

DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-5

Оригінальна наукова стаття

УДК:635.633.632.575

**ДЖЕРЕЛА СТІЙКОСТІ
ДО НАСІННЕВОГО ДОВГОНОСИКА (*BRUCHUS SSP.*)
КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ КОРМОВИХ БОБІВ (*VICIA FABA L.*)****М. С. Галан, Ю. А. Лісова, Р. М. Гук**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с.Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Михайло ГАЛАН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-8852-9774

Юлія ЛІСОВА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-1761-0441

Руслана ГУК,
науковий співробітник

Для листування:

Михайло ГАЛАН
e-mail: 231252@ukr.net

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних
наук України

Отримано:
22 червня 2023 р.
Погоджено до друку:
6 жовтня 2023 р.

Насінневі довгоносики (*Bruchus spp.*) є основними шкідниками бобів, спричиняючи втрати врожаю та погіршуючи товарний вигляд. У кормових бобів (*Vicia faba L.*) досі не виявлено повністю стійких зразків. Таким чином, скринінг колекцій зародкової плазми з генетичним різноманіттям необхідний для успішного виявлення джерел резистентності. У цій роботі ми провели скринінг колекції зародкової плазми кормових бобів з метою виявлення джерел стійкості до насінневих довгоносиків.

Виявлено джерела стійкі до ураження насіння брухусом (до 25 %), зокрема зразки: IZT 00367 Переможець (12 %); IZT 00353 Візир (8 %); IZT 00275 Марія (20 %); IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (11 %); IZT 00294 WBR 3 (18 %); IZT 00344 Horse bean (13 %); IZT 00242 ILB 1266 (17 %); IZT 00259 – місцевий зразок з України (20 %); IZT 00273 (25 %) – місцевий зразок з України. Показано, що жоден генотип не виявив повної стійкості, тому є важливим селекційне нагромадження генів стійкості, які забезпечують і формують різні механізми стійкості.

Вказані вище зразки можна використовувати як вихідний матеріал в програмах селекції бобів на створення стійких сортів, що зробить їх більш привабливими та придатними для сталого сільського господарства з обмеженим використанням пестицидів.

Оскільки відомо, що личинки брухуса уражують боби та насіння на ранніх стадіях їх розвитку, що може впливати на формування насіння та врожай ми провели кореляційний аналіз зв'язків ступеня ураження насіння на стадії виходу брухидів з насіння й урожайністю насіння та його структурою.

Встановлено, що кореляційна залежність є середньою і зворотною між ураженням насіння та кількістю бобів ($r = -0,69$) та ураженням насіння та кількістю насінин на рослинах ($r = -0,64$), є слабкою і зворотною між рівнем ураження насіння та масою насіння на рослині ($r = -0,13$) та врожаєм насіння ($r = -0,20$). Зроблено припущення, що відбір джерел зразків з високою врожайністю насіння та селекція кормових бобів на високу врожайність повинні позитивно впливати на обмеження рівня ураження брухусом у нових сортів.

Ключові слова: кормові боби (*Vicia faba L.*), стійкість до насінневого довгоносика (*Bruchus spp.*), ураженість насіння, джерела ознак, кореляційна залежність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Галан М. С., Лісова Ю. А., Гук Р. М., 2023

Sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) of collection samples of forage beans (*Vicia faba* L.)

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5, Obroshyne village, Lviv district, Lviv region, 81115

About authors:

Mykhailo HALAN
ORCID: 0000-0001-8852-9774

Yuliia LISOVA
ORCID: 0000-0002-1761-0441

Ruslana HUK

For corresponding:

Mykhailo HALAN
e-mail: 231252@ukr.net

Funding information:

National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:

June 22, 2023

Accepted:

October 6, 2023

Seed weevils (*Bruchus* spp.) are major pests of beans, causing yield losses and poor marketability. In fodder beans (*Vicia faba* L.), no completely resistant samples have yet been found. Thus, screening of germplasm collections with genetic diversity is necessary to successfully identify sources of resistance. In this work, we screened a collection of fodder bean germplasm to identify sources of resistance to seed weevils.

Sources resistant to bruchus seed damage (up to 25 %) were identified, in particular samples: IZT 00367 Peremozhets (12 %); IZT 00353 Vizyr (8 %); IZT 00275 Maria (20 %); IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (11 %); IZT 00294 WBR 3 (18 %); IZT 00344 Horse bean (13 %); IZT 00242, ILB 1266 (17 %); IZT 00259 – local sample from Ukraine (20 %); IZT 00273 – local sample from Ukraine (25 %). It was shown that no genotype showed complete resistance, therefore selective accumulation of resistance genes, which provide and form various resistance mechanisms, is important.

The above samples can be used as starting material in bean breeding programs to create resistant varieties, which will make them more attractive and suitable for sustainable agriculture with limited use of pesticides.

Since it is known that bruchus larvae infect beans and seeds in the early stages of their development, which can affect seed formation and yield, we conducted a correlation analysis of the relationship between the degree of seed damage at the stage of emergence of bruchids from the seed and seed yield and its structure.

It was established that the correlation dependence is medium and inverse between seed damage and the number of beans ($r = -0.69$) as well as between seed damage and the number of seeds on plants ($r = -0.64$), weak and inverse between the level of seed damage and the weight of seeds per plant ($r = -0.13$) and seed yield ($r = -0.20$). It is assumed that the selection of sources of samples with high seed yield and the selection of fodder beans for high yield should have a positive effect on limiting the level of bruchid damage in new varieties.

Keywords: fodder beans (*Vicia faba* L.), resistance to seed weevil (*Bruchus* spp.), seed damage, sources of symptoms, correlation dependence.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Виробництво місцевих рослинних білків має важливе значення для стійкості систем рослинництва, і очікується, що інтерес до них зросте в найближчі десятиліття, враховуючи численні переваги, які вони надають системам рослинництва, навколишньому середовищу та екосистемам. Бобові є потенційними кандидатами для сприяння місцевому виробництву рослинного білка. Одним із таких прикладів є кормові боби

(*Vicia faba* L.). Посіви кормових бобів забезпечують багато переваг для навколишнього середовища, зменшуючи потребу в азотних добривах і, таким чином, зменшуючи викиди парникових газів, пов'язані з їх виробництвом [12]. Крім того, вирощування бобів в сівозміні покращує врожайність наступних культур, запобігає та обмежує поширення шкідників і хвороб, а також сприяє корисним організмам, таким як запилювачі

або природні вороги членистоногих шкідників, завдяки їхнім великим квітковим ресурсам [20].

Боби використовуються в якості їжі і корму. Застосування в їжу включає вживання насіння (цілих або очищених) у традиційних стравах (особливо в середземноморських країнах). Трансформація та розробка нових продуктів у харчовій промисловості є ще однією можливістю використання насіння бобів у харчових продуктах, надаючи альтернативу традиційним тваринним білкам. Низький вміст ліпідів сприяє екстракції білків, що призводить до підвищення технологічної якості білків. Корми використовують для годування свиней, птиці та великої рогатої худоби.

Незважаючи на ці переваги, вирощування та виробництво насіння кормових бобів піддається соціологічним, технічним і матеріально-технічним обмеженням. Найбільшим обмеженням у використанні насіння бобів як їжі є зараження *Bruchus* spp. Цю групу шкідників, які спустошують боби, зазвичай називають бобовими довгоносиками або брухидами, і включають п'ять видів, а саме: *Bruchus affinis* Frölich, 1799; *Bruchus atomarius* (Linnaeus, 1761); *Bruchus brachialis* Fåhraeus, 1839; *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833 та *Bruchus pisorum* (Linnaeus, 1758). *Bruchus rufimanus* є найпоширенішим видом у посівах бобів [8]. Усі п'ять видів є олігофагами, життєвий цикл яких значною мірою залежить від фенології рослини-господаря та кліматичних умов. Дорослі особини зимують у репродуктивній діапаузі в лісистих місцях і колонізують квітучі культури навесні, коли температура перевищує 15 °C [4]. Особини досягають статевої зрілості коли рослина кормового бобу цвіте, а розмноження відбувається приблизно через два тижні після польової колонізації при температурі близько 20 °C. Вагітні самки відкладають яйця на щойно сформованих стручках, а личинки, що вилуплюються, безпосередньо проходять через весь постембріональний розвиток,

включаючи чотири личинкові стадії (L1–L4) і стадію німфи, які проходять всередині насіння і тривають приблизно 100 днів. Більшість дорослих особин з'являється після збирання сухого насіння [7]. Дорослі особини, що з'явилися, не завдають подальшої шкоди насінню, яке зберігається, оскільки самки не можуть відкладати яйцеклітини на сухе насінні [13]. Дорослі особини зимують у репродуктивній діапаузі до наступної весни, коли почнеться цвітіння бобів [17].

Брухіди завдають як якісної, так і кількісної шкоди насінню, включаючи зменшення маси насіння через споживання ендосперму личинками, що розвиваються. Це зменшення коливається від 5,0 % до 9,4 % від маси сухого насіння [6, 22]. Розвиток личинок також знижує поживну цінність і органолептичні властивості насіння, викликані накопиченням відходів комах, таких як урати [17]. Естетична якість також сильно змінюється через пошкодження насіннєвої оболонки дорослими особинами, що з'являються. Крім того, перфороване насіння більш сприйнятливим до грибової інфекції в сховищах або в полі після посіву [31].

Сьогодні боротьба з насіннєвими довгоносиками кормових бобів значною мірою залежить від використання хімічних інсектицидів. Однак велика кількість з них була заборонена, оскільки вони негативно впливають на навколишнє середовище, людей і нецільові організми, включаючи запилювачів. Післязбиральна обробка необхідна для обмеження появи дорослих довгоносиків із середини насіння, що зберігаються, і для дотримання вимог ринку, які забороняють присутність живих комах у зерні для експорту. Були спроби біологічного контролю за допомогою хижаків і паразитоїдів [22] або шляхом застосування ефірних олій рослин [11, 19, 22]. Крім того, також застосовувалися агрономічні заходи [7]. Тим не менш, їх ефективність обмежена, і їх використання у великих виробничих зонах передбачає значні економічні інвестиції.

У цьому контексті виведення стійких сортів є найбільш відповідним підходом для досягнення тривалого та ефективного рівня стійкості, який відповідає вимогам агропродовольчого сектору та сприяє сталому сільському господарству. Однак досі не створено стійких сортів кормових бобів. Стійкість до брухиду вивчалася на інших бобових культурах, де дикі родичі є основним джерелом стійкості [9]. Проте, деякі джерела резистентності також були виявлені у культивованих видів, таких як: *Vigna mungo* (L.) [3], *Cicer arietinum* L. (нут) [24, 28], *Phaseolus vulgaris* L. (квасоля звичайна) [3], *Vigna unguiculata* (L.) (вігна) [2, 23], *Pisum sativum* L. (горох) [5, 10]. У кормових бобів (*Vicia faba* L.) досі не виявлено повністю стійких зразків [26, 27]. Таким чином, скринінг колекцій зародкової плазми з генетичним різноманіттям необхідний для успішного виявлення

джерел резистентності. У цій роботі ми провели скринінг колекції зародкової плазми бобів з метою виявлення джерел стійкості до насінневих довгоносиків.

Матеріали і методи. Колекція зародкової плазми кормових бобів, яка доступна в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН та Національному центрі генетичних ресурсів рослин України станом на 01.01.2023 р. складається з 414 зразків зокрема: *V. faba* subsp. *faba* var. *equina* Pers., *V. faba* subsp. *faba* var. *minor* Peterm., *V. faba* subsp. *faba* var. *major* Harz., 34 з яких вивчались у 2014–2016 рр. та 30 у 2017 р. за ознаками врожайності та ураження насіння брухосом.

Метеорологічні умови польових досліджень показані в таблиці 1.

1. Метеорологічні дані (Гідрометеоцентр, м. Львів, Львівська гідрогеологомеліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине)

Показники	1	2	3	За міс.	1	2	3	За міс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2014								
	травень				червень			
Температура, °C	11,8	13,2	17,6	14,2	17,1	15,7	16,0	16,2
норма	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
опади, мм	4,4	86,7	38,3	129,4	29,1	1,8	20,7	51,6
норма	24	30	31	85	30	30	33	93
	липень				серпень			
Температура, °C	19,2	20,6	21,5	20,4	22,1	18,6	14,9	18,5
норма	16,7	18,2	17,5	17,5	18,2	16,8	15,8	16,9
опади, мм	73,7	9,8	16,0	99,5	5,0	26,0	44,9	75,9
норма	32	33	37	102	29	29	24	82
2015								
	травень				червень			
Температура, °C	13,3	13,2	13,7	13,4	19,6	17,7	16,1	17,8
норма	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
опади, мм	21,2	4,6	82,8	108,6	0,6	26,8	14,9	42,3
норма	24	30	31	85	30	30	33	93
	липень				серпень			
Температура, °C	20,6	18,2	20,1	19,9	23,5	22,4	20,5	22,1
норма	16,7	18,2	17,5	17,5	18,2	16,8	15,8	16,9
опади, мм	14,1	47,7	25,6	87,4	0,0	0,0	1,1	1,1
норма	32	33	37	102	29	29	24	82

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2016								
	травень				червень			
Температура, °С	13,5	11,9	18,1	14,5	16,1	18,6	21,5	18,7
норма	11,5	13,4	13,7	12,9	15,6	16,0	17,2	16,3
опад, мм	7,3	18,7	32,1	58,1	2,6	40,1	19,8	62,5
норма	24	30	31	75	30	30	33	93
	липень				серпень			
Температура, °С	18,3	19,2	21,0	19,5	20,1	16,2	19,6	18,6
норма	16,7	18,2	17,5	17,5	18,2	16,8	15,8	16,9
опад, мм	9,0	56,7	0,9	66,6	3,3	22,3	1,2	26,8
норма	32	33	37	102	29	29	24	82

Насіння бобів висівали на ділянках (60 шт./діл) вручну під посівну дошку в рядки рядкового посіву (30 см) з відстанню між насіннями в рядку 10 см (довжина рядка 3,0 м). Сівбу проводять без повторень. Стандарт висівали через 10 номерів. Строки посіву – ранні весняні. Попередник – озимий ячмінь, озима пшениця. Обробіток ґрунту – оранка (20–25 см), передпосівна культивування. Внесення добрив: NPK по 30 кг/га під передпосівну культивування.

На дослідних ділянках пестициди й інсектициди не застосовувалися. Боротьба з бур'янами – ручне прополювання. Рослини збирали у снопи в дозрілому стані та

обмолочували. Насіння зберігали при кімнатній температурі протягом 1 місяця для сприяння однорідному розвитку довгоносиків перед їх зберіганням при 4 °С. Сто насінин було випадково відібрано для кількісного визначення відсотка зараження насіння для кожного зразка.

Уражене насіння (%) визначали з набору зі 100 випадково вибраних насінин візуально щоразу для кожного зразка. Для оцінки ураження колекційних зразків використовували універсальну шкалу згідно з методичними рекомендаціями з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культу [1] (табл. 2).

2. Шкала оцінки ураження колекційних зразків кормових бобів

Ступінь ураження	Ураження, %	Бал стійкості	Імунологічна характеристика
Ураження відсутнє	0	0	імунний
Дуже слабке	до 10	8	висока
Слабка	11–25	7	стійкий
Середня	26–50	5	середньо стійкий
Сильна	51–75	3	сприйнятливий
Дуже сильна	75–100	1	дуже сприйнятливий

Насіння вважалося зараженим, якщо воно мало круглі вихідні отвори спричинені дорослою брухідією.

Статистичний обрахунок результатів проводили методами варіаційного аналізу з використанням статистичного пакета Statistica 5.1 for Windows.

Результати та обговорення. Протягом 2014–2016 р. проведена оцінка 34 зразків за ознаками урожайності та ураження насіння брухідами (табл. 3).

3. Характеристика колекційних зразків кормових бобів за ознаками ураження брухідами та урожайністю насіння, 2014–2016 рр.

№ реєстр. IZT	Назва зразка	Різновидність	Країна походження	Ураження насіння зернодом, %				Урожай насіння, г/м ²			
				2014	2015	2016	середнє	2014	2015	2016	середнє
00367	Переможець (ст.)	var.minor	UKR	7	12	24	14	380	231	560	390
00353	Візир	var.minor	UKR	16	7	15	13	400	367	690	486
00268	Bartom	var. major	POL	25	27	53	35	740	457	490	562
00267	Bizon	var. major	POL	51	51	47	50	780	504	510	598
00238	HBP/A/SO/2001	var. minor	SYR	38	15	47	33	740	360	470	523
00274	Узуновские	var. minor	RUS	72	24	50	49	850	310	520	560
00275	Мария	var. minor	RUS	51	19	36	35	680	248	580	503
00350	Krapphauser Acker tohne	var. minor	DEU	37	13	17	22	950	260	440	550
00251	–	var. equina	UKR	93	36	45	58	910	520	460	630
00253	–	var. equina	UKR	48	28	48	41	550	550	350	483
00240	HBP/D/SO/2001	var. equina	SYR	33	26	39	33	740	490	410	547
00257	–	var. equina	UKR	27	25	43	32	890	620	480	663
00252	–	var. equina	UKR	62	27	50	46	875	545	390	603
00246	–	var. equina	UKR	38	40	45	41	680	495	530	568
00241	HBP/E/SO/2001	var. equina	SYR	16	22	55	31	700	150	560	470
00239	HBP/B/SO/2001	var. equina	SYR	37	28	59	41	740	360	440	513
00304	FLIP06-004FB	var. equina	SYR	64	64	75	68	720	405	450	525
00273	–	var. equina	UKR	29	22	24	25	430	470	570	490
00306	FLIP06-006FB	var. equina	SYR	55	25	54	45	690	383	480	518
00294	WBR 3	var. equina	GBR	25	12	39	25	650	526	470	549
00344	Horse bean	var. equina	GBR	7	10	28	15	940	585	470	665
00345	Rastatter Kleinkornige	var. equina	CZE	98	23	51	57	770	515	440	575
00347	Schurigs Pferde tohne	var. equina	DEU	98	19	41	53	920	390	330	547
00262	–	var. major	UKR	25	29	42	32	670	340	540	517
00242	ILB 1266	var. major	ESP	69	12	37	39	990	527	410	642
00278	–	var. major	UKR	100	57	76	78	820	467	380	556
00266	Makler	var. major	POL	41	29	56	42	900	286	400	529
00269	Karmazin	var. major	POL	52	52	76	60	820	386	440	549
00276	–	var. major	UKR	100	49	79	76	810	315	370	498
00259	–	var. equina	UKR	84	12	41	46	710	372	450	511
00270	Jankiel Biale	var. major	POL	94	49	60	68	675	370	350	465
00260	–	var. major	UKR	51	60	69	60	860	490	400	583
00250	–	var. equina	UKR	100	44	64	69	770	435	470	558
середня				52	29	48	43	753	417	460	543
Стандартне відхилення				29	15,6	16,2	17,2	150	110	79	57,7
Помилка вибіркового середнього							3				10
V, %				56	54	34		20	26	17	

У 2014 р. рівень ураження брухідами колекційних зразків був високим і складав в середньому 52 %. Мінливість зразків була значною (коефіцієнт варіації $V = 56 \%$) і коливалась в межах від 7 до 100 %. У 2015 р. ураженість насіння зразків була середньою і складала 29 %, а у 2016 р. високою і складала 48 %. Мінливість за ураженням зразків брухідами була значною (коефіцієнт варіації складав відповідно 54 і 34 %).

Коливання рівня ураження по роках вказує на те, що температура, кількість опадів і максимальна вологість є найвпливовішими кліматичними факторами, що впливають на зараження насіння [15]. Опади та вологість потенційно можуть порушити яйцекладку та відірвати яйця від поверхні коробочок, тоді як високі температури висихають яйця, таким чином знижуючи їх життєздатність [14]. У досліді 2014–2016 рр. сума температур по роках протягом червня-липня (фази цвітіння – досягання) зростала і складала відповідно 36,6; 37,7; 38,2 °C при нормі 34,4 °C. Сума опадів по роках протягом червня-липня складала 129,1; 129,7; 280,8 мм при багаторічній – 195 мм.

Врахування вище вказаних кліматичних параметрів при виборі місця та часу проведення польових експериментів може бути корисним для селекціонерів і дослідників під час відбору на стійкість до брухідів.

Значна мінливість та широкий діапазон рівнів інвазії, що спостерігається серед зразків, свідчить про залучення різних захисних механізмів. Механізми антибіозу та/або антиксенозу, можливо, діяли для запобігання, затримки та/або перешкоджання відкладенню яєць, проникненню стручка та оболонки насіння або розвитку личинок [25]. Серед фізичних або механічних бар'єрів належать товщина, твердість або текстура стручка, які можуть перешкоджати прилипанню яєць і обмежувати доступ до насіння. Оболонка насіння також може перешкоджати

проникненню в насіння, оскільки містить біохімічні захисні бар'єри (алкалоїди, поліфеноли, лектини, інгібітори протеїнази, інгібітори α -амілази тощо), які беруть участь у зниженні фертильності та/або яйцекладки, збільшенні часу розвитку та/або смертності личинок або дорослих особин [9]. Зразки IZT 00367 Переможець (14 %), IZT 00353 Візир (13 %), IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (22 %), IZT 00294 WBR 3 (25 %), IZT 00344 Horse bean, IZT 00273 (25 %) – місцевий зразок з України, які показали слабку ступінь ураження могли запускати дуже ранні та/або інтенсивні механізми антибіозу, які перешкоджали личинкам, яким вдалося проникнути в оболонку насіння, розвиватися всередині [21]. Висока урожайність насіння та слабкий рівень ураження брухідами вказаних зразків є цінним вихідним матеріалом для селекції.

З метою визначення впливу ураження насіння брухусом на урожайність насіння та його структуру колекційних зразків проведено дослідження в умовах 2017 р. (табл. 4).

Серед зразків кормових бобів, які вивчали є сорти, місцеві сорти та селекційні лінії з різних еколого-географічних регіонів, що належать до різновидностей *var. minor*, *var. major*, *var. equina*. Оскільки відомо, що личинки брухуса уражують боби й насіння на ранніх стадіях їх розвитку, що може впливати на формування насіння та їх урожайність ми провели кореляційний аналіз зв'язків ступеня ураження насіння на стадії виходу брухідів з насіння й урожайністю насіння та його структурою. Встановлено, що кореляційна залежність є середньою і зворотною між ураженням насіння та кількістю бобів ($r = -0,69$) й ураженням насіння та кількістю насінин на рослинах ($r = -0,64$), є слабкою і зворотною між рівнем ураження насіння й масою насіння на рослині ($r = -0,13$) та врожаєм насіння ($r = -20$).

4. Характеристика зразків кінських бобів за господарсько-цінними ознаками, 2017 р.

№ IZT	Назва зразка	Різновидність, var.	Країна походження	Ураження насіння зернодом, %	Висота рослин, см $M \pm t_{05m}$	Число бобів, шт./р. $M \pm t_{05m}$	Число насінин, шт./р. $M \pm t_{05m}$	Маса насіння, г/р $M \pm t_{05m}$	Урожайність насіння	
									г/м ²	% до ст.
00284	Sel. F6/1802/2003, Comp, C. Sp+AB	minor	SYR	89	61±11	7±2	16±9	9,5±4,8	475	90
00354	–	major	UKR	93	66±4	5±3	17±6	18,3±7,7	915	173
00358	Жека 5	major	MDA	92	68±7	5±3	10±9	10,4±4,2	520	98
00303	FLIP06-003FB	equina	SYR	87	59±9	6±2	12±7	11,2±6,2	560	106
00286	Sel. F6/1766/2003, Comp, C. Sp+AB-2	equina	SYR	88	71±11	9±3	18±9	9,4±2,0	470	89
00285	Sel. F6/1753/2003, Comp, C. Sp+AB-2	minor	SYR	81	50±3	7±6	13±15	7,6±6,7	380	72
00166	Hurstis Monarch	equine	GBR	70	50±4	4±1	9±1	7,1±2,6	355	67
00368	–	major	UKR	91	51±3	6±3	6±1	6,4±1,3	320	60
00302	FLIP06-002FB	major	SYR	94	47±5	3±3	8±5	9,8±9,6	490	92
00272	–	equina	UKR	88	67±6	5±1	11±3	11,2±1,9	560	106
00360	–	major	ISR	95	62±25	5±5	12±12	12,8±12,1	640	121
00160	–	equina	UKR	83	81±4	7±3	19±8	10,6±3,2	530	0
00165	Міліплатонські	minor	LVA	63	91±5	11±9	28±15	12±4,8	600	113
00190	Vesuvio	equine	ITA	74	96±6	8±6	22±19	15,3±15	765	144
00100	–	equine	UKR	66	90±5	12±3	27±10	12,1±3,0	605	114
00111	Місцеві 4	equine	UKR	89	84±10	9±8	20±9	15±3,0	750	141
00138	–	minor	UKR	92	67±8	3±1	10±4	8,2±3,1	410	77
00171	English Broad	equine	CAN	78	77±5	9±4	25±11	12,9±3,7	645	122
00197	Bakra 4	equine	TUR	79	80±5	10±3	30±8	17,8±11	890	168
00199	Kristall	major	DEU	82	76±13	8±3	20±4	14,1±7,0	705	133
00220	–	equine	UKR	56	79±2	13±4	36±10	14,2±3,8	710	134
00242	ILB 1266	major	ESP	70	74±7	8±6	16±6	11,9±3,1	595	112
00342	Cargo	equine	DNK	61	78±4	8±3	19±11	10,4±7,7	520	98
00364	Whate Windsor	major	POL	95	48±4	3±1	8±3	10,2±6,1	510	96
00361	–	equine	ISR	91	54±7	3±1	8±4	6,1±0,6	305	58
00370	–	major	UKR	88	63±13	5±3	6±3	8,8±1,6	440	83
00136	–	major	UKR	72	62±4	6±3	13±9	8,3±7,0	415	78
00369	–	major	ISR	74	64±6	5±3	8±8	9,7±10,6	485	91
00296	Line 29	equine	SYR	96	52±19	4±3	9±6	6,3±7,4	315	59
00314	FLIP06-014FB	equine	SYR	87	52±7	6±3	9±11	9,7±6,7	485	91
00270	Jankiel Biale, ст.	major	POL	–	–	5±1	15±1	10,7±1	560	–

Таким чином, в результаті досліджень виявлено різні рівні резистентності зразків, які можуть бути спричинені різними типами захисних механізмів, виявлення яких і впровадження в селекційну практику створення стійких сортів зробить їх більш

привабливими та придатними для сталого сільського господарства з обмеженим використанням пестицидів. У цій роботі виявлено різні джерела резистентності, які можна використовувати як вихідний матеріал в програмах селекції бобів. Жоден

генотип не виявив повної стійкості, тому нагромадження генів стійкості, які забезпечують і формують різні механізми стійкості є важливим. Наступні кроки вимагають проведення досліджень спрямованих на визначення того, як успадковується резистентність і які конкретні захисні механізми діють. Широкий діапазон рівнів резистентності, що спостерігався серед досліджених зразків, і той факт, що повна резистентність не виявлена, свідчить про складне успадкування даної ознаки.

Встановлено, що кореляційна залежність вказує на можливість впливу ураження насіння брухусом на формування урожайності насіння та його структури. Враховуючи наявність різних типів захисних механізмів у формуванні стійкості до брухуса відбір джерел зразків з високою врожайністю насіння та селекція на високу врожайність повинні позитивно впливати на обмеження рівня ураження брухусом у нових сортів.

Висновки

В результаті проведених досліджень виявлено високу мінливість за рівнями резистентності до ураження брухідами, які можуть бути спричинені різними типами захисних механізмів у колекційних зразків.

Список використаної літератури

1. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур / Л. Н. Кобизева та ін. 2016. С. 88.
2. Adam J. I., Baidoo P. K. Susceptibility of five cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties to attack by *callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *J. Ghana Sci. Assoc.* 2018. Vol. 10. No 2. P. 85–92. DOI: 10.4314/jgsa.v10i2.18044.
3. Analysis of bruchid resistance in the wild common bean accession G02771: no evidence for insecticidal activity of arcelin 5 / A. Goossens et al. *J. Exp. Bot.* 2000. Vol. 51 (348). P. 1229–1236. DOI:10.1093/jexbot/51.348.1229.
4. Aoudjit, Siham. Bioécologie et diapause reproductrice de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans deux parcelles de fève et féverole dans la région de Haizer (Bouira). *Spécialité: Sciences Biologiques Option: Interaction Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturels et Cultivés.* 2014. <https://www.ummo.dz/dspace/handle/ummo/1674>.
5. Bean α -amylase inhibitor 1 in transgenic peas (*Pisum sativum*) provides complete protection from pea

Виявлено зразки стійкі до ураження насіння брухусом (7 балів), а саме: IZT 00367 Переможець (12 %); IZT 00353 Візир (8 %); IZT 00275 Марія (20 %); IZT 00350 Krapphauser Acker tohne (11 %); IZT 00294 WBR 3 (18 %); IZT 00344 Horse bean (13 %); IZT 00242 ILB 1266 (17 %); IZT 00259 – місцевий зразок з України (20 %); IZT 00273 – місцевий зразок з України (25 %).

Показано, що жоден з генотипів не був імунним, а тому нагромадження генів стійкості, які забезпечують і формують різні механізми стійкості є важливим.

Встановлено, що кореляційна залежність є середньою і зворотною між ураженням насіння та кількістю бобів ($r = -0,69$) та ураженням насіння та кількістю насінин на рослинах ($r = -0,64$), є слабкою і зворотною між рівнем ураження насіння і масою насіння на рослині ($r = -0,13$) та врожаєм насіння ($r = -0,20$), що вказує на можливість негативного впливу ураження насіння брухусом на формування врожаю насіння та його структури.

Висловлено припущення, що селекція бобів на високу урожайність насіння з використанням стійких до ураження брухусом джерел повинна позитивно впливати на обмеження рівня ураження шкідником нових сортів.

References

1. Methodological recommendations for the study of genetic resources of leguminous crops / L. N. Kobyzieva et al. 2016. P. 88.
2. Adam J. I., Baidoo P. K. Susceptibility of five cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties to attack by *callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *J. Ghana Sci. Assoc.* 2018. Vol. 10. No 2. P. 85–92. DOI: 10.4314/jgsa.v10i2.18044.
3. Analysis of bruchid resistance in the wild common bean accession G02771: no evidence for insecticidal activity of arcelin 5 / A. Goossens et al. *J. Exp. Bot.* 2000. Vol. 51 (348). P. 1229–1236. DOI:10.1093/jexbot/51.348.1229.
4. Aoudjit, Siham. Bioécologie et diapause reproductrice de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans deux parcelles de fève et féverole dans la région de Haizer (Bouira). *Spécialité: Sciences Biologiques Option: Interaction Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturels et Cultivés.* 2014. <https://www.ummo.dz/dspace/handle/ummo/1674>.
5. Bean α -amylase inhibitor 1 in transgenic peas (*Pisum sativum*) provides complete protection from

weevil (*Bruchus pisorum*) under field conditions / R. L. Morton et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2000. Vol. 97 (8). P. 3820-3825. Doi: 10.1073/pnas.070054597.

6. Boughdad A. and Laugé G. *Vicia faba* L. seed infestation and losses due to *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in Morocco. *FABIS Newsletter*. 36/37. P. 20–25. <https://www.researchgate.net/publication/229429712>.

7. Breeding food legumes for resistance to storage insect pests: potential and limitations / G. Keneni et al. *Sustainability*. 2011. Vol. 3 (9). P. 1399–1415. <https://doi.org/10.3390/su3091399>.

8. *Bruchidius imbricornis* (Panzer, 1795), *Bruchus occidentalis* Lukjanovitch & Ter-Minassian, 1957 et *Bruchus brachialis* Fähræus, 1839 nouveaux pour la faune belge et données récentes de *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) / J.-Y. Bagnée et al. *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie/Bulletin van de Koninklijke Belgische vereniging voor entomologie*. 2021. Vol. 157 (1) P. 34–53. https://www.researchgate.net/publication/353794464_Bruchidius_imbricornis_Panzer_1795_Bruchus_occidentalis_Lukjanovitch_Ter-Minassian_1957_et_Bruchus_brachialis_Fahraeus_1839_nouveaux_pour_la_faune_belge_et_donnees_recentes_de_Bruchidius_siliquastri_D.

9. Bruchid pest management in pulses: past practices, present status and use of modern breeding tools for development of resistant varieties: Bruchid pest management in pulses / S. K. Mishra et al. *Ann. Appl. Biol.* 2018. Vol. 172 (1). P. 4–19. DOI: 10.1111/aab.12401.

10. Clement S. L., Hardie D. C., Elberson L. R. Variation among accessions of *Pisum fulvum* for resistance to pea weevil. *Crop Sci.* 2002. Vol. 42. P. 2167–2173. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.2167>.

11. Comparaison de la composition chimique et l'activité insecticide des huiles essentielles de *Mentha suaveolens* Ehrh. prélevées de deux régions différentes du Maroc contre *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae) [Comparison of the chemical composition and the insecticidal activity of essential oils of *Mentha suaveolens* Ehrh. collected from two different regions of Morocco, against *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae)] / S. Amzouar et al. *Int. J. Innov. Appl. Sci.* 2016. Vol. 18 (3). P. 836–845. <http://www.aensi.org/aeb.html>.

12. Ecological services of faba bean / U. Köpke et al. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115. Issue 3. P. 217–233. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.012>.

13. Howe R. W., Currie J. E. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. *Bulletin of Entomological Research*. 1964. Vol. 55. Issue 3. P. 437–477. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485300049580>.

pea weevil (*Bruchus pisorum*) under field conditions / R. L. Morton et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 2000. Vol. 97 (8). P. 3820-3825. Doi: 10.1073/pnas.070054597.

6. Boughdad A. and Laugé G. *Vicia faba* L. seed infestation and losses due to *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in Morocco. *FABIS Newsletter*. 36/37. P. 20–25. <https://www.researchgate.net/publication/229429712>.

7. Breeding food legumes for resistance to storage insect pests: potential and limitations / G. Keneni et al. *Sustainability*. 2011. Vol. 3 (9). P. 1399–1415. <https://doi.org/10.3390/su3091399>.

8. *Bruchidius imbricornis* (Panzer, 1795), *Bruchus occidentalis* Lukjanovitch & Ter-Minassian, 1957 et *Bruchus brachialis* Fähræus, 1839 nouveaux pour la faune belge et données récentes de *Bruchidius siliquastri* Delobel, 2007 (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) / J.-Y. Bagnée et al. *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie/Bulletin van de Koninklijke Belgische vereniging voor entomologie*. 2021. Vol. 157 (1) P. 34–53. https://www.researchgate.net/publication/353794464_Bruchidius_imbricornis_Panzer_1795_Bruchus_occidentalis_Lukjanovitch_Ter-Minassian_1957_et_Bruchus_brachialis_Fahraeus_1839_nouveaux_pour_la_faune_belge_et_donnees_recentes_de_Bruchidius_siliquastri_D.

9. Bruchid pest management in pulses: past practices, present status and use of modern breeding tools for development of resistant varieties: Bruchid pest management in pulses / S. K. Mishra et al. *Ann. Appl. Biol.* 2018. Vol. 172 (1). P. 4–19. DOI: 10.1111/aab.12401.

10. Clement S. L., Hardie D. C., Elberson L. R. Variation among accessions of *Pisum fulvum* for resistance to pea weevil. *Crop Sci.* 2002. Vol. 42. P. 2167–2173. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.2167>.

11. Comparaison de la composition chimique et l'activité insecticide des huiles essentielles de *Mentha suaveolens* Ehrh. prélevées de deux régions différentes du Maroc contre *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae) [Comparison of the chemical composition and the insecticidal activity of essential oils of *Mentha suaveolens* Ehrh. collected from two different regions of Morocco, against *Bruchus rufimanus* (Bohman) (Coleoptera: Chrysomelidae)] / S. Amzouar et al. *Int. J. Innov. Appl. Sci.* 2016. Vol. 18 (3). P. 836–845. [aensi.org/aeb.html](http://www.aensi.org/aeb.html).

12. Ecological services of faba bean / U. Köpke et al. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115. Issue 3. P. 217–233. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.012>.

13. Howe R. W., Currie J. E. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. *Bulletin of Entomological Research*. 1964. Vol. 55. Issue 3. P. 437–477. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485300049580>.

14. Identification and multi-environment validation of resistance to pea weevil (*Bruchus pisorum*) in *Pisum*

14. Identification and multi-environment validation of resistance to pea weevil (*Bruchus pisorum*) in *Pisum* germplasm / T. Fernández et al. *J. Pest Sci.* 2017. No 2. P. 505–514. doi.org/10.1007/s10340-017-0925-1.
15. Identification of novel sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) in a faba bean germplasm collection Front / E. Carrillo-Perdomo et al. *Plant Sci.* 2019. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01914.
16. Identification of resistant sources to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* (F.)) in *Vigna* sp. and inheritance of their resistance in black gram (*Vigna mungo* var. *mungo*) / T. K. Dongre et al. *J. Stored Prod. Res.* 1996. Vol. 32. P. 201–204. https://doi.org/10.1016/S0022-474X(96)00028-8.
17. Insectes ravageurs des graines de légumineuses : Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique / J. Huignard et al. Éditions Quae, 2011. 145 p. DOI:10.35690/978-2-7592-1656.
18. Ishimoto M., Chrispeels M. J. Protective Mechanism of the Mexican Bean Weevil against High Levels of α -Amylase Inhibitor in the Common Bean. *Plant Physiol.* 1996. Vol. 111. Issue 2. P. 393–401. https://doi.org/10.1104/pp.111.2.393.
19. Jemâa J. M. B. Essential oil as a source of bioactive constituents for the control of insect pests of economic importance in tunisia screening of factors influencing the efficacy of *Pistacia lentiscus* (L.) essential oil from Tunisia. *Med. Aromat. Plants.* 2014. Vol. 3. 158. DOI:10.4172/2167-0412.1000158.
20. Jensen E. S., People M. B., Hauggaard-Nielsen H. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115 (3). P. 203–216. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.10.008.
21. Macel M., Dam N. M. V. Metabolomics of plant resistance to insects. In book: *The Biology of Plant-Insect Interactions.* 2018. P. 129–149. DOI: 10.1201/9781315119571-7.
22. Protective effects of three *Artemisia* essential oils against *Callosobruchus maculatus* and *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and the extended side-effects on their natural enemies / F. Titouhi et al. 2017. *J. Stored Prod. Res.* Vol. 72. P. 11–20. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.02.007.
23. Redden R., Dobie P., Gatehouse A. The inheritance of seed resistance to *Callosobruchus maculatus* F. in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). I. Analyses of parental, F 1, F 2, F 3 and backcross seed generations. *Aust. J. Agric. Res.* 1983. Vol. 34 (6). P. 681–696. DOI: 10.1071/AR9830681.
24. Resistência a bruquídeos, composição em ácidos graxos e qualidade de cozimento das sementes em genótipos de grão-de-bico / I. Athiepacheco et al. *Tecnologia Pós-Colheita.* Bragantia, 1994. Vol. 53 (1). P. 61–74. https://doi.org/10.1590/S0006-87051994000100007.
25. Seed coat tannins and bruchid resistance in stored cowpea seeds / V. Lattanzio et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2005. Vol. 85 (5). P. 839–846. DOI: 10.1002/jsfa.2024.
26. Seidenglanz M., Huňady I. Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development o *Bruchus* germplasm / T. Fernández et al. *J. Pest Sci.* 2017. No 2. P. 505–514. doi.org/10.1007/s10340-017-0925-1.
15. Identification of novel sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) in a faba bean germplasm collection Front / E. Carrillo-Perdomo et al. *Plant Sci.* 2019. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01914.
16. Identification of resistant sources to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* (F.)) in *Vigna* sp. and inheritance of their resistance in black gram (*Vigna mungo* var. *mungo*) / T. K. Dongre et al. *J. Stored Prod. Res.* 1996. Vol. 32. P. 201–204. https://doi.org/10.1016/S0022-474X(96)00028-8.
17. Insectes ravageurs des graines de légumineuses : Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique / J. Huignard et al. Éditions Quae, 2011. 145 p. DOI:10.35690/978-2-7592-1656.
18. Ishimoto M., Chrispeels M. J. Protective Mechanism of the Mexican Bean Weevil against High Levels of α -Amylase Inhibitor in the Common Bean. *Plant Physiol.* 1996. Vol. 111. Issue 2. P. 393–401. https://doi.org/10.1104/pp.111.2.393.
19. Jemâa J. M. B. Essential oil as a source of bioactive constituents for the control of insect pests of economic importance in tunisia screening of factors influencing the efficacy of *Pistacia lentiscus* (L.) essential oil from Tunisia. *Med. Aromat. Plants.* 2014. Vol. 3. 158. DOI:10.4172/2167-0412.1000158.
20. Jensen E. S., People M. B., Hauggaard-Nielsen H. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Res.* 2010. Vol. 115 (3). P. 203–216. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.10.008.
21. Macel M., Dam N. M. V. Metabolomics of plant resistance to insects. In book: *The Biology of Plant-Insect Interactions.* 2018. P. 129–149. DOI: 10.1201/9781315119571-7.
22. Protective effects of three *Artemisia* essential oils against *Callosobruchus maculatus* and *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and the extended side-effects on their natural enemies / F. Titouhi et al. 2017. *J. Stored Prod. Res.* Vol. 72. P. 11–20. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2017.02.007.
23. Redden R., Dobie P., Gatehouse A. The inheritance of seed resistance to *Callosobruchus maculatus* F. in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). I. Analyses of parental, F 1, F 2, F 3 and backcross seed generations. *Aust. J. Agric. Res.* 1983. Vol. 34 (6). P. 681–696. DOI: 10.1071/AR9830681.
24. Resistência a bruquídeos, composição em ácidos graxos e qualidade de cozimento das sementes em genótipos de grão-de-bico / I. Athiepacheco et al. *Tecnologia Pós-Colheita.* Bragantia, 1994. Vol. 53 (1). P. 61–74. https://doi.org/10.1590/S0006-87051994000100007.
25. Seed coat tannins and bruchid resistance in stored cowpea seeds / V. Lattanzio et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2005. Vol. 85 (5). P. 839–846. DOI: 10.1002/jsfa.2024.
26. Seidenglanz M., Huňady I. Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development o *Bruchus*

26. Seidenglanz M., Huňady I. Effects of faba bean (*Vicia faba*) varieties on the development of *Bruchus rufimanus*. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2016. Vol. 52 (1). P. 22–29. DOI: 10.17221/122/2015-CJGPB.
27. Seidenglanz M., Huňady I., Sillero J. C. Testing of *Vicia faba* accessions on resistance to bruchids (*Bruchus rufimanus*). Book of abstracts of international conference “*Advances in grain legume breeding, cultivation and uses for a more competitive value chain*”. Novi Sad, 27–28 September 2017. P. 55. http://www.legato-fp7.eu/FinalConference/pdfs/Book_of_abstracts_LEGATO_EUROLEGUME.pdf.
28. Shaheen F. A., Khaliq A., Aslam M. Resistance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars against pulse beetle. *Pak. J. Bot.* 2006. Vol. 38 (4). P. 1237–1244. [pakbs.org/pjbot/PDFs/38\(4\)/PJB38\(4\)1237.pdf](http://pakbs.org/pjbot/PDFs/38(4)/PJB38(4)1237.pdf).
29. Szafirowska A. The role of cultivars and sowing date in control of broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in organic cultivation. *Veg. Crops Res. Bull.* 2012. Vol. 77. P. 29–36. Doi: 10.2478/v10032-012-0013-2.
30. Ward R. L., Smart L. The Effect of Temperature on the Effectiveness of Spray Applications to Control Bean Seed Beetle (*Bruchus rufimanus*) in Field Beans (*Vicia faba*). *Asp. Appl. Biol.* 2011. 106. P. 247–254.
31. Ward R. L. The biology and ecology of *Bruchus rufimanus* (bean seed beetle). 2018. <http://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/4358>.
- rufimanus. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2016. Vol. 52 (1). P. 22–29. DOI: 10.17221/122/2015-CJGPB.
27. Seidenglanz M., Huňady I., Sillero J. C. Testing of *Vicia faba* accessions on resistance to bruchids (*Bruchus rufimanus*). Book of abstracts of international conference “*Advances in grain legume breeding, cultivation and uses for a more competitive value chain*”. Novi Sad, 27–28 September 2017. P. 55. http://www.legato-fp7.eu/FinalConference/pdfs/Book_of_abstracts_LEGATO_EUROLEGUME.pdf.
28. Shaheen F. A., Khaliq A., Aslam M. Resistance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars against pulse beetle. *Pak. J. Bot.* 2006. Vol. 38 (4). P. 1237–1244. [pakbs.org/pjbot/PDFs/38\(4\)/PJB38\(4\)1237.pdf](http://pakbs.org/pjbot/PDFs/38(4)/PJB38(4)1237.pdf).
29. Szafirowska A. The role of cultivars and sowing date in control of broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in organic cultivation. *Veg. Crops Res. Bull.* 2012. Vol. 77. P. 29–36. Doi: 10.2478/v10032-012-0013-2.
30. Ward R. L., Smart L. The Effect of Temperature on the Effectiveness of Spray Applications to Control Bean Seed Beetle (*Bruchus rufimanus*) in Field Beans (*Vicia faba*). *Asp. Appl. Biol.* 2011. 106. P. 247–254.
31. Ward R. L. The biology and ecology of *Bruchus rufimanus* (bean seed beetle). 2018. <http://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/4358>.