

Zhekova, E. (2017). Evaluation of alfalfa germplasms for productivity and tolerance to alfalfa root longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.: Coleoptera, Cerambycidae). *Rastenievadni nauki/Bulgarian Journal of Crop Science*, 54(3), 28-40 (Bg).

Оценка на люцернови генплазми за продуктивност и толерантност към люцерновия сечко (*Plagionotus floralis* Pall.: Coleoptera, Cerambycidae)

Евгения Жекова

Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик” – Русе

E-mail: e.d.zhekova@abv.bg

Резюме

През периода 2010-2013 г. в опитното поле на ИЗС „Образцов чифлик” е изведен конкурс сортов опит (КСО) с шест генплазми люцерна. При естествена популационна плътност на люцерновия сечко (*Plagionotus floralis* Pall.) са отчетени относителното количество на растенията с повреди по корените от ларвите на неприятеля и добивът на суха маса и на семена. Целта на изследването е да се направи оценка на люцерновите генплазми за продуктивност и толерантност към люцерновия сечко за нуждите на селекционни програми, свързани с търсене на гени за висока продуктивност на люцерната и за устойчивост на културата към вредители. Резултатите показват, че три- и четиригодишните генплазми SP–СП 08, SP–СП 08-1 и SP–VK 09 запазват най-нисък относителен дял на повредите спрямо стандарта Приста 3 през две от изследваните четири години, което дава основание за продължаване на изследванията с тях за търсене на подходяща зародишна плазма за толерантност на люцерната към люцерновия сечко. Генплазмите SP–СП 08-1, SP–СП 08 и SP–СП 05 са превишили добива на сухо вещество на стандарта през две от изследваните четири години, което дава основание за продължаване на изследванията по създаване на сортове с висок добив на сухо вещество. Генплазмите SP–СП 08-1 и SP–СП 09 превишават в най-висока степен добива на семена спрямо стандарта и се явяват подходяща зародишна плазма за създаване на сортове с висок добив на семена. Генплазмата SP–СП 08-1 показва най-добри комплексни резултати при проведеното изпитване в условията на КСО, поради което дава основание да бъде включена в селекционни програми, свързани с търсене на гени за висока продуктивност на люцерната и за толерантност на културата към вредители.

Ключови думи: люцерна; люцернов сечко; *Plagionotus floralis*; продуктивност; толерантност

Evaluation of alfalfa germplasms for productivity and tolerance to alfalfa root longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.: Coleoptera, Cerambycidae)

Evgenia Zhekova

Institute of Agriculture and Seed Science ‘Obraztsov chiflik’ – Ruse

E-mail: e.d.zhekova@abv.bg

Abstract

In the period 2010-2013 a Competitive Variety Testing of six alfalfa germplasms was conducted in the experimental field of Institute of Agriculture and Seed Science ‘Obraztsov Chiflik’. In conditions of natural population density of alfalfa root longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.) the relative quantity of plants with root damages caused by larvae was determined as well as dry matter yield and seed yield. The aim of the research investiga-

tion was to evaluate the alfalfa germplasms for their productivity and tolerance to alfalfa root longhorn beetle with the purpose to help alfalfa breeding programs in their search for genes of high productivity and resistance to pests. The results show that three- and four-year old germplasms SP–СП 08, SP–СП 08-1 and SP–VK 09 keep the lowest relative share of damages versus standard Prista 3 variety during two out of four years of investigation. This result gives a reasonable ground for continuing the investigation with them for searching of a suitable alfalfa germplasm tolerant to alfalfa root longhorn beetle. Germplasms SP–СП 08-1, SP–СП 08 and SP–СП 05 exceeded the dry matter yield of the standard variety during two out of four years of investigation and this result gives enough reason for continuing the search for creating varieties with high dry matter yield. Germplasms SP–СП 08-1 and SP–СП 09 are superior in seed yield versus the standard variety and thus they can be used as an appropriate germplasm for creating of varieties with high seed yield. Germplasm SP–СП 08-1 shows the best complex results in the conducted Competitive Variety Testing, which gives reasonable conclusion to recommend it for including in alfalfa breeding programs, directed to searching for genes of high productivity and tolerance to pests.

Keywords: alfalfa germplasm; root longhorn beetle; *Plagionotus floralis*; productivity; tolerance

Селекционните програми при люцерната целят създаването на сортове с висока продуктивност и качество на фуража, бързо възстановяващи се след окосяване, дълготрайни и устойчиви на вредители. Създаването на сортове, устойчиви на насекоми, е значително по-трудно в сравнение с причинителите на болести, главно поради липсата на установени източници на гени за резистентност, както и на подходящи методи за отбор на устойчивите растения в селекционния материал. Независимо от това, генетично детерминираната устойчивост на растенията към насекоми трябва да се използва, доколкото това е възможно, защото предоставя по-сигурно и по-ефикасно средство за защита на новите сортове от насекоми (Янкулов, 1996).

Сортът е мощно средство за оказване на влияние върху числеността, физиологичното състояние и плодовитостта на фитофагните насекоми. Толерантните сортове потискат тяхното размножаване, а неустойчивите го благоприятстват. Използването на толерантни сортове намалява употребата на инсектициди, повишава дейността на ентомофагите, намалява негативното влияние на антропогенния фактор върху агроecosистемите (Russel, 1982; Čamprag et al., 1996; Yu et al., 2006; Wang et al., 2008; Ya-ling and Li-ting, 2012).

Редица изследователи (Brown and Gange, 1990; Spike and Tollefson, 1991; Nötzold et al., 1997) посочват, че силното намаление на селскостопанския добив често се дължи на кореновото хранене на неприятелите, което е доказателство за разрушителните им способности.

Създаването и отглеждането на устойчиви сортове люцерна има особено голямо значение в борбата срещу почвените неприятели. При тях основната вреда нанасят ларвите, които водят скрит начин на живот, поради което борбата с тези видове е много трудна (Nikolova and Kertikova, 2008).

Един от тези почвени неприятели при люцерната е люцерновият сечко. През последните години се наблюдава увеличаване на популационната му плътност и на щетите, причинявани от него. Повредите, нанесени от ларвите, се изразяват в изгризване вътрешността на корена (Zheкова and Petkova, 2010).

С нисък процент на повредени растения от ларвата на *Plagionotus floralis* са открити сортовете Дара (17,4%) и Приста 2 (28,6%), които могат да бъдат подходяща зародишна плазма за толерантност към *Plagionotus floralis* (Nikolova and Kertikova, 2008).

Целта на настоящото изследване е да се направи оценка на добива на сухо вещество и на семена при люцернови генплазми и тяхната връзка със степента на нападение от ларвите на люцерновия сечко в условията на конкурсен сортов опит. Данните са предназначени за нуждите на селекционни програми, свързани с търсене на гени за висока продуктивност на люцерната и за устойчивост на културата към вредители.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследванията са проведени през периода 2010-2013 г. в опитното поле на ИЗС „Образцов

чифлик” – Русе с шест генплазми в конкурсен сортов опит при естествена популационна плътност на люцерновия сечко. Опитът е заложен по блоковия метод, в четири повторения, с междуредово разстояние 12,5 cm и големина на опитната парцелка 10 m². За стандарт е използван сорт Приста 3. Приложена е общоприетата технология за отглеждане на люцерната при неблагоприятни условия и на почвен тип силно излужен чернозем с ниско хумусно съдържание.

През периода на проучване, за всяка генплазма са отчитани относителното количество на растенията с повреди по корените от ларвите на люцерновия сечко и добивът на суха маса и на семена.

Относителното количество на растенията с повреди по корените е определяно ежегодно през месеците септември и октомври (без първата година). От всяка генплазма са изваждани растенията от ¼ m² на дълбочина 15-20 cm. Корените на всички растения са дисектирани и са регистрирани броят на здравите растения и броят на растенията с ходове и ларви по корените.

Добивите на суха маса и на семена са определяни тегловно. Семената са получени от вторите откоси за съответната година (без първата).

За обработка на резултатите е използвана програма за статистически анализ на експериментални данни SPSS 16.0 for Windows (www.spss.com) при ниво на достоверност $P \leq 0,05$. За доказване на сравнимостта на резултатите и на достоверността на разликите между средните величини са прилагани различни тестове в зависимост от типа на анализирани величини (Dytham, 2003):

Kolmogorov-Smirnov test – тест за съответствие на разпределението на честотите на признака към нормалното разпределение;

Levene test - тест за проверка еднаквостта на дисперсиите и възможността за използването на ANOVA test за обработка на резултатите;

One-way ANOVA – параметричен тест за проверка дали две или повече независими групи данни имат еднакви средни аритметични стойности;

Mann-Whitney U test – непараметричен тест за проверка дали две независими групи данни имат еднакви медиани;

Kruskal-Wallis test - непараметричен тест за проверка дали повече от две независими групи данни имат еднакви медиани.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните за относителното количество на повредените растения в зависимост от вида и възрастта на отделните генплазми и стандарта сорт Приста 3 са представени в Таблицы 1 и 2.

Средните стойности на изследвания показател при двегодишните растения варира от 1,67% при SP–СП 05 до 4,82% при стандарта Приста 3, като съществеността на разликите между средните аритметични показатели на шестте изследвани генплазми и стандарта през 2011 г. не е доказана (Табл. 1). Със сравнително ниска степен на нападение са и генплазмите SP–СП 08-1 (2,70%), SP–СП 07 (2,83%) и SP–СП 09 (2,98%). Следва да се отбележат високите стойности на относителната средна грешка (RSE, %) при двегодишните растения - от 38,35% до 79,86%, надвишаващи значително допустимата максимална стойност за полски изследвания от 25% (Southwood and Henderson, 2000). Обяснението на този факт се свързва с по-големия брой на извадките с 0% повреда при младите генплазми, при които максималният регистриран процент на нападение в извадките варира от 3,88% до 12,50% (Табл. 1).

Тригодишните растения (2012 г.) се характеризират с по-висока степен на повреда, превишаваща от 1,37 до 4,99 пъти относителното количество на нападнатите растения през 2011 г. Най-силно повредени са генплазмите SP–VK 09 и SP–СП 09, съответно 10,21% и 14,18%. Стандартът Приста 3 и генплазмите SP–СП 05 и SP–СП 07 заемат средно място с процент на повреда съответно от 8,04% до 8,67% (Табл. 1). Най-слабо чувствителни към люцерновия сечко, респективно с най-нисък относителен дял на повредените растения, са генплазмите SP–СП 08 (5,51%) и SP–СП 08-1 (6,04%).

Средните показатели за количеството на повредените четиригодишни генплазми (2013 г.) варират в по-широки граници - от 21,10% до 41,48% и са от 2,2 до 4,5 пъти по-високи в сравнение с тези при тригодишните. Най-слабо податливи на повредите от ларвите на люцерновия сечко са генплазмите SP–СП 08-1 (21,10%) и SP–VK 09 (22,47%). Стандартът Приста 3 се нарежда на трето място по толерантност с 23,14% нападнати растения. С най-висок процент на повреда са генплазмите SP–СП 05 (37,62%) и SP–

СП 09 (41,48%). Следва да се отбележи и по-високата точност на опитите, проведени с три- и четиригодишните генплазми. Доказателство за това са по-ниските стойности на относителната

средна грешка, чиито показания при 43% и 57% от изследваните генплазми съответно за 2012 и 2013 година не надвишават 25% (допустимата точност за полски изследвания) (Табл. 1).

Таблица 1. Количество на повредените растения (%) от ларви на люцернов сечко в люцернови генплазми, 2011-2013 г.

Table 1. Amount of damaged plants (%) of alfalfa root longhorn beetle larvae in alfalfa germplasms, 2011-2013

Генплазма/ Germplasm	N	Повредени растения/Damaged plants, %		RSE%
		m±SE	min-max	
2011 / 2- годишни растения/ 2-year old plants				
Prista 3 - St.	4	4,82±2,66	1,18-12,50	55,19
SP-СП 05	4	1,67±0,99	0,00-3,88	59,28
SP-СП 07	4	2,83±2,02	0,00-8,82	71,38
SP-СП 08	4	4,03±2,25	0,00-10,34	56,08
SP-СП 08-1	4	2,70±1,39	0,00-6,10	51,48
SP-VK 09	4	4,12±1,58	1,37-8,65	38,35
SP-СП 09	4	2,98±2,38	0,00-10,00	79,86
One way ANOVA * df=6, 21; F=0,293; P=0,934				
2012 / 3-годишни растения/ 3-year old plants				
Prista 3 - St.	4	8,04±3,41	0,00-16,67	42,41
SP-СП 05	4	8,33±5,64	0,00-25,00	67,71
SP-СП 07	4	8,67±1,98	3,70-12,33	22,84
SP-СП 08	4	5,51±2,44	1,72-12,24	44,28
SP-СП 08-1	4	6,04±0,98	4,41-8,89	16,22
SP-VK 09	4	10,21±1,84	6,56-13,95	18,02
SP-СП 09	4	14,18±5,57	4,90-28,57	39,28
One way ANOVA * df=6, 21; F=0,660; P=0,683				
2013 / 4-годишни растения/ 4-year old plants				
Prista 3 - St.	4	23,14±5,24	11,36-35,90	22,64
SP-СП 05	4	37,62±12,33	17,50-73,33	33,77
SP-СП 07	4	27,90±3,34	20,00-35,90	11,97
SP-СП 08	4	25,79±12,90	9,76-64,10	50,02
SP-СП 08-1	4	21,10±5,37	12,00-36,36	25,45
SP-VK 09	4	22,47±3,44	12,50-28,12	15,31
SP-СП 09	4	41,48±12,29	21,74-77,14	29,63
One way ANOVA * df=6, 21; F=0,806; P=0,577				

* Тест за същественост на разликите между средните аритметични стойности на извадките; N – брой повторения; RSE% – относителна средна грешка

Резултатите от статистическия анализ за оценка на влиянието на възрастта на изследваните люцернови генплазми и стандарта Приста 3 върху относителното количество на повредените растения от ларвите на люцерновия сечко, са представени в Таблица 2. Установено е, че между две- и тригодишните растения разликите в степента на повреда при всички генплазми не са статистически значими, но и през двете години (2011 и 2012) повредите са доказано по-ниски от количеството на нападнатите четиригодишни растения (Табл. 2).

Данните за относителния дял на повредените растения при отделните генплазми спрямо този на стандарта в зависимост от възрастта на растенията са представени на Таблица 3. Вижда се, че при всички двегодишни генплазми (2011 г.) относителното количество на повредите не надвишава стандарта, като с най-добре изразена толерантност спрямо Приста 3 се открояват SP-СП 05 (34,65%) и

SP-СП 08-1 (56,01%). Следва да се отбележи, че чувствителността към повредите от люцерновия сечко при три- и четиригодишните растения нараства, като само 33% от изпитваните генплазми и през двете години запазват по-нисък относителен дял на повредите спрямо стандарта. През 2012 г. това са SP-СП 08 (68,53%) и SP-СП 08-1 (75,12%), а през 2013 г. - SP-СП 08-1 (91,18%) и SP-VK 09 (97,10%). Представените данни за по-ниската чувствителност на трите генплазми дават основание за продължаване на изследванията с тях, свързани с търсене на подходяща зародишна плазма за толерантност на люцерната към люцерновия сечко.

Данните за добива на сухо вещество в зависимост от генплазмата, възрастта ѝ и стандарта сорт Приста 3 са представени на Таблица 4. При едногодишните растения с най-висок добив на сухо вещество (707,25 kg/da) е генплазмата SP-СП 05. При останалите варианти

Таблица 2. Влияние на възрастта на люцернови генплазми върху количеството на повредените растения (%) от ларвите на люцерновия сечко, 2011-2013 г.

Table 2. Influence of age of alfalfa germplasm on the amount of damaged plants (%) of alfalfa root longhorn beetle larvae, 2011-2013

Година Year/ Възраст на растенията/ Age of plants/ Брой повторения/ Replications	Генплазма / % повредени растения (m±SE) Germplasm / % damaged plants						
	Prista 3 - St.	SP-СП 05	SP-СП 07	SP-СП 08	SP-СП 08-1	SP-VK 09	SP-СП 09
2011 / 2-годишни 2-year old plants / 4	4,82 ^a ±2,66	1,67 ^a ±0,99	2,83 ^a ±2,02	4,03 ^a ±2,25	2,70 ^a ±1,39	4,12 ^a ±1,58	2,98 ^a ±2,38
2012 / 3-годишни 3-year old plants / 4	8,04 ^a ±3,41	8,33 ^a ±5,64	8,67 ^a ±1,98	5,51 ^a ±2,44	6,04 ^a ±0,98	10,2 ^a ±1,84	14,18 ^a ±5,54
2013 / 4-годишни 4-year old plants / 4	23,14 ^b ±5,24	37,62 ^b ±12,3	27,9 ^b ±3,34	25,8 ^b ±3,33	21,1 ^b ±5,37	22,47 ^b ±3,44	41,48 ^b ±12,29
	a, b - разликите доказани при P = 0.023 и 0.056*	a, b - разликите доказани при P = 0.010 и 0.027*	a, b - разликите доказани при P = 0.000 и P = 0.000*	a, b - разликите доказани при P = 0.000 и 0.001*	a, b - разликите доказани при P = =0.003 и 0.010*	a, b - разликите доказани при P = 0.000 и 0.006*	a, b - разликите доказани при P = 0.007 и 0.037*

* Тест за същественост на разликите между средните аритметични стойности на извадките:
One way ANOVA: df = 2, 9; LSD post hoc test

Таблица 3. Относителен дял на количеството повредени растения (%) от ларви на люцернов сечко при шест люцернови генплазми спрямо стандарта сорт Приста 3, 2011-2013 г.

Table 3. Relative share of the number of damaged plants (%) of alfalfa root longhorn beetle larvae in six alfalfa germplasms against to the standard Prista 3 variety, 2011-2013

Генплазма/ Germplasm	2011 / 2-год. растения 2-year old plants		2012 / 3-год. растения 3-year old plants		2013 / 4-год. растения 4-year old plants	
	повредени растения/ damaged plants	%	повредени растения/ damaged plants	%	повредени растения/ damaged plants	%
Prista 3 - St.	4,82	100,00	8,04	100,00	23,14	100,00
SP-СП 05	1,67	34,65	8,33	103,99	37,62	162,57
SP-СП 07	2,83	58,71	8,67	107,83	27,90	120,57
SP-СП 08	4,03	83,61	5,51	68,53	25,79	111,45
SP-СП 08-1	2,70	56,01	6,04	75,12	21,10	91,18
SP-VK 09	4,12	85,48	10,21	127,0	22,47	97,10
SP-СП 09	2,98	61,82	14,18	176,37	41,48	179,26

изследваният показател варира от 634,75 kg/da (SP-СП 08-1) до 679,50 kg/da (SP-СП 09). От извършения статистически анализ се установи, че разликите в добива на сухо вещество между генплазмите и стандарта първа година (2010), както и между растенията трета (2012) и между растенията четвърта година (2013) не се доказват (Табл. 4). Достоверна разлика между тях има само при двегодишните растения (2011). Прави впечатление, че минималният добив през 2011 г. е от 1,2 до 2,28 пъти по-нисък, а максималният - от 1,68 до 2,02 пъти по-нисък от този през 2010 г. Причина за това са неблагоприятните климатични условия през 2011 г., характеризиращи се с температури около нормата и валежи под нормата от м. февруари до м. юни включително. През следващите години добивът на сухо вещество при всички генплазми и стандарта нараства и достига най-високи стойности през 2013 г., когато растенията са четиригодишни.

Квантилните характеристики на добива на сухо вещество през 2011 г. (Табл. 4) показваха наличие на достоверни разлики при отделните генплазми. С най-високо средно значение на добива се открояват на първо място стандартът сорт Приста 3 (407 kg/da) и генплазмите SP-СП 08-1 (394,50 kg/da), SP-СП 08 (391,50 kg/da) и SP-СП

09 (369,00 kg/da). Посочените три генплазми се характеризират и с най-високи нива на Q_{75} , което свидетелства за тенденция за увеличаване на добива. Най-ниските значения на минималния и максимален добив, на медианата и нивата на типичните колебания на добива на сухо вещество (Q_{25} и Q_{75}) през 2011 година са регистрирани при генплазмата SP-СП 07.

Средният добив на сухо вещество при тригодишните растения (2012 г.) варира от 1136,5 kg/da (SP-VK 09) до 1251 kg/da при стандарта, който е и с най-висок регистриран максимален добив (1484 kg/da). Данните за добива на сухо вещество при четиригодишните генплазми (2013 г.) свидетелстват за по-голямо вариране на средните показатели (от 1713,5 kg/da до 1933,8 kg/da), така и между минималните и максималните стойности на добива. В сравнение с тригодишните генплазми увеличението на максималния добив при четиригодишните растения е с 471 до 923 kg/da, а на минималния – с 443 до 640 kg/da. Най-висок среден добив на сухо вещество е получен при генплазмите SP-СП 08 (1933,8 kg/da) и SP-СП 08-1 (1913,2 kg/da).

Показател за незначителна изменчивост на добива на сухо вещество и висока точност на повторемостта е коефициентът на вариация

Таблица 4. Добив на сухо вещество (kg/da) от шест люцернови генплазми и стандарта сорт Приста 3 (1, 2, 3 и 4-годишни растения), 2010-2013 г

Table 4. Dry matter yield (kg/da) of six alfalfa germplasms and standard Prista 3 variety (1, 2, 3 and 4-years old plants), 2010-2013

2010 / 1-годишни растения/ 1-year old plants						
Генплазма/Germplasm	N	min-max	m±SE	SD	CV%	RSE%
Prista 3 - St.	4	638 - 725	674,75±18,18	36,36	5,39	2,69
SP-СП 05	4	651 - 781	707,25±28,05	56,10	7,93	3,97
SP-СП 07	4	602 - 694	653,00±22,17	44,35	6,79	3,40
SP-СП 08	4	647 - 701	666,25±12,28	24,57	3,69	1,84
SP-СП 08-1	4	595 - 715	634,75±27,36	54,72	8,62	4,31
SP-VK 09	4	623 - 735	675,00±28,19	56,38	8,35	4,18
SP-СП 09	4	605 - 732	679,50±28,95	57,91	8,52	4,26
F=0,865; df 6,21; P=0,536**						
2011 / 2-годишни растения/ 2-year old plants						
Генплазма/Germplasm	N	min-max	Q ₅₀ (median)	Q ₂₅	Q ₇₅	
Prista 3 - St.	4	349 - 407	407,00 ^{ad}	363,50	407,00	
SP-СП 05	4	330 - 343	340,00 ^b	331,75	343,00	
SP-СП 07	4	284 - 318	314,50 ^c	290,75	318,00	
SP-СП 08	4	362 - 421	391,50 ^{ad}	362,00	421,00	
SP-СП 08-1	4	375 - 426	394,50 ^a	375,00	423,00	
SP-VK 09	4	311 - 375	339,50 ^{bc}	311,00	373,25	
SP-СП 09	4	355 - 407	369,00 ^a	358,50	397,50	
a, b, c, d – разликите доказани при P<0,05*						
2012 / 3-годишни растения/ 3-year old plants						
Генплазма/Germplasm	N	min-max	m±SE	SD	CV%	RSE%
Prista 3 - St.	4	1067 - 1484	1251,0±92,93	185,85	14,85	7,43
SP-СП 05	4	1134 - 1274	1210,2±36,65	73,30	6,06	3,03
SP-СП 07	4	1127 - 1348	1240,0±50,69	101,37	8,17	4,09
SP-СП 08	4	1189 - 1272	1226,2±17,20	34,39	2,81	1,40
SP-СП 08-1	4	1123 - 1266	1183,2±30,37	60,74	5,13	2,56
SP-VK 09	4	1038 - 1324	1136,5±63,78	127,56	11,23	5,61
SP-СП 09	4	1144 - 1371	1222,5±51,17	102,35	8,37	4,18
F=0,520; df 6,21; P=0,786**						
2013 / 4-годишни растения/ 4-year old plants						
Генплазма/Germplasm	N	min-max	m±SE	SD	CV%	RSE%
Prista 3 - St.	4	1707 - 1955	1835,8±51,20	102,40	5,58	2,79
SP-СП 05	4	1627 - 2049	1870,5±96,81	193,63	10,35	5,17
SP-СП 07	4	1622 - 1985	1841,8±77,32	154,64	8,40	4,20
SP-СП 08	4	1828 - 2096	1933,8±61,88	123,76	6,40	3,20
SP-СП 08-1	4	1694 - 2189	1913,2±103,24	206,48	10,79	5,40
SP-VK 09	4	1481 - 1985	1713,5±134,13	268,26	15,65	7,83
SP-СП 09	4	1698 - 2003	1841,0±67,05	134,11	7,28	3,64
F=0,646; df 6,21; P=0,693**						

Тест за същественост на разликите: *Kruskal-Wallis tests; Mann-Whitney *U* test; **One way ANOVA test; Q₂₅ - Q₇₅ – 25% и 75% нива на квантилите (типичните колебания на признака); SD – стандартно отклонение, CV% - коефициент на вариация; RSE% - относителна средна грешка

(CV%), чиито стойности за 2010, 2012 и 2013 години, с малки изключения, не превишават 10%. Изключение са стандарта Приста 3 (14,85%) и генплазмата SP-VK 09 (11,23%) през 2012 г., и SP-VK 09 (15,65%) през 2013 г. (Табл. 4 и 5). За висока точност на опита свидетелства и относителната средна грешка (RSE%), чиито показания за 2010, 2012 и 2013 години при нито един вариант не надвишават 10% (при допустимата точност за полски изследвания - 25%) (Southwood and Henderson, 2000).

Анализът на данните за влиянието на възрастта на растенията върху добива на сухо вещество за всяка отделна генплазма (Табл. 5) показва ясно изразена същественост на разликите между стойността на изследвания параметър през отделните години. По отношение на относителния дял на добива на сухо вещество при отделните генплазми спрямо това на стандарта в зависимост от възрастта на растенията, не се установява ясно изразена тенденция (Табл. 6). През 2010 г. с добив, превишаващ този на стандарта, са били три генплазми: SP-СП 05; SP-СП 09 и SP-VK 09; през 2011 г. с добив най-близък до стандарта – SP-СП 08 и SP-СП 08-1; през 2012 г. – SP-СП 07; през 2013 г. – SP-СП 08-1, SP-СП 08 и SP-СП 05. Последните три генплазми са превишавали добива на сухо вещество на стандарта (или са се доближавали в най-голяма степен до него) през две от изследваните години, което дава основание за продължаване на изследванията, свързани с търсене на гени за висок добив на сухо вещество.

В зависимост от генплазмата и възрастта на растенията е и добивът на семена, представен в Таблицы 7, 8 и 9. Резултатите от статистическия анализ показваха, че генплазмите и стандартът от всяка отделна година се обособяват в три групи с доказана разлика в добива на семена между тях (Табл. 7).

Сред двегодишните растения (2011 г.) с най-висок среден (98 kg/da), минимален (84 kg/da) и максимален добив (120 kg/da) е SP-СП 09, а най-нискодобивна е генплазмата SP-СП 08 (53 kg/da). Групата с доказано междинно място включва пет генплазми, чийто добив на семена варира от 68,5 kg/da (Приста 3) до 86,5 kg/da (SP-СП 08-1).

Характерно за тригодишните растения (2012 г.) е по-ниският добив на семена (от 1,43 до 2,70

пъти) в сравнение с двегодишните растения. Причината за това са влошените климатични условия по време на формиране на втори откос (валежи, превишаващи почти два пъти многогодишната норма на валежите), който е използван за получаване на семена. С доказано най-висок среден добив през годината – 49 kg/da е SP-СП 08-1, следвана от генплазмите със значимо по-ниски добиви (от 35 до 40 kg/da). Най-слабо продуктивни по отношение добива на семена са стандартът (27 kg/da) и SP-VK 09 (29 kg/da).

Четиригодишните генплазми (2013 г.) се отличават с най-висок добив на семена, превишаващ от 2,08 до 3,96 пъти добива от тригодишните и от 1,13 до 1,49 пъти този на двегодишните растения. Резултатите от теста за същественост на разликите доказаха, че с най-висок добив на семена е генплазмата SP-СП 09 (130 kg/da), следвана от междинната група SP-СП 08-1 и SP-VK 09 с доказано по-нисък добив (102 и 115 kg/da, съответно) от този на SP-СП 09. Останалите генплазми са в групата със значимо най-ниски добиви, сред които на последно място е стандартът Приста 3 (77,5 kg/da).

Данните от оценката на връзката между възрастта на растенията и добива на семена са представени в Таблица 8. Прави впечатление, че при всички тригодишни генплазми (2012 г.) добивът е достоверно най-нисък в сравнение с две- и четиригодишните растения. Положително влияние на възрастта на генплазмите върху продуктивността е наблюдавана при SP-СП 08, SP-VK 09 и SP-СП 09, при които значимо най-висок добив на семена е получен при четиригодишните растения (2013 г.) (Табл. 8). При останалите генплазми и стандарта разликата в добива между две- и четиригодишните растения не се доказва.

Важен показател за оценка на добива от семена е коефициентът на вариация, данните за който са представени в Таблицы 7 и 8. В сравнение с добива на сухо вещество, при семената добивът варира в по-широки граници - през отделните години от 7,59% (SP-СП 08, 2013 г.) до 22,22% (Приста 3, 2012 г.), което говори за средна изменчивост на изследвания показател. По-големите стойности на коефициента на вариация говорят за по-слабата стабилност на добива и по-голямата му зависимост от

Таблица 5. Влияние на възрастта на шест люцернови генплазми и стандарта сорт Приста 3 върху добива на сухо вещество (kg/da), 2010-2013 г.

Table 5. Influence of the age of six alfalfa germplasms and standard Prista 3 variety on dry matter yield (kg/da), 2010-2013

Година/ Year	Брой повторения/ Replications	min-max	Q ₅₀ (median) (Q ₂₅ - Q ₇₅)	min-max	m±SE	SD / CV%
		Генплазма/ Germplasm		Генплазма/ Germplasm		
		Prista 3 - Standard		SP-СП 07		
2010	4	638 - 725	668,00 ^a (645,50-710,75)	602 - 694	653,00 ^a ±22,17	44,35 / 6,79%
2011	4	349 - 407	407,00 ^b (363,50-407,00)	284 - 318	308,75 ^b ±8,09	16,17 / 5,23%
2012	4	1067-1484	1226,50 ^c (1085,75-1440,75)	1127-1348	1240,00 ^c ±50,69	101,37 / 8,17%
2013	4	1707-1955	1840,50 ^d (1736,00-1930,75)	1622-1985	1841,80 ^d ±77,32	154,64 / 8,40%
		a, b, c, d – P<0,01*		a, b, c, d – P=0,000**		
		SP-СП 05		SP-СП 08-1		
2010	4	651 - 781	698,50 ^a (658,25-765,00)	595 - 715	634,75 ^a ±27,36	54,72 / 8,62%
2011	4	330 - 343	340,00 ^b (331,75-343,00)	375 - 426	397,50 ^b ±13,22	26,44 / 6,65%
2012	4	1134-1274	1216,50 ^c (1140,75-1273,50)	1123-1266	1183,20 ^c ±30,37	60,74 / 5,13%
2013	4	1627-2049	1903,00 ^d (1671,50-1671,50)	1694-2182	1913,20 ^d ±103,24	206,48 / 10,79%
		a, b, c, d – P<0,01*		a, b, c, d – P=0,000**		
		SP-СП 08		SP-СП 09		
2010	4	647 - 101	658,50 ^a (648,00-692,25)	605 - 732	679,50 ^a ±28,95	57,91 / 8,52%
2011	4	362 - 421	391,50 ^b (362,0-421,0)	355 - 407	375,0 ^b ±11,16	22,33 / 5,95%
2012	4	1189-1272	1222,0 ^c (1196,25-1260,50)	1144-1371	1222,50 ^c ±51,17	102,35 / 8,37%
2013	4	1828-2096	1905,50 ^d (1832,75-2063,0)	1698-2003	1841,0 ^d ±67,05	134,11 / 7,28%
		a, b, c, d – P<0,01*		a, b, c, d – P=0,000**		
		SP-VK 09				
2010	4	623 - 735	671,0 ^a (625,0-729,0)			
2011	4	311 - 375	339,50 ^b (311,0-373,25)			
2012	4	1038-1324	1092,0 ^c (1051,50-1266,0)			
2013	4	1481-1985	1694,0 ^d (1482,0-1964,50)			
		a, b, c, d – P<0,01*				

Тест за същественост на разликите: *Kruskal-Wallis tests; Mann-Whitney U test; **One way ANOVA test; LSD Post Hoc test; Q₂₅ - Q₇₅ – 25% и 75% нива на квантилите (типичните колебания на признака); SD – стандартно отклонение, CV% – коефициент на вариация

Таблица 6. Относителен дял на добива на сухо вещество (kg/da) от шест люцернови генплазми спрямо стандарта сорт Приста 3, 2010-2013 г.

Table 6. Relative share of dry matter yield (kg / da) from six alfalfa germplasms against to the standard Prista 3 variety, 2010-2013

Генплазма/ Germplasm	2010		2011		2012		2013	
	kg/da	%	kg/da	%	kg/da	%	kg/da	%
Prista 3 - St.	668,00	100,00	407,00	100,00	1226,50	100,00	1840,50	100,00
SP-СП 05	698,50	104,56	340,00	83,54	1216,00	99,14	1903,00	103,42
SP-СП 07	653,00	97,75	308,75	75,86	1240,00	101,10	1841,80	100,07
SP-СП 08	658,50	98,58	391,50	96,19	1222,00	99,63	1905,50	103,53
SP-СП 08-1	634,75	95,02	397,50	97,66	1183,20	96,47	1913,20	103,95
SP-VK 09	671,00	100,45	339,50	83,41	1092,00	89,03	1694,00	92,04
SP-СП 09	679,50	101,72	375,00	92,14	1222,50	99,67	1841,00	100,03

Таблица 7. Добив на семена (kg/da) от шест люцернови генплазми и стандарта сорт Приста 3 (2, 3 и 4-годишни растения), 2011-2013 г.

Table 7. Seed yield (kg/da) of six alfalfa germplasms and standard Prista 3 variety (2, 3 and 4-years old plants), 2011-2013

Генплазма/Germplasm	N	min-max	m±SE	SD	CV%	RSE%
2011 / 2-годишни растения/ 2-year old plants						
Prista 3 - St.	4	58,0 – 80,0	68,5 ^a ±6,07	12,15	17,74	8,86
SP-СП 05	4	68,0 – 96,0	82,5 ^a ±7,80	15,61	18,92	9,45
SP-СП 07	4	72,0 – 96,0	81,0 ^a ±5,26	10,52	12,99	6,49
SP-СП 08	4	46,0 – 64,0	53,0 ^c ±3,87	7,75	14,62	7,30
SP-СП 08-1	4	66,0 – 94,0	86,5 ^a ±6,85	13,70	15,84	7,92
SP-VK 09	4	70,0 – 84,0	78,5 ^a ±3,09	6,19	7,88	3,94
SP-СП 09	4	84,0 – 120,0	98,0 ^b ±8,37	16,73	17,07	8,54
F=5,315; df 6,21; ^{a, b, c} – разликите доказани при P<0,05*						
2012 / 3-годишни растения/ 3-year old plants						
Prista 3 - St.	4	20,0 - 32,0	27,0 ^b ±3,0	6,00	22,22	11,11
SP-СП 05	4	32,0 - 42,0	38,0 ^a ±2,58	5,16	13,58	6,79
SP-СП 07	4	32,0 - 40,0	35,0 ^a ±1,91	3,83	10,94	5,46
SP-СП 08	4	32,0 - 44,0	37,0 ^a ±2,52	5,03	13,59	6,81
SP-СП 08-1	4	40,0 - 56,0	49,0 ^c ±3,41	6,83	13,94	6,96
SP-VK 09	4	24,0 - 32,0	29,0 ^b ±1,91	3,83	13,21	6,58
SP-СП 09	4	36,0 – 48,0	40,0 ^a ±2,83	5,66	14,15	7,07
F=7,612; df 6,21; ^{a, b, c} – разликите доказани при P<0,05*						
2013 / 4-годишни растения/ 4-year old plants						
Prista 3 - St.	4	65,0 – 91,0	77,5 ^a ±5,69	11,39	14,70	7,34
SP-СП 05	4	84,0 - 116,0	94,0 ^a ±7,57	15,14	16,11	8,05
SP-СП 07	4	72,0 - 96,0	81,0 ^a ±5,26	10,52	12,99	6,49
SP-СП 08	4	72,0 - 84,0	79,0 ^a ±3,00	6,00	7,59	3,80
SP-СП 08-1	4	84,0 – 112,0	102,0 ^b ±6,63	13,26	13,00	6,50
SP-VK 09	4	104,0 – 136,0	115,0 ^b ±7,19	14,38	12,50	6,25
SP-СП 09	4	112,0 – 144,0	130,0 ^c ±7,39	14,79	11,38	5,68
F=10,148; df 6,21; ^{a, b, c} – разликите доказани при P<0,05*						

Тест за същественост на разликите: *One way ANOVA test: LSD Post Hoc test; SD – стандартно отклонение, CV% - коефициент на вариация; RSE% - относителна средна грешка

Таблица 8. Влияние на възрастта на шест люцернови генплазми и стандарта сорт Приста 3 върху добива на семена (kg/da), 2011-2013 г.

Table 8. Influence of the age of six alfalfa germplasms and standard Prista 3 variety on seed yield (kg/da), 2011-2013

Година/ Year	Брой повторения/ Replications	min-max	m±SE	CV%	RSE%
Prista 3 - Standard					
2011	4	58,0 – 80,0	68,50 ^a ±6,07	17,74	8,86
2012	4	20,0 – 32,0	27,00 ^b ±3,00	22,22	11,11
2013	4	65,0 – 91,0	77,50 ^a ±5,69	14,70	7,34
F=27,79; df 2, 9; ^{a, b} – разликите доказани при P=0.000*					
SP-СП 05					
2011	4	68,0 – 96,0	82,50 ^a ±7,80	18,92	9,45
2012	4	32,0 – 44,0	38,00 ^b ±2,58	13,58	6,79
2013	4	84,0 – 116,0	94,00 ^a ±7,57	16,11	8,05
F=21,00; df 2, 9; ^{a, b} – разликите доказани при P=0.000 и P=0.001*					
SP-СП 07					
2011	4	72,0 – 96,0	81,00 ^a ±5,26	12,99	6,49
2012	4	32,0 – 40,0	35,00 ^b ±1,91	10,94	10,94
2013	4	72,0 – 96,0	81,00 ^a ±5,26	12,99	6,49
F=35,86; df 2, 9; ^{a, b} – разликите доказани при P=0.000*					
SP-СП 08					
2011	4	46,0 – 64,0	53,00 ^a ±3,87	14,62	7,30
2012	4	32,0 – 44,0	37,00 ^b ±2,52	13,59	6,81
2013	4	72,0 – 84,0	79,00 ^c ±3,00	7,59	3,80
F=44,44; df 2, 9; ^{a, b, c} – разликите доказани при P=0.006 и P=0.000*					
SP-СП 08-1					
2011	4	66,0 – 94,0	86,50 ^a ±6,85	15,84	7,92
2012	4	40,0 – 56,0	49,00 ^b ±3,41	13,94	6,96
2013	4	85,0 – 112,0	102,0 ^a ±6,63	13,01	6,50
F=21,716; df 2, 9; ^{a, b} – разликите доказани при P=0.001 и P=0.000*					
SP-VK 09					
2011	4	70,0 – 84,0	78,50 ^a ±3,10	7,88	3,95
2012	4	24,0 – 32,0	29,00 ^b ±1,91	13,21	6,58
2013	4	104,0 – 136,0	115,0 ^c ±7,19	12,50	6,25
F=86,10; df 2, 9; ^{a, b, c} – разликите доказани при P=0.000*					
SP-СП 09					
2011	4	84,0 – 120,0	98,00 ^a ±8,37	17,07	8,54
2012	4	36,0 – 48,0	40,00 ^b ±2,83	14,15	7,07
2013	4	112,0 – 144,0	130,0 ^c ±7,39	11,38	5,68
F=47,06; df 2, 9; ^{a, b, c} – разликите доказани при P=0.000 и P=0.008*					

Тест за същественост на разликите: *One way ANOVA test; LSD Post Hoc test; SD – стандартно отклонение, CV% - коефициент на вариация; RSE% - относителна средна грешка

други фактори. Показанията за относителната средна грешка за 2011, 2012 и 2013 г. при всички варианти не надвишават 10% (изключение са стандартът през 2012 г. – 11,11% и SP-СП 07 през 2012 г. – 10,94%), което говори за висока точност на опита (Табл. 7 и 8).

В Таблица 9 са включени данните за относителния дял на добива на семена при отделните генплазми спрямо този на стандарта в зависимост от възрастта на растенията. Ясно се вижда, че при всички изследвани две-, три- и четиригодишни генплазми (изключение прави само SP-СП 08 през 2011 г.) той превишава стандарта Приста 3. Заслужава да се отбележи, че относителният дял на добива на семена варира при отделните видове през годините на изследването и е най-висок при генплазмите SP-СП 08-1 – от 126,28 до 181,48 kg/da и SP-СП 09 – от 143,06 до 167,74 kg/da. Посочените две генплазми се явяват подходяща зародишна плазма за създаване на сортове с висок добив на семена.

ИЗВОДИ

Между две- и тригодишните растения разликите в процента на повреда от люцерновия сечко не са статистически значими. Относителното количество на две- и тригодишните повредени люцернови растения е доказано по-ниско от

това на нападнатите четиригодишни генплазми и стандарта Приста 3.

1. Три- и четиригодишните генплазми SP-СП 08, SP-СП 08-1 и SP-VK 09 запазват най-нисък относителен дял на повредите спрямо стандарта Приста 3 през 2012 и 2013 г., което дава основание за продължаване на изследванията с тях за търсене на подходяща зародишна плазма за толерантност на люцерната към люцерновия сечко.

2. Разликите в добива на сухо вещество между генплазмите и стандарта първа година, както и между растенията трета и растенията четвърта година не се доказват. Достоверна разлика между тях има само при двегодишните растения, причината за което най-вероятно са неблагоприятните климатични условия през 2011 г.

3. Разликите в добива на сухо вещество за всяка отделна генплазма и стандарта в зависимост от възрастта на растенията са доказани с висока степен на достоверност. Най-високодобивни са четиригодишните растения.

4. Генплазмите SP-СП 08-1, SP-СП 08 и SP-СП 05 са превишавали добива на сухо вещество на стандарта (или са се доближавали в най-голяма степен до него) през две от изследваните четири години, което дава основание за продължаване на изследванията по създаване на сортове с висок добив на сухо вещество.

5. Добивът на семена от генплазмите и стандарта втора година, както и от растенията трета

Таблица 9. Относителен дял на добива на семена (kg/da) от шест люцернови генплазми спрямо стандарта Приста 3, 2011-2013 г.

Table 9. Relative share of seed yield (kg/da) from six alfalfa germplasm against to the standard Prista 3 variety, 2010-2013

Генплазма/ Germplasm	2011		2012		2013	
	kg/da	%	kg/da	%	kg/da	%
Приста 3 – St.	68,50	100,00	27,00	100,00	77,50	100,00
SP-СП 05	82,50	120,44	38,00	140,74	94,00	121,29
SP-СП 07	81,00	118,25	35,00	129,63	81,00	104,52
SP-СП 08	53,00	77,37	37,00	137,04	79,00	101,93
SP-СП 08-1	86,50	126,28	49,00	181,48	102,00	131,61
SP-VK 09	78,50	114,60	29,00	107,41	115,00	148,39
SP-СП 09	98,00	143,06	40,00	148,15	130,00	167,74

и от растенията четвърта година се обособяват в три групи за всяка отделна година с доказана разлика в добива на семена между тях.

6. Относителният дял на добива на семена спрямо стандарта при отделните две-, три- и четиригодишни генплазми превишава Прис-та 3 (изключение прави само SP–СП 08 през 2011 г.). Показателят е най-висок при генплазмите SP–СП 08-1 и SP–СП 09, които се явяват подходяща зародишна плазма за създаване на сортове с висок добив на семена.

7. Генплазмата SP–СП 08-1 показва най-добри комплексни резултати при проведеното изпитване в условията на КСО, поради което дава основание да бъде включена в селекционни програми, свързани с търсене на гени за висока продуктивност на люцерната и за толерантност на културата към вредители.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторът изказва най-сърдечните си благодарности на доц. д-р Христина Кръстева - ентомолог и доц. д-р Димитрия Петкова – селекционер по люцерната, за неocenимата подкрепа при интерпретацията на получените данни.

ЛИТЕРАТУРА

Brown, V. K., & Gange, A. C. (1990). Insect herbivory below ground. *Advances in Ecological Research*, 20, 1-58.

Čamprag, D., Kereši, T. & Sekulić, R. (1996). *Integral protection of soybean from pests*. Design studio Stanishich, Bachka Palanka (Sr).

Dytham, C. (2003). *Choosing and Using Statistics. A Biologist' Guide*. Second Edition, Blackwell Publishing company, London, p. 248.

Nikolova, I. & Kertikova, D. (2008). Comparative evaluation of lucerne accessions according to degree of attack by some soil insect pests. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 11(1), 48-59.

Nötzold, R., Blosssey, B., & Newton, E. (1997). The influence of below ground herbivory and plant competition on growth and biomass allocation of purple loosestrife. *Oecologia*, 113(1), 82-93.

Rassel, G. (1982). *Selection of plants for resistance to pests and diseases*. Colos, Moskva (Ru).

Southwood, T. R. E., & Henderson, P. A. (2000). *Ecological methods*. Blackwell Science Ltd., London.

Spike, B. P., & Tollefson, J. J. (1991). Yield response of corn subjected to western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) infestation and lodging. *Journal of Economic Entomology*, 84(5), 1585-1590.

Wang, S. S., Xu, Y. X., Cao, Z. Z., Shi, S. L., He, C. G. (2008). Effects of alfalfa varieties on the survival rate and fecundity of *Therioaphis maculata* (Buckton) (Hemiptera: Aphidae). *Acta Entomologica Sinica*, 51(7), pp. 774-777.

Ya-ling, Z. H. U., & Li-ting, D. A. (2012). Influence of different alfalfa varieties on the growth and development of pea aphid. *Grassland and Turf*, 32(6), 011.

Yanculov, M. (1996). *Principles and methods for genetic improvement and seedproduction of plants*, BAN, Sofia (Bg).

Yu, Y., Pang, B., Gao, S., & Xia, C. (2006). Effects of spring wheat varieties on growth, development and fecundity of *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae). *Ying yong sheng tai xue bao/Chinese Journal of Applied Ecology*, 17(2), 354-356.

Zhekova, E. D., & Petkova, D. S. (2010). Productivity of alfalfa germ plasms. New data about alfalfa root longhorn beetle (*Plagionotus floralis* Pall.). *Banat's Journal of Biotechnology*, 1(1), 56-60.