence and standard - Metribuzin - 700 g/kg (Zino 70 WP) - in the dose - 500 g/ha; V_3 - Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) at doses of 80 and 120 g/ha applied in growth stage BBCH 13 of the culture and standard - Imazamox 40 g/l (Pulsar 40) - in the dose – 0.5 l/ha + Dach adjuvant at a dose of 1.0 l/ha.

Based on the deduced trial and the analysis of the obtained results can draw the following conclusions: Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) at the tested висока селективност (бал 1) и не оказва отрицателно влияние върху структурните елементи на добива при тествания сорт соя – “Сребрина”, като разликите са статистически недоказани (P=0.05), спрямо приетия за еталон Метрибузин - 700 g/kg (Зино 70 ВП). Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50 ВП) може да се използва за третиране на соя след сеитба, преди поникване на културата; Пледж 50 ВП в доза 80 g/ha, във фенофаза BBCH 13 на соята предизвиква от умерен до средно силен фитотоксичен ефект (бал 3-4) изразяващи се в скъсяване и удебеляване на нерватурата, плисиране и дорзално завиване в основата на листната петура с хлоротичен венец по периферията ú. Установява се слабо изоставане в растежа на растенията. С увеличаване на дозата на хербицида 120 g/ha наблюдаваните симптоматични повреди се засилват – бал 5; Ограничената селективност на Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50ВП) приложен във фенофаза BBCH 13 се изразява в намаляване хабитуса на соевите растения, докато структурните елементи на добива са практически близки (от -2.5 до +9.5%) в сравнение с тези отчетени при еталона Пулсар 40 в доза – 0.5 l/ha + ДЕШ аджувант 1.0 l/ha.

Ключови думи: соя, селективност, фитотоксичност, хербицид

doses of 80 and 120 g/ha has high selectivity (score 1) and did not adversely affect the structural elements of the yield of the tested soybean variety "Srebrina", the differences are being statistically insignificant (P=0.05), compared to Metribuzin - 700 g/kg (Zino 70 WP). Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) can be used to treatment soybean after sowing before emergence of the crop; Pledge 50 WP applied at a dose of 80 g/ha, in soybean in growth stage BBCH 13, had from weak to medium-strong phytotoxic effect (score 3-4) resulting in shortening and thickening of the nerve, pleating and dorsal twisting at the base of the leaves with a chlorotic crown at its periphery.

A slight lag in plant growth is found - the stem is short and slightly thickened. By increasing the dose of herbicide 120 g/ha observed symptomatic damage intensify - score 5; The limited selectivity of Pledge 50 WP applied in growth stage BBCH 13 degrades the viability of soybean plants, while the structural elements of yield are practically close (from -2.5 to +9.5%) compared to those reported for Pulsar 40 in the dose – 0.5 l/ha + Dach adjuvant 1.0 l/ha used as standard.

Key words: soybean, selectivity, phytotoxicity, weeds, herbicides, productivity

УВОД

Плевелните видове, наред с болестите и неприятелите са един от основните фактори, които ограничават възможностите за получаване на стабилни и качествени добиви от соево зърно Abdelhamid and El-Metwally (2008); Bali et al. (2016). Характерна биологична особеност на соята е бавния темп на отрастване в началните етапи от развитието ú, което я прави силно уязвима на конкурентното въздействие на плевелите (Hartzler, 2007; Rich and Renner, 2007; Abdelhami and El-Metwally, 2008; Keramati et al., 2008;

INTRODUCTION

Weed species, along with diseases and pests, are one of the main factors limiting the ability to obtain stable and high-quality soybean yields Abdelhamid and El-Metwally (2008); Bali et al. (2016). A characteristic biological feature of soybean is the slow rate of growth in the initial stages of its development, which determines its strong sensitivity to the competitive impact of weeds (Hartzler, 2007; Rich and Renner, 2007; Abdelhami and El-Metwally, 2008; Keramati et al., 2008; Fickett et al., 2013).

Fickett et al., 2013). Редица проучвания показват, че намалението на добива от соево зърно зависи от степента и продължителността на заплевеляване на посева и от количеството и разпределението на валежите по фенофази от развитието на културата (Alexieva and Stoimenova, 2004; Marinov-Serafimov, 2005; Chirila and Chirila, 2008; Nagaraju and Kumar, 2009). Ефикасната борба срещу плевелните видове в соевите посеви заема важно място в технологията на отглеждането ú, поради което, хербицидите (доказани със своята ефикасност, лесна приложимост и бързо инициално действие) заемат най-голям дял от използваните пестициди (Tzi-Bun, 2011; Silva et al., 2013). Ограниченото предлагане на хербициди у нас, за борба срещу плевелите в соевите посеви е в резултат на рестриктивните изисквания на ЕС при използването на хербициди и от конюнктурата на пазара, при която от търговската мрежа отпадат и/или се заменят някои хербициди и/или се предлагат такива с „нови“ активни бази. Всичко това налага извършване на системни проучвания за търсене на „нови” хербициди предлагани на пазара с висока селективност към соята.

Според Hatton et al. (1996) и Negrisoli (2014) селективността се отнася до способността на хербицидите да унищожават заплевелителите при различни селскостопански култури, но без да оказват фитотоксично въздействие върху растежните и репродуктивни прояви на културните видове и сортове растения. В проучванията си Devine et al. (1993) установяват, че растителните видове и сортове проявяват различна чувствителност към определен хербицид.

Целта на изследването е да се установи селективността на хербицида Флумиоксазин 500 g/kg (Пледж 50ВП) приложен след сеитба, преди поникване на културата и вегетационно във фаза трети троен лист при соя сорт “Сребрина”.

A number of studies show that the decrease in soybean grain yield depends on the degree and duration of weed infestance, and on the amount and the distribution of precipitation by phenophases from the development of culture (Alexieva and Stoimenova, 2004; Marinov-Serafimov, 2005; Chirila and Chirila, 2008; Nagaraju and Kumar, 2009). Effective control of weed species in soybean crops is central to its cultivation technology, which is why herbicides (proven by their efficacy, easy applicability and quick initial action) have the highest share of pesticides used (Tzi-Bun, 2011; Silva et al., 2013).

The limited supply of herbicides in our country to control weeds in soybean crops is a result of the EU’s restrictive requirements for the use of herbicides and the market situation in which certain herbicides are not offered and/or replace some herbicides/ or marketed those with "new" active substances.

All this necessitates systematic studies to search for "new" herbicides on the market with high selectivity for soybeans.

According to Hatton et al. (1996) and Negrisoli (2014) selectivity refers to the ability of herbicides to destroy weeds in different crops, but without having a phytotoxic effect on the growth and reproductive effects of cultivated species and plant varieties.

In their studies, Devine et al. (1993) found that plant species and varieties have different susceptibility to herbicides.

The purpose of the study was to determine the selectivity of the herbicide Flumioxazine 500 g/kg (Pledge 50 WP) applied after sowing, before the emergence of the crop and vegetatively in soybean growth stages three trifoliate leaves at variety Srebrina.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследванията са изведени в опитното поле на Опитна станция по соята - Павликени върху средноизлужен чернозем при неполивни условия. Опитът е заложен по перпендикулярен метод в четири повторения с големина на реколтна парцела 5 m^2 със соя сорт "Сребрина" и включва следните варианти: V_1 – Контрола – нетретирана; V_2 – Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50 ВП) в дози 8 g/da (80 g/ha) и 12 g/da (80 g/ha) и еталон - Метрибузин - 700 g/kg (Зино 70ВП) - в доза – 50 g/da (500 g/ha), приложени след сеитба, преди поникване на културата (ССПП); V_3 – Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50ВП) в дози 8 g/da (80 g/ha) и 12 g/da (80 g/ha) и еталон – Имазамокс 40 g/l (Пулсар 40) - в доза – 50 ml/da (0.5 l/ha) + ДЕШ аджувант в доза 100 ml/da (1.0 l/ha), приложен във фенофаза трети троен лист на културата (BBCH 13) (Hess et al., 1997).

Внасянето на хербицидите е извършено с гръбна пръскачка „PTP 18" с конична дюза, налягане P max 3 bar, V max 1.64 l и Q max 0.64 l/min при разход на работен разтвор – 50 l/da (500 l/ha) за хербицидите приложени след сеитба, преди поникване (ССПП) на културата и 40 l/da (400 l/ha) за хербицидите приложени във фаза трети троен лист (BBCH 13) на соята.

Определяни са следните показатели, съобразно проучваните фактори на 7, 14, 20, 30 и 45 ден след поникване или след третиране на културата. Визуални отчитания в балове, за определяне на фитотоксичността на хербицидите по логаритмична скала на EWRS (European Weed Research Society) (бал 1 – без повреди, бал 9 – напълно унищожени растения) OEPP/EPPO (2014); Жизненост (V_i) (бал 0 - напълно унищожени растения, бал 10 растенията са без повреди) (Shinggu et al., 2009).

Преживяемостта на растенията е определена след предварително *arcsin* -

MATERIAL AND METHODS

The studies were performed in the experimental field of Experimental Station on Soybean - Pavlikeni on medium-leached chernozem under non-irrigated conditions. The experiment was set up using the perpendicular method in three replicates and the size of the harvested plot of 5 m^2 with the soybean variety Srebrina and includes the following variants: V_1 - Control untreated; V_2 - Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) at doses of 8 g/da (80 g /ha) and 12 g/da (80 g/ha) and standard - Metribuzin - 700 g/kg (Zino 70 WP) - at a dose of 50 g/da (500 g/ha), applied after sowing, before emergence of the crop (pre-emergence); V_3 - Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) at doses of 8 g/da (80 g/ha) and 12 g/da (80 g/ha) and standard - Imazamox 40 g/l (Pulsar 40) - in dose - 50 ml/da (0.5 l/ha) + Desh adjuvant at a dose of 100 ml/da (1.0 l/ha), applied to the three trifoliate leaves (BBCH 13) (post-emergence) (Hess et al., 1997).

The application of herbicides was carried out with a back spraying machine "PTP 18" with conic nozzle, pressure P max 3 bar, V max 1.64 l, and Q max 0.64 l/min at the working solution - 50 l/da (500 l/ha) for the herbicides applied after sowing, before emergence (pre-emergence) of the crop and 40 l/da (400 l/ha) for the herbicides applied in the three trifoliate leaves (BBCH 13) (post-emergence) of soybean.

The following characteristics were assessed according to the factors studied at 7, 14, 20, 30 and 45 days after emergence or after treatment of the culture. Visual scores in scores for the phytotoxicity of herbicides on the EWRS (European Weed Research Society) scale (score 1 - no damage, score 9 - completely destroyed plants) OEPP/EPPO (2014); Vitality (Vi) (score 0 - completely destroyed plants, score 10 plants without damage) (Shinggu et al., 2009).

The plant survival was calculated after preliminary arcsin - transformation трансформиране по формулата:

following the formula:

$$Y = \arcsin\sqrt{\left(x_{\%}/100\right)}$$ (Anant, 1996)

Структурни елементи на добива - брой бобове, брой семена от едно растение и брой семена в един боб, (бр.), тегло на семената от едно растение, g и тегло на едно семе, g.

В опитите площи през цялата вегетация на културата, наличните плевелни видови са отстранявани ръчно King et al. (2001).

Експерименталните данни са обработени с помощта на софтуерните продукти Statgraphics Plus for Windows Ver. 2.1 и Statistica Ver. 10.

Structural elements of production - number of pods per plant, number of seeds per plant and number of seeds per pods (pcs.), weight of seeds per plant, g and weight per seed, g.

In the experimental areas throughout the vegetation of the crop, the available weed species were removed by hand by King et al. (2001).

Experimental data was calculated using the softwares Statgraphics Plus for Windows Ver. 2.1 and Statistica Ver. 10.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В агрометеорологично отношение вегетационния период на соята (IV-IX) през годините на проучване (2008-2010 г.) се различават в сравнение със същите за многогодишния период (1961-2000 г.) (Таблица 1).

RESULTS AND DISCUSSION

In agrometeorological attitude, the soybean vegetation period (IV-IX) during the study years (2008-2010) differs from compared to the same of the the multiannual period (1961-2000) (Table 1).

Таблица 1. Агрометеорологични показатели през вегетационния период на соята
Table 1. Agrometeorological conditions during the growing period of soybean

Период Period	Вегетационен период / Vegetation period						Средно за IV – IX Average for IV – IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Температура на въздуха, t^0 *C* / Temperature of the air, t^0 *C*							t^0 *C*
2008	13.3	18.1	22.6	23.8	26.3	18.1	20.4
2009	13.0	18.5	22.4	24.2	24.6	19.0	20.3
2010	12.7	17.8	21.1	23.1	25.3	18.8	19.8
1961-2000	12.1	16.9	20.7	22.5	21.8	17.8	18.6
Месечни суми на валежите, *mm* / Monthly precipitation amounts, *mm*							*mm*
2008	59.8	37.1	27.3	38.2	0.2	65.0	227.6
2009	27.4	26.1	56.7	41.1	1.8	77.5	230.6
2010	79.6	104.9	95.8	88.5	11.3	33.9	414.0
1961-2000	52.2	66.6	59.4	53.0	51.2	40.0	322.4
Индекс на сухота De Martonne / De Martonne aridity index, I_{ar}-*DM*							I_{ar}-*DM*
2008	30.7	15.8	10.0	13.6	0.1	27.8	16.3
2009	14.3	11.0	21.0	14.4	0.6	32	15.6
2010	42.1	45.3	37.0	32.1	3.8	14.1	29.1
1961-2000	28.3	29.7	23.2	19.6	19.3	17.3	22.9

Резултатите от визуалните отчитания в балове за установяване фитотоксичността по скалата на EWRS показват, че хербицидът Пледж 50 ВП внесен след сеитба, преди поникване

The results of visual readings in the phytotoxicity scores on the EWRS scale indicate that the herbicide Pledge 50 WP imported after sowing before the emergence of the crop had very good на културата е с много добра селективност (бал 1). Приложен в стандартна доза – 80 g/ha (регистриран за приложение при царевица и слънчоглед) и в завишена доза – 120 g/ha, не предизвиква видими фитотоксични изменения (бал 1) при тествания сорт соя - „Сребрина“ и неуказва влияние върху жизнеността на културата (Таблица 2).

Получените експериментални резултати са в съответствие с установените от Nádasy et al. (2000); Niekamp and Johnson (2001); Beres et al. (2002), които съобщават за установена висока селективност на хербицида Пледж 50 ВП при соя и царевица, приложен след сеитба, преди поникване на културата и висока ефикасност на продукта срещу инвазивни широколистни плевелни видове.

Аналогични са и получените резултати в експерименталната работа на Rankova and Popov (2011) според които Пледж 50 ВП е с много добра хербицидна ефективност срещу плевелите видове в млади сливови насаждения, с продължителен хербициден ефект (до 5 месеца) след третирането и с много добра селективност към дърветата.

selectivity (score 1). Applied at a standard dose of 80 g/ha (registered for use by maize and sunflower growers) and at an increased dose of 120 g/ha, does not cause visible phytotoxic changes (score 1) in the tested soybean variety „Srebrina“ and does not cause impact on the vitality of the culture (Table 2).

The experimental results obtained are in accordance with those established by Nádasy et al. (2000); Niekamp and Johnson (2001); Beres et al. (2002), which report a high selectivity of Pledge 50 WP herbicide in soybean and maize applied after sowing, before emergence of the crop and high product efficiency against invasive broad-leaved weeds.

The results obtained in the experimental work of Rankova and Popov (2011) are similar, according to which Pledge 50 WP has very good herbicidal effectiveness against weed species in young plum plantations, with a long herbicidal effect (up to 5 months) after treatment and with very good selectivity to the trees.

Таблица 2. Фитотоксичност на хербицида Пледж 50ВП при соя сорт „Сребрина”

Table 2. Phytotoxicity of the herbicide Pledge 50 WP at the soybean variety "Srebrina"

№	Хербицид Herbicide	Доза Rate, g (l) ha	Фитотоксичност и жизненост / Phytotoxicity and vigor										Приложение Application
			7 DAE		14 DAE		20 DAE		30 DAE		45 DAE		
Коефициенти/Coefficients			*EWRS*	*Vi*	*EWRS*	*Vi*	*EWRS*	*Vi*	*EWRS*	*Vi*	*EWRS*	*Vi*	
Контрола - нетретирана Control - untreated		-	-	10	-	10	-	10	-	10	-	10	-
1	Пледж 50 ВП Pledge 50 WP	80.0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	ССПП/ Pre - emergence
		120.0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	
	Зино 70 ВП Zino 70 WP	0.5	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	
2	Пледж 50 ВП Pledge 50 WP	80.0	3.7	6	3.7	6	2.7	7	1	10	1	10	BBCH 13 Post - emergence
		120.0	5.0	5	5.0	5	4.7	5	1	10	1	10	
	Пулсар 40+ДЕШ Pulsar 40+Dach	0.5+1.0	1.7	10	0	10	0	10	0	10	0	10	

Легенда: DAE – дни след поникване;-фитотоксичност по скалата на EWRS; Vi – жизненост на културата; ССПП – след сеитба, преди поникване.*

*Legend: DAE - days after emergence; * -phytotoxicity in the scale of EWRS; Vi –crop vigor; ASBE - after sowing, before emergence.*

При прилагането на Пледж 50 ВП в доза 80 g/ha, във фенофаза BBCH 13 на соята се наблюдава от умерен до средно силен фитотоксичен ефект (бал 3-4) изразяващи се в скъсяване и удебеляване на нерватурата, плисиране и дорзално завиване в основата на листната петура с хлоротичен венец по периферията ú. Установява се слабо изоставане в растежа на растенията - стеблото е скъсено и леко удебелено.

С увеличаване на дозата на хербицида (120 g/ha) наблюдаваните фитотоксични повреди по растенията се засилват – бал 5. С удължаване продължителността на вегетацията 30 дни след поникването, новопоявилите се листа са без видими изменения от въздействието на хербицида (бал 1), което може да се обясни с контактното действие на продукта (Marks, 2003).

До края на вегетацията на културата в опитните парцели третирани с по-високата доза на хербицида се запазва диференциацията със съответния еталон. Селективността на приложения хербициди в зависимост от чувствителността на соята, по отношение дозата на приложение е в отрицателна корелационна зависимост (*r* е в диапазона от -0.976 до 0.999) от жизнеността на културата, но само до 30 ден след третирането.

Анализът на резултатите (Таблица 3) показват, че Пледж 50 ВП приложен след сеитба, преди поникване на културата в доза 80 и 120 g/ha не оказва отрицателно влияние върху структурните елементи на добива, като разликите са статистически недоказани (P=0.05), спрямо приетия за еталона Зино 70 ВП. Ограничената селективност на Пледж 50 ВП приложен вегетационно във фенофаза BBCH 13 влошава жизнеността на соевите растения, докато структурните елементи на добива са практически близки (от -2.5 до +9.5%) в сравнение с тези, отчетени при еталона Пулсар 40 в доза – 0.5 l/ha + ДЕШ аджувант 1.0 l/ha..

After application of Pledge 50 WP herbicide at a dose of 80 g/ha, in soybean in growth stage BBCH 13, had from weak to medium-strong phytotoxic effect (score 3-4) resulting in shortening and thickening of the nerve, pleating and dorsal twisting at the base of the leaves with a chlorotic crown at its periphery. A slight lag in plant growth is found - the stem is short and slightly thickened.

With increasing dose of the herbicide (120 g/ha), the observed plant phytotoxic damage increased - score 5. By extending the growing season 30 days after emergence, newly emerged leaves are free of visible changes in the effects of the herbicide (score 1), which can be explained by the contact action of the product (Marks, 2003).

Until the end of the growing season of the crop, differentiation with the relevant standard is maintained in the experimental areas treated with the higher dose of the herbicide. The selectivity of the applied herbicides, depending on the sensitivity of the soybean, with respect to the application dose is negatively correlated (*r* is in the range -0.976 to 0.999) of the viability of the crop, but only up to 30 days after treatment.

The analysis of the results (Table 3) showed that the herbicide Pledge 50 WP applied after sowing, before emergence of the crop at doses 80 and 120 g/ha did not adversely affect the structural elements of the yield, with differences being statistically insignificant (P=0.05). compared to the accepted Zino 70 WP as standard. The limited selectivity of Pledge 50 WP applied in growth stage BBCH 13 degrades the viability of soybean plants, while the structural elements of yield are practically close (from -2.5 to + 9.5%) compared to those reported for Pulsar 40 in the dose – 0.5 l/ha + Dach adjuvant 1.0 l/ha used as standard.

Таблица 3. Структурни елементи на добива в при соя в зависимост от приложението на хербицида Пледж 50 ВП

Table 3. Structural components of the yield at the soybean depending on the application of the herbicide Pledge 50 WP

№	Хербицид Herbicide	Доза Rate, g (l) ha	Фитотоксичност и жизненост, дни след поникване Phytotoxicity and vigor days after germination										Прило-жение Appli-cation
			NBP	*%*	*NSP*	*%*	*NSB*	*%*	*WSP*	*%*	*WSS*	*%*	
Контрола - нетретирана Control -untreated		-	40.5^{a}		77.8^{a}		2.2^{ab}		10.0^{b}		0.11^{a}		-
1	Пледж 50 ВП Pledge 50 WP	80.0	99.3^{a}	99.3	62.1^{a}	99.8	2.2^{a}	95.7	7.4^{a}	95.7	0.10^{a}	95.7	ССПП/ ASBE Pre-emer-gence
		120.0	106.2^{a}	106.2	65.9^{a}	105.9	2.3^{a}	100.0	7.8^{a}	100.0	0.10^{a}	100.0	
	Зино 70 ВП Zino 70 WP	500.0	100.0^{a}	100.0	62.2^{a}	100.0	2.3^{a}	100.0	7.3^{a}	100.0	0.11^{a}	100.0	
2	Пледж 50 ВП Pledge 50 WP	80.0	97.5^{a}	97.5	72.8^{a}	101.7	2.3^{b}	109.5	8.7^{a}	109.5	0.11^{a}	109.5	BBCH 13 Post-emer-gence
		120.0	97.5^{a}	97.5	71.5^{a}	99.9	2.2^{ab}	104.8	8.7^{a}	104.8	0.11^{a}	104.8	
	Пулсар 40 + ДЕШ Pulsar 40 + Dach	0.5+1.0	100.0^{a}	100.0	71.6^{a}	100.0	2.1^{a}	100.0	8.4^{a}	100.0	0.12^{a}	100.0	

Легенда: NBP - Брой бобове от едно растение, бр; NSP - Брой семена от едно растение, бр.; NSB - Брой семена в един боб, бр.; WSP - Тегло на семената от едно растение, g; WSS - Тегло на едно семе, g; % - процент спрямо еталона.

Legend: NBP - Number of beans per plant, num.; NSP - Number of seeds per plant, num.; NSB - Number seeds in one beans, num.; WSP - Weight of seeds of a plant, g; WSS - Weight of a single seed, g; % - Percentage of the standard.

ИЗВОДИ

Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50 ВП) в проучваните дози 80 и 120 g/ha е с висока селективност (бал 1) и не оказва отрицателно влияние върху структурните елементи на добива при тествания сорт соя – “Сребрина”, като разликите са статистически недоказани (P=0.05), спрямо приетия за еталон Метрибузин - 700 g/kg (Зино 70ВП). Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50 ВП) може да се използва за третиране на соя след сеитба, преди поникване на културата.

Пледж 50 ВП в доза 80 g/ha, във фенофаза BBCH 13 на соята предизвиква от умерен до средно силен фитотоксичен ефект (бал 3-4) изразяващи се в скъсяване и удебеляване на нерватурата, плисиране и дорзално завиване в основата на листната петура с хлоротичен венец по периферията й. Установява се слабо изоставане в растежа на растенията. С увеличаване на дозата на хербицида 120 g/ha

CONCLUSIONS

Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) at the tested doses of 80 and 120 g/ha has high selectivity (score 1) and did not adversely affect the structural elements of the yield of the tested soybean variety "Srebrina", the differences are being statistically insignificant (P=0.05), compared to Metribuzin - 700 g/kg (Zino 70 WP). Flumioxazin - 500 g/kg (Pledge 50 WP) can be used to treatment soybean after sowing before emergence of the crop.

Pledge 50 WP applied at a dose of 80 g/ha, in soybean in growth stage BBCH 13, had a from weak to medium-strong phytotoxic effect (score 3-4) resulting in shortening and thickening of the nerve, pleating and dorsal twisting at the base of the leaves with a chlorotic crown at its periphery. A slight lag in plant growth is found - the stem is short and slightly thickened. By increasing the dose of herbicide 120 g/ha observed наблюдаваните симптоматични повреди се засилват – бал 5.

Ограничената селективност на Флумиоксазин - 500 g/kg (Пледж 50ВП) приложен във фенофаза BBCH 13 се изразява в намаляване хабитуса на соевите растения, докато структурните елементи на добива са практически близки (от -2.5 до +9.5%) в сравнение с тези отчетени при еталона Пулсар 40 в доза – 0.5 l/ha + ДЕШ аджувант 1.0 l/ha.

symptomatic damage intensify - score 5.

The limited selectivity of Pledge 50 WP applied in growth stage BBCH 13 is the degrades the viability of soybean plants, while the structural elements of yield are practically close (from -2.5 to + 9.5%) compared to those reported for Pulsar 40 in the dose – 0.5 l/ha + Dach adjuvant 1.0 l/ha used as standard.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abdelhamid, M. and I. El-Metwally**, 2008. Growth, Nodulation, and Yield of Soybean and Associated Weeds as Affected by Weed Management. *Planta Daninha,* 26(4), 855-863. https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000400017.
2. **Alexieva, S. and I. Stoimenova**, 2004. Soybean Growth under *Amaranthus Retroflexus* L. on Two Soil Types – II. Soybean Yield under *Amaranthus Retroflexus* L. Infestation. *Acta Herbologica*, 13(1), 141 - 146.
3. **Anant, K.**, 1996. Book Reviews: Hinkelman K, Kempthorne O. (1994). Design and Analysis of Experiments. Vol. I: Introduction to Experimental Design. New York: John Wiley and Sons, Inc. pp.495.
4. **Bali, A., B. R. Bazaya, L. Chand and S. Swami**, 2016. Weed Management in Soybean (*Glycine Max* L.). *The Bioscan,* 11(1), 255-257(Supplement on Agronomy).
5. **Beres, I., A. Horn, I. Liscsinszky and G. Kazinczi**, 2002. Weed Control with Flumioxazin in Maize. *Journal of Plant Diseases and Protection,* 29, 779-783.
6. **Chirila, S. and P. Chirila**, 2008. Research Regarding Soybean Crop Critical Period to Weedharmfulness Lucrari Stiiniufica-Universitatae de Stiinte Agro. *Bucuresti. Seria A, Agronomie,* 51, 507-512.
7. **Devine, M., S. Duke and C. Fedtke**, 1993. Physiology of Herbicide Action. Englewood Cliffs: Prentice Hall, pp. 441.
8. **Fickett, N., Ch. Boerboom and D. Stoltenberg,** 2013. Soybean Yield Loss Potential Associated with Early-Season Weed Competition Across 64 Site-Years. *Weed Science,* 61(3), 500-507.
9. **Hatton, P., D. Dixon, D. Cole and R. Edwards**, 1996. Glutathione Transferase Activities and Herbicide Selectivity in Maize and Associated Weed Species. *Pesticide Science*, 46, 267-275.
10. **Hartzler, B.**, 2007. Protecting Soybean Yields from Early-Season Competition. *Integrated Crop Management*, IC-498 (3), 76.
11. **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 Description of the Growth Stages of Mono - and Dicotyledonous Weed Species. *Weed Research*, 37, 433-441.
12. **Keramati, S., H. Pirdashti, M. Esmail, A. Abbasain and M. Habibi**, 2008. The Critical Period of Weed Control in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in North of Iran Conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(3), 463-467.
13. **King, C., L. Purcell and E. Vories**, 2001. Plant Growth and Nitrogenase Activity of Glyphosate-Tolerant Soybean in Response to Foliar Glyphosate Applications. *Agronomy Journal,* 93, 79-186.

14. **Marinov-Serafimov, Pl.**, 2005. Study on the Competitive Relationship between Soybean and Black Nightshade (*Solanum nigrum* L.) under the Conditions of Leached Chernozem in Northern Bulgaria. Ph.D. Thesis, Institute of Forage Crops. Pleven, Bulgaria (Bg).
15. **Marks, R.**, 2003. Evaluation of the New Active Flumioxazin in the Product Pledge 500 WG Herbicide. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, ISSN1443-1335, Canberra, Australia, pp. 49.
16. **Nádasy, E., É. Lehoczky, P. Lukács and P. Ádám**, 2000. Influence of Different Pre-Emergence Herbicides on the Growth of Soybean Varieties. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft,* XVII, 635-639.
17. **Nagaraju, A. P. and H. Kumar**, 2009. Critical Period of Weed Interference in soybean under Alfisols. *Mysore Journal of Agricultural Sciences,* 43(1), 28-31.
18. **Negrisoli, E., E. Velini, G. Tofoli, A. Cavenaghi, D. Martins, J. Morelli and A. Costa**, 2014. Selectivity of Pre-Emergence Herbicides to Sugarcane Treated with Nematicides. *Planta Daninha,* 22, 567-575.
19. **Niekamp, J. and W. Johnson**, 2001. Weed Management with Sulfentrazone and Flumioxazin in No-Tillage Soybean (*Glycine Max*). *Crop Protection,* 20(3), 215-220 ·DOI: 10.1016/S0261-2194(00)00129-0
20. OEPP/EPPO, 2014. EPPO Bulletin PP 1/135 (4) Phytotoxicity Assessment. 44(3), 261-564.
21. **Rankova, Z. and S. Popov**, 2011. Effect of the Soil Herbicide Flumioxazin (Pledge 50 WP) on Weed Infestation and Vegetative Habits of Young Plum Plantations. *Acta Agriculturae Serbica,* XVI(31), 51-57.
22. **Rich, A. and K. Renner**, 2007. Row Spacing and Seeding Rate Effects on Eastern Black Nightshade (*Solanum Ptycanthum*) and Soybean. *Weed Technology,* 21(1), 124-130.
23. **Silva, A., L Galon, I. Aspiazú, E. Ferreira, G. Concenço, E. Ramos and P. Rocha,** 2013. Soybean - Pest Resistance: Chapter 4: Weed Management in the Soybean Crop. Publisher: licensee InTech, DOI: 10.5772/54596.
24. **Shinggu, C., S. Dadari, J. Shebayan, D. Adekpe and D. Ishaya**, 2009. Effects of Variety, Crop Arrangement and Period of Weed Interference on the Performance of Maize Grown in Mixture in Northern Guinea Savannah of Nigeria. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 4(2), 47-55.
25. **Tzi-Bun, Ng.**, 2011. Soybean - Applications and Technology. Chapter 11 Weed Competition in the Soybean Crop Management in Brazil. SBN 978-953-307-207-4, 412 pages Publisher: InTech.