

УДК 633.367:631.52;632.752.2(476)

ЗАСЕЛЯЕМОСТЬ РАЗНЫХ ВИДОВ И ФОРМ ЛЮПИНА (*LUPINUS* SPP.) ЛЮПИНОВОЙ ТЛЕЙ (*MACROSIPHUM ALBIFRONS* ESSIG, 1911) В УСЛОВИЯХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. Г. ЖОРОВ¹⁾, В. С. АНОХИНА¹⁾, И. Ю. РОМАНЧУК¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Представлены результаты исследования степени заселенности разных видов и форм люпина люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig, 1911). Оценена зависимость ее численности от вида и количественного содержания алкалоидов в листьях растений. Установлено, что люпин желтый характеризуется низкой степенью заселенности (1,8 балла) по сравнению с люпином узколистым (3,2 балла) и другими формами.

Ключевые слова: Aphidoidea; Fabaceae; *Lupinus* spp.; инвазивный вид; алкалоиды; сорта люпина; степень заселенности; Беларусь.

THE COLONIZATION OF DIFFERENT LUPINE TAXON (*LUPINUS* SPP.) BY *MACROSIPHUM* *ALBIFRONS* ESSIG, 1911 IN MINSK REGION, BELARUS

D. G. ZHOROV^a, V. S. ANOKHINA^a, I. Y. RAMANCHUK^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: D. G. Zhorov (zhorovDG@mail.ru)

The paper presents data about condition of different species and forms of lupine (*Lupinus* spp.) by lupine aphids (*Macrosiphum albifrons* Essig, 1911). The dependence of aphids abundance on the quantitative content of alkaloids in plant leaves are given. It is found that lupine yellow has a low degree of population (1.8 points) as compared to the blue lupine (3.2 points), and other forms.

Key words: Aphidoidea; Fabaceae; *Lupinus* spp.; invasive species; alkaloids; lupine varieties; the degree of colonization; Belarus.

Образец цитирования:

Жоров Д. Г., Анохина В. С., Романчук И. Ю. Заселяемость разных видов и форм люпина (*Lupinus* spp.) люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig, 1911) в условиях Минской области // Журн. Белорус. гос. ун-та. Биология. 2018. № 1. С. 82–94.

For citation:

Zhorov D. G., Anokhina V. S., Ramanchuk I. Y. The colonization of different lupine taxon (*Lupinus* spp.) by *Macrosiphum albifrons* Essig, 1911 in Minsk region, Belarus. *J. Belarus. State Univ. Biol.* 2018. No. 1. P. 82–94 (in Russ.).

Авторы:

Дмитрий Георгиевич Жоров — кандидат биологических наук; доцент кафедры зоологии биологического факультета.
Вера Степановна Анохина — кандидат биологических наук, доцент; заведующий сектором генетики растений научно-исследовательской лаборатории молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета.
Ирина Юрьевна Романчук — научный сотрудник сектора генетики растений научно-исследовательской лаборатории молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета.

Authors:

Dmitrii G. Zhorov, PhD (biology); associate professor at the department of zoology, faculty of biology.
zhorovDG@mail.ru
Vera S. Anokhina, PhD (biology), docent; head of the plant genetic sector at the laboratory of molecular genetics and biotechnology at the department of genetics, faculty of biology.
anokhina@tut.by
Irina Y. Ramanchuk, researcher at the plant genetic sector at the laboratory of molecular genetics and biotechnology at the department of genetics, faculty of biology.
anokhina@tut.by

Введение

Одной из важнейших задач современного сельскохозяйственного производства Республики Беларусь является обеспечение активно развивающегося животноводства высокобелковыми и энергетически ценными кормами собственного производства при сохранении и повышении плодородия посевных площадей [1–6]. Успешным решением данного вопроса может стать культивирование зернобобовых культур с высоким количеством и качеством растительного белка [7–11].

Почвенно-климатические условия нашей страны пригодны для культивирования зернобобовых (вика и горох), а также возделывания такой перспективной бобовой культуры, как люпин [12–14]. В зеленой биомассе и семенах люпина содержится от 34 до 48 % растительного белка при сбалансированном аминокислотном составе, а также повышенном содержании сахаров и ненасыщенных жирных кислот [15; 16]. Семена люпина находят практическое применение в кормовой, пищевой и мыловаренной промышленности [17]. Люпин считается лучшей среди всех зернобобовых азотонакопительной сидератной культурой, поскольку обладает отличной способностью в симбиозе с бактериями к фиксации большого количества свободного азота из воздуха и поставлению его в почву [18]. Например, на одном гектаре люпинового поля в среднем накапливается 160–180 кг симбиотического азота, а при инокуляции семян эффективными азотфиксирующими бактериями и наличии благоприятных почвенно-климатических условий накопление азота может достигать 400 кг/га [19].

Люпин широко возделывается по всему земному шару. По производству и посевным площадям в мире, Европе и странах Европейского союза он занимает 8-е место; на Украине и в странах СНГ – 4-е; в Германии и России – 3-е; в Беларуси – 2-е; в Австралии и странах Океании (Новая Зеландия, Гавайи и др.) – 1-е место [20].

Временным рубежом начала возделывания кормового люпина на территории Беларуси считаются XIX–XX вв. [21]. В последнее время в условиях нашей страны реализуется принцип адаптивного земледелия, вследствие чего возросло внимание к возделыванию ряда зернобобовых культур с высоким содержанием растительного белка. В мире активно культивируются однолетние средиземноморские виды – люпины белый (*Lupinus albus* L.) и узколистый, или синий (*Lupinus angustifolius* L.) [13; 22; 23]. Ранее в лесопосадки вводился и в настоящее время повсеместно произрастает в лесах люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Lindl.). По причине поражения растений люпина желтого (*Lupinus luteus* L.) грибными болезнями его культивирование во многих странах ограничено.

Люпин многолистный – многолетнее травянистое растение североамериканского происхождения, достигающее в высоту до 1 м и характеризующееся продолжительностью жизни от восьми до десяти лет. Урожайность зеленой массы составляет от 21 до 30 т/га и даже более, семян – от 0,4 до 0,6 т/га [24]; зеленой массы люпина белого – от 20 до 30 т/га, семян – 5,1 т/га [23]; зеленой массы люпина узколистного – от 20 до 25 т/га, а иногда – 50 т/га; сбор семян может превышать 2 т/га [21]. Урожайность зеленой массы люпина желтого достигает 80 т/га, семян – 2 т/га [13].

Для получения максимального выхода конечной продукции (зеленой биомассы и семян люпина), помимо соблюдения агротехнических приемов его возделывания, важным является проведение мероприятий по контролю и борьбе с насекомыми-вредителями, поскольку ущерб, который они наносят, может приводить к серьезным экономически значимым потерям урожая [21; 25; 26]. В условиях Беларуси констатировано более 50 видов вредителей люпина [27–29]. Первые исследования вредной энтомофауны люпина приходится на 1950-е гг. [27] и продолжают в настоящее время [25; 30–32].

В последнее десятилетие число насекомых-вредителей люпина пополнилось еще одним инвазивным для фауны Европы видом – люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig, 1911) [33]. Родиной *M. albifrons* считается Северная Америка [34]. В ряде стран Европы она выступает в качестве серьезного вредителя посевов люпина [35–38] и основного переносчика его вирусных и вирусоподобных заболеваний [39].

В условиях Беларуси люпиновая тля принадлежит к числу локально распространенных инвайдеров, которые в ближайшие годы сформируют широкий сплошной ареал на всей территории страны [40]. Данная констатация обосновывается расширением территории возделывания кормового люпина и активным проникновением многолистного люпина в лесные массивы. Не исключены также адаптивная микроэволюция люпиновой тли в изменяющихся климатических условиях и поселение ее на других видах растений.

Селекционные работы по выведению новых сортовых и гибридных форм люпина могут выступать в качестве предпосылки для активного заселения их *M. albifrons*. В связи с этим необходима информация о распространенности тли на разных формах посева люпина.

Цель настоящей работы – изучить степень заселенности различных видов люпина люпиновой тлей (*M. albifrons*) в зависимости от количественного содержания алкалоидов в вегетативных органах

(листьях) растений. Такая информация является необходимым условием для оценки уровня сортовой устойчивости сельскохозяйственных культур к вредителям [41; 42].

Актуальность таких исследований обусловлена сведениями [43–45] о преимущественном посещении тлей горьких алкалоидосодержащих растений, из которых они накапливают алкалоиды, служащие им в качестве защитных средств в борьбе с другими организмами. Для достижения поставленной цели в листьях растений разных форм и видов люпина было определено количество алкалоидов.

Материалы и методы исследований

Количественный учет заселенности люпина *M. albifrons* проводили на опытной площадке, расположенной на территории Ботанического сада Белорусского государственного университета, где сотрудники сектора генетики растений изучают отдельные виды бобовых культур (горох, кормовые бобы, люпин, нут и фасоль). При учете степени заселенности было обследовано 170 коллекционных образцов люпина разного происхождения: 45 образцов – белого, 51 – желтого, 48 – узколистного и 26 – многолистного в естественных популяциях. Количественную оценку степени заселенности растений осуществляли с использованием стандартной 5-балльной шкалы. Количество алкалоидов в листьях люпинов определяли по методике [46; 47]. Обработку полученных данных проводили с помощью пакета программ *Excel 2007*.

Результаты исследований и их обсуждение

Полученные в результате опыта данные отражены в табл. 1–4, в которых приведены сведения о характеристике формы люпина; месте локализации фитофага; балле, отражающем степень заселенности насекомыми исследуемых растений; количестве алкалоидов в листьях растений люпина.

В целях выявления наиболее устойчивых форм к инвазивному вредителю оценена степень заселенности разных образцов люпинов белого, желтого и узколистного, а также учтена степень заселенности растений люпина тлей в зависимости от содержания алкалоидов в листьях.

Таблица 1

Заселенность люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig)
разных форм люпина белого (*L. albus* L.)

Table 1

The colonization of White lupine (*L. albus* L.)
by Lupine aphid (*Macrosiphum albifrons* Essig)

Образец люпина	Место локализации тлей	Степень заселенности, балл	Средняя заселенность, балл	Количество алкалоидов в листьях, % на сухое вещество
Пищевой ХМЗ, 500 Гр, ФМ1	ЛП (молодые), Ц	0,5	0,5	0,096 ± 0,001
Пищевой ХМЗ, 500 Гр, ФМ1	СОЦ	1,8	1,8	0,083 ± 0,003
Гамма, 500 Гр, б/а, ФМ1	ЛП, Ч, СОЦ	3,0	3,0	0,052 ± 0,000
Гамма ХМ4, линия 1	НЛП	1,0	1,0	0,599 ± 0,025
	НЛП, СОЦ	1,0		
Гамма ХМ4, линия 3	НЛП (молодые), СОЦ	3,5	3,5	От менее 0,02 до 0,060 ± 0,000
Гамма ХМ4, линия 4	НЛП (молодые)	3,5	3,5	От менее 0,02 до 0,086 ± 0,007
	НЛП (молодые)	3,5		
Гамма ХМ4, линия 5	НЛП, Ч, СОЦ	4,5	4,5	0,104 ± 0,002
Дега ХМ4, линия 1	НЛП (молодые), Ч, СОЦ	3,0	3,3	От менее 0,02 до 0,244 ± 0,008
	НЛП (молодые), Ч, СОЦ	3,5		
Дега ХМ4, линия 2	НЛП (молодые), ВС	0,5	0,5	От менее 0,02 до 0,040 ± 0,001

Окончание табл. 1
Ending table 1

Образец люпина	Место локализации тлей	Степень заселенности, балл	Средняя заселенность, балл	Количество алкалоидов в листьях, % на сухое вещество
Линия 802-15	НЛП (молодые)	1,0	1,8	0,644 ± 0,001
	НЛП (молодые)	2,5		
Линия 357-2	НЛП (молодые), ВС	1,0	1,0	0,522 ± 0,026
К-682	ВЛП, ВС	4,5	4,3	0,480 ± 0,024
	НЛП, Ч, ВС	4,0		
Ociros 930/3	НЛП (молодые)	0,5	0,5	0,403 ± 0,010
Hindoso de Puros	НЛП (молодые), ВС	1,5	1,3	0,545 ± 0,046
	НЛП (молодые), Ч	1,0		
Диета	НЛП, ВС, СОЦ, Ц	5,0	5,0	0,506 ± 0,019
Алый парус	ЛП	3,5	3,7	Менее 0,02
	НЛП (молодые), СТ	4,0		
	НЛП, СОЦ	3,5		
Старт	ВЧР	4,0	3,7	Менее 0,02
	ВЧР	5,0		
	ВЧР	2,0		
	ВЧР	3,5		
	ВЧР	3,8		
Киевский мутант	НЛП	2,5	3,2	Менее 0,02
	НЛП	1,8		
Деснянский	ЛП, СОЦ, ВС	3,8	2,7	–
	НЛП (молодые)	1,5		
Calabria	НЛП (молодые), СОЦ	1,3	2,7	–
	НЛП	1,5		
	НЛП (молодые), СОЦ	1,8		
	НЛП (молодые), СОЦ, ВС	5,0		
	ЛП, СТ	4,0		
Soldana	Ч	1,5	1,3	0,633 ± 0,044
	НЛП, СТ	1,0		
Синий парус	ЛП, СТ	2,5	2,9	0,606 ± 0,010
	ЛП (молодые), ВС	4,3		
	ЛП, СТ	2,0		
Multolupa	ЛП, СТ, Ц	2,8	2,8	0,524 ± 0,020
Ортам	НЛП (молодые), Ц	1,0	1,0	0,144 ± 0,001

Примечание. Здесь и в табл. 2–4: ЛП – листовая пластинка; НЛП – нижняя часть листовой пластинки; ВЛП – верхняя часть листовой пластинки; Ч – черешок листа; ВС – вершина стебля; СТ – стебель; СОЦ – соцветие; Ц – цветы; ВЧР – все части растения.

Проанализировано 24 образца люпина белого (см. табл. 1). Исходя из данных таблицы, можно заключить, что у растений сорта Диета отмечен максимальный (5,0) балл степени заселенности данным инвазивным фитофагом при количественном содержании алкалоидов в листьях 0,506 %. Достаточно высокая степень заселенности была отмечена у образцов люпина белого – Гамма ХМ4, линия 5 (4,5 балла при количестве алкалоидов в листьях 0,104 %) и К-682 (4,3 балла; 0,480 % алкалоидов). Среди сортовых форм *L. albus* низкая степень заселенности отмечена у образцов Осирис 930/3 (0,5 балла; 0,403 % алкалоидов), Дега ХМ4, линия 2 (0,5 балла; от менее 0,02 до 0,040 % алкалоидов) и аналогично у образца Пищевой ХМ3, 500 Гр, ФМ1 (0,5 балла; 0,096 % алкалоидов). Наиболее предпочитаемыми местами локализации *M. albifrons* на образцах люпина белого были соцветия и нижняя часть листовой пластинки.

Таблица 2

**Заселенность люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig)
разных форм люпина желтого (*L. luteus* L.)**

Table 2

**The colonization of yellow lupine (*L. luteus* L.)
by Lupine aphids (*Macrosiphum albifrons* Essig)**

Образец люпина	Место локализации тлей	Степень заселенности, балл	Средняя заселенность, балл	Количество алкалоидов в листьях, % на сухое вещество
11-02-2-4, 60 Кр, семья 1, линия 1 (мутант)	НЛП	1,5	1,5	0,490 ± 0,005
11-02-2-4, 60 Кр, семья 1, линия 3 (мутант)	НЛП, Ч, СТ	3,5	3,5	0,421 ± 0,025
11-02-2-4, 60 Кр, семья 2, линия 1 (мутант)	НЛП	0,5	0,5	0,487 ± 0,002
11-02-2-4, 80 Кр, семья 1, линия 2 (мутант)	СОЦ	2,0	2,0	0,473 ± 0,006
	НЛП, Ч	2,5		
	НЛП, Ч	1,5		
	НЛП, Ч	1,8		
11-02-2-4, 80 Кр, семья 2, линия 2 (мутант)	НЛП	0,8	0,7	0,506 ± 0,002
	НЛП	0,5		
11-02-2-4, 80 Кр, семья 4, линия 1 (мутант)	НЛП, Ч	1,5	1,5	Менее 0,02
	СТ	1,5		
11-02-2-4, 80 Кр, семья 8, линия 1 (мутант)	НЛП, Ч, СТ	3,8	2,2	0,408 ± 0,038
	НЛП	0,5		
Мф 3Д (контроль)	НЛП (молодые), ВС	0,5	2,3	0,285 ± 0,000
	ВС	4,0		
№ 775	Ч	0,5	0,5	Менее 0,02
Tremosilla, 750 Гр (мутант)	Ч	5,0	2,8	–
	Ч, СОЦ	1,5		
Tremosilla, 500 Гр (мутант)	НЛП, Ч	1,8	1,8	0,147 ± 0,000
Р: Tremosilla	ЛП, СТ, СОЦ	0,5	3,1	От менее 0,02 до 0,293 ± 0,008
	НЛП, СТ	3,0		
	СТ	5,0		
	СОЦ	2,0		
	СТ, Б	5,0		

Окончание табл. 2
Ending table 2

Образец люпина	Место локализации тлей	Степень заселенности, балл	Средняя заселенность, балл	Количество алкалоидов в листьях, % на сухое вещество
F3: Tremosilla × БСХА-382	ЛП, СТ	3,8	3,0	От менее 0,02 до 0,337 ± 0,024
	ВЧР	3,5		
	НЛП, СТ, Б	1,8		
F3: Tremosilla × БСХА-382	НЛП	1,3	2,6	0,305 ± 0,008
	НЛП	0,5		
	НЛП	0,8		
Р: БСХА-13	СОЦ	2,0	1,1	Менее 0,02
	СТ	0,1		
F3: БСХА-13 × Tremosilla	НЛП	0,01	0,1	От менее 0,02 до 0,325 ± 0,004
F3: БСХА-13 × Демидовский	НЛП, Ч	2,0	2,0	От менее 0,02 до 0,363 ± 0,016
Р: Престиж	СТ, СОЦ	1,3	2,7	Менее 0,02
	СТ	4,0		
F3: Престиж × БСХА-19	ЛП, СТ, Ц	4,5	2,7	От менее 0,02 до 0,337 ± 0,003
	СТ	0,5		
	ЛП, СТ, СОЦ	3,0		
F3: Престиж × БСХА-19	СОЦ	0,01	0,4	От менее 0,02 до 0,248 ± 0,003
	НЛП	0,8		
F3: Престиж × МЛ	СОЦ	0,5	0,5	Менее 0,02
	СТ	0,5		
Р: МЛ	СТ, Б	1,5	1,5	Менее 0,02
F3: МЛ × БСХА-13	НЛП, Ч, СТ	1,0	1,0	Менее 0,02
F3: МЛ × Престиж	НЛП, СТ, СОЦ	1,1	1,1	От менее 0,02 до 0,366 ± 0,001
Надежный, 750 Гр (мутант)	НЛП	0,5	0,5	Менее 0,02
Пионер	ЛП	0,5	0,5	От менее 0,02 до 0,252 ± 0,014
Булат	Ч	1,8	1,4	—
	ЛП (молодые)	1,0		
Факел	Ч	2,0	2,0	—

Примечание. Б – бобы.

Проанализировано 28 образцов люпина желтого (см. табл. 2). Наибольшая степень заселенности *M. albifrons* зарегистрирована для горькой (0,421 % алкалоидов) мутантной формы 11-02-2-4, 60 Кр, семья 1, линия 3 (3,5 балла). Достаточно высокая степень заселенности тлей отмечена на таких формах люпина желтого, как Tremosilla (3,1 балла; от менее 0,02 до 0,293 % алкалоидов) и Tremosilla × БСХА-382 (3,0 балла; от менее 0,02 до 0,337 % алкалоидов). Низкая степень заселенности

люпиновой тлей установлена на гибридных образцах *L. luteus* – БСХА-13 × Tremosilla (0,1 балла; от менее 0,02 до 0,325 % алкалоидов) и Престиж × БСХА-19 (0,4 балла; от менее 0,02 до 0,248 % алкалоидов). Наиболее предпочитаемыми местами локализации *M. albifrons* на образцах люпина желтого были черешки и нижняя часть листовых пластинок, а также сочные недревесневшие стебли. Люпин желтый характеризуется наличием у отдельных генотипов алкалоида грамина, токсичность которого изучена мало. В связи с этим, вероятно, в опыте имелись разные показания по заселению тлей и содержанию алкалоидов.

Проанализирован 21 образец люпина узколистного (см. табл. 3). Исходя из полученных результатов, видно, что образцы Fest и Fest × Миртан характеризовались максимальной степенью заселенности – по 5,0 балла. Эти образцы люпина узколистного принадлежат к числу горьких на основании количественного содержания в их листовых пластинках алкалоидов: в образце Fest – 0,310 %; в образце Fest × Миртан – 0,311 %. Высокая степень заселенности была отмечена у образцов Fest × Миртан (4,5 балла), Fest × Yorrel (4,2 балла) и Frost (4,1 балла), растения которых являются высокоалкалоидными: 0,354; 0,471 и 0,412 % соответственно. Минимальная колонизация *M. albifrons* зарегистрирована на гибридных формах Брянский 1272 × Wonga, что составило 0,1 балла при количестве алкалоидов в листьях менее 0,02 %. Наиболее предпочитаемыми местами локализации люпиновой тли на кормовом растении были вершина сочного стебля и листовые пластинки.

Таблица 3

**Заселенность люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig)
разных форм люпина узколистного (*L. angustifolius* L.)**

Table 3

**The colonization of lupine narrow-leaved (*L. angustifolius* L.)
by lupine aphid (*Macrosiphum albifrons* Essig)**

Образец люпина	Место локализации тлей	Степень заселенности, балл	Средняя заселенность, балл	Количество алкалоидов в листьях, % на сухое вещество
P: Fest	СТ	5,0	5,0	0,310 ± 0,005
	BC	5,0		
P: Fest	BC, СОЦ	3,8	3,8	0,310 ± 0,005
F3: Fest × Миртан	Ч, СОЦ, BC	4,0	4,5	0,354 ± 0,003
	СТ, Ц, Б	5,0		
	ВЧР	4,5		
F3: Fest × Миртан	СТ	5,0	5,0	0,311 ± 0,009
	BC	5,0		
	BC, Б	5,0		
	ВЧР	5,0		
	ВЧР	5,0		
F3: Fest × Yorrel	BC	2,0	4,2	0,471 ± 0,007
	СТ	3,8		
	ВЧР	5,0		
	ВЧР	5,0		
	ВЧР	5,0		
F3: Fest × Yorrel	ВЧР	4,8	3,9	От менее 0,02 до 0,229 ± 0,008
	ВЧР	3,5		
	ЛП	3,5		
F3: Fest × Yorrel	СТ	1,5	1,5	0,469 ± 0,012

Окончание табл. 3
Ending table 3

Образец люпина	Место локализации тлей	Степень заселенности, балл	Средняя заселенность, балл	Количество алкалоидов в листьях, % на сухое вещество
F3: Fest × Yorrel	BC	1,5	1,7	От менее 0,02 до 0,629 ± 0,031
	ЛП (молодые)	1,5		
	BC, Б	2,0		
P: Yorrel	ЛП, BC	1,8	1,3	Менее 0,02
	ЛП (молодые)	0,8		
P: Брянский 1272	BC, Б	4,5	3,5	0,256 ± 0,019
	НЛП, BC	2,5		
F3: Брянский 1272 × Wonga	Ч	0,1	0,1	Менее 0,02
F3: Ашчадны × Брянский 1121	ЛП, СТ	3,8	3,8	Менее 0,02
F3: Ашчадны × Брянский 1121	ЛП (молодые)	1,5	2,0	Менее 0,02
	ЛП, BC	1,8		
	ЛП, BC	3,3		
	ЛП (молодые)	1,3		
P: Першацвет	ВЧР	5,0	3,7	Менее 0,02
	BC, Б	3,5		
	СТ	2,5		
F3: Першацвет × Frost	BC, Б	2,8	2,8	От менее 0,02 до 0,449 ± 0,005
P: Frost	BC	2,0	4,1	0,412 ± 0,011
	ВЧР	5,0		
	BC	4,5		
	BC	4,8		
F3: Wonga × Ашчадны	BC	2,8	2,3	—
	BC	1,8		
F3: Миртан × Брянский 1272	BC	1,8	1,4	—
	BC	1,0		
F3: Миртан × Брянский 1272	BC	1,0	1,2	Менее 0,02
	BC	1,3		
F3: Ppg 34 × BCXA 505 (3)	ЛП (молодые)	1,3	1,3	От менее 0,02 до 0,161 ± 0,004
F3: Ppg 34 × BCXA 505 (4)	ЛП (молодые)	1,3	1,3	От менее 0,02 до 0,125 ± 0,008

Учет степени заселенности природной популяции люпина многолистного (*L. polyphyllus*) позволил констатировать, что средняя степень заселенности исследуемых образцов *M. albifrons* равнялась 2,3 балла (см. табл. 4) при количественном содержании алкалоидов в листьях 2,89 % [48].

Таблица 4

Заселенность люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig)
природной популяции люпина многолистного (*L. polyphyllus* Lindl.)

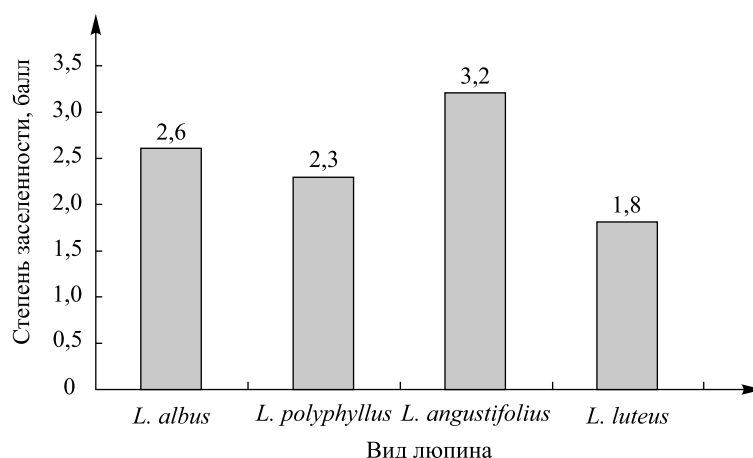
Table 4

The colonization of the natural population of lupine multilayer (*L. polyphyllus* Lindl.)
by lupine aphid (*Macrosiphum albifrons* Essig)

Образец люпина	Место локализации тлей	Степень заселенности, балл	Средняя заселенность, балл	Количество алкалоидов в листьях, % на сухое вещество
<i>L. polyphyllus</i> (природная популяция)	Ч	0,01	2,3	2,89
	ЛП, СТ	0,1		
	ЛП, СТ	2,8		
	ВС, Б	5,0		
	ВС, Б	5,0		
	ВС, Б	5,0		
	ВС, Б	3,5		
	ВС, Б	4,0		
	Б, Ц	0,5		
	СТ, ПЛ	0,4		
	СТ	0,2		
	ВС, Б	0,2		
	ВС (зрелый), Б	3,8		
	ВС, Б	1,5		
	ВС, Б	1,5		
	ВС	2,5		
	Б	0,2		
	Б	0,01		
	Б	0,01		
	Б	0,01		
	ПЛ	0,1		
	ВС, Б	4,0		
	СТ, ПЛ	4,5		
	ВС	5,0		
	ВС, ПЛ, Б	4,5		
	СТ, Б	5,0		

Примечание. ПЛ – плодоножка боба.

Полученные результаты количественной оценки степени заселенности различных видов люпина (см. рисунок) свидетельствуют о том, что наименее колонизированными инвазивным вредителем оказались растения люпина желтого (1,8 балла). Люпин белый и многолистный характеризовались практически равной заселенностью – 2,6 и 2,3 балла соответственно, а максимальная заселенность *M. albifrons* была отмечена для растений люпина узколистного – 3,2 балла в среднем по всем изученным образцам этого вида.



Средняя заселенность разных видов люпина (*Lupinus* spp.) люпиновой тлей (*Macrosiphum albifrons* Essig, 1911)

The degree of colonization of different species of lupine (*Lupinus* spp.) by lupine aphids (*Macrosiphum albifrons* Essig, 1911)

В ходе учетов на опытной площадке в колониях *M. albifrons*, сформированных на различных образцах люпинов, были отмечены единичные особи и даже целые колонии, пораженные энтомопатогенными грибами отдела Zygomycota – *Entomophthora* spp. Высокая паразитическая активность представителей рода *Entomophthora* позволяет рассматривать их в качестве потенциальных объектов биологической борьбы с тлей – вредителем бобовых культур [49; 50].

Заключение

На основе количественной оценки степени заселенности люпиновой тлей (*M. albifrons*) исследуемых видов, сортообразцов и гибридов люпина установлено, что люпин желтый характеризуется низкой степенью заселенности (1,8 балла) по сравнению с люпином узколистным (3,2 балла) и другими формами этого растения.

Сравнительный анализ заселенности растений люпина люпиновой тлей с содержанием алкалоидов в листьях подтверждает данные авторов [43–45] о предпочтительном посещении насекомыми этого вида горьких растений. Кроме того, максимальное наличие тли на растениях люпина узколистного, вероятно, связано с присутствием в алкалоидном комплексе этого вида люпина наиболее токсичного алкалоида – люпинина, который в меньшем количестве содержится в других видах люпина. Полученная информация является оригинальной для выработки новой стратегии в селекции люпина, однако для этого необходимы дальнейшие углубленные исследования.

Библиографические ссылки

1. Лукашевич Н. П., Зенькова Н. Н. Технологии производства и заготовки кормов : практ. рук. Витебск : ВГАВМ, 2009.
2. Гусаков В. Г., Валуев В. В., Святогор А. П. и др. Экономические факторы и пути повышения эффективности использования кормов // Изв. Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. Сер.: Экономика и информатика. 1998. № 4. С. 45–50.
3. Голушко В., Голушко А. Горох в рационах свиней // Животноводство России. 2015. № 11. С. 29–30.
4. Голушко В. М., Линкевич С. А., Голушко О. Г. и др. Рапсовый жмых в рационах сельскохозяйственных животных // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2012. № 3. С. 80–85.
5. Голушко В. М., Роцин В. А., Линкевич С. А. и др. Использование низкопротеиновых рационов при выращивании и откорме молодняка свиней // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2016. № 4. С. 100–107.
6. Об увеличении производства семян бобовых культур в 1997–2000 гг. : приказ Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь от 13 марта 1997 г. № 61 // Право Беларуси [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lawbelarus.com/075492> (дата обращения: 16.09.2017).
7. Гатаулина Г. Г., Медведева Н. В., Штеле А. Л. и др. Рост, развитие, урожайность и кормовая ценность сортов белого люпина (*Lupinus albus* L.) селекции РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева // Изв. ТСХА. 2013. Вып. 6. С. 12–30.
8. Штеле А. Решение проблемы дефицита протеина в комбикормах для птицы // Комбикорма. 2016. № 7–8. С. 62–65.
9. Вильдфлуш И. Р., Саскевич П. А., Лапа В. В. и др. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Горки : БГСХА, 2016.
10. Рышкель И. В., Рышкель О. С. Зернобобовые культуры в кормопроизводстве Беларуси // Весн. Палес. дзярж. ун-та. Сер. прыродазн. навук. 2011. № 1. С. 51–55.

11. Тарануха Г. И., Равков Е. В., Тарануха В. Г. и др. Проблема белка и роль селекции бобовых культур в ее решении // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. 2015. № 3. С. 79–84.
12. Борис И. И., Гринь В. В., Васько С. В. К проблеме технологии возделывания узколистного люпина // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси : материалы юбил. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образования Ин-та земледелия (Жодино, 29 июня 2007 г.). Жодино, 2007. С. 247–249.
13. Привалов Ф. И., Шор В. Ч. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси // Весці Нац. акад. навук. Сер. аграр. навук. 2015. № 2. С. 47–53.
14. Привалов Ф. И., Шор В. Ч., Купцов Н. С. Состояние и перспективы возделывания люпина в Республике Беларусь // Земледелие и защита растений. 2013. № 3. С. 3–9.
15. Соловьева Е. В., Дроздова Ю. В., Соловьева Ж. П. Семена люпина – ценный источник сбалансированного растительно-го белка для производства комбикормов // Науч. тр. КубГТУ. 2015. № 5. С. 1–7.
16. Артюхов А., Гапонов Н. Люпин – ценный источник белка в комбикормах // Комбикорма. 2010. № 3. С. 65–66.
17. Саломатин А. Д., Теречик Л. Ф. Применение белка люпина в производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. 1999. № 7. С. 38–39.
18. Посыпанов Г. С. Азотфиксация бобовых культур в зависимости от почвенно-климатических условий // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. М., 1985. С. 75.
19. Васильева Е. А., Яловик Л. И. Симбиотическая и азотфиксирующая способность люпина в зависимости от факторов интенсификации // Вестн. АГАУ. 2010. № 7, вып. 69. С. 29–30.
20. Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А. и др. Зернобобовые культуры / под общ. ред. Д. Шпаар. Минск : ФУАИинформ, 2000.
21. Персикова Т. Ф., Цыганов А. Р., Какишинцев А. В. Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси. Минск : ИВЦ Минфина, 2006.
22. Кадыров М. А. Расширение посевов люпина узколистного – стратегическая цель земледелия Беларуси // Земляробства і ахова раслін. 2004. № 6. С. 5–7.
23. Наумкин В. Н., Куренская О. Ю., Муравьев А. А. и др. Эффективность возделывания люпина белого при разных уровнях минерального питания // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 4. С. 61–68.
24. Карпук В. В., Сидорова С. Г. Растениеводство. Минск : БГУ, 2011.
25. Немкевич М. Г. Вредная фауна люпина узколистного в Беларуси // Современные проблемы энтомологии Восточной Европы : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 8–10 сент. 2015 г.). Минск, 2015. С. 207–210.
26. Пимохова Л. И., Слесарева Т. Н., Царапнева Ж. В. Инсектицидный эффект против доминантных вредителей в люпиновом посеве // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 1. С. 71–74.
27. Гарбунова Н. Н. Шкоднікі лубіну. Мінск : Выд-ва Акад. навук Беларус. ССР, 1957.
28. Васильев И. В. Вредители люпина // Защита растений. 1936. № 11. С. 103–108.
29. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. Київ : Урожай, 1999.
30. Полякова Т. Е., Якушева А. С. Тли – переносчики вируса желтой мозаики фасоли на люпине в БССР // Вирусные болезни сельскохозяйственных растений и меры борьбы с ними : тез. докл. всесоюз. совещания (сент. 1978 г.). Ереван, 1978. С. 94–95.
31. Полякова Т. Е. Борьба с переносчиками вирусов на семенных посевах люпина // Защита растений. Минск, 1980. Т. 5. С. 41–48.
32. Плешак М. Г. Видовой состав энтомофауны в посевах люпина узколистного // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 5–8 июля 2011 г.). Несвиж, 2011. С. 894–896.
33. Жоров Д. Г., Синчук О. В., Буга С. В. Люпиновая тля (*Macrosiphum albifrons*) – новый для Беларуси опасный вредитель и переносчик вирусных заболеваний люпина // Земледелие и защита растений. 2017. № 2. С. 26–28.
34. Essig E. O. Aphididae of Southern California. VII // Pomona Coll. J. Entomol. 1911. Vol. 3. P. 523–557.
35. Cohen M. B., Mackauer M. Lupine aphid, *Macrosiphum albifrons* (Homoptera: Aphididae): distributions and hymenopterous parasites in British Columbia // Environment. Entomol. 1986. Vol. 15, № 3. P. 719–722.
36. Carter C. I., Fourt D. F., Barlett P. W. The Lupin aphid's arrival and consequences // Antenna. 1984. № 8. P. 129–132.
37. Hinz B. Versuche zur Schadensbewertung der Lupinenblattlaus (*Macrosiphum albifrons* Essig) an Kulturlupinen // J. Appl. Entomol. 1992. Vol. 113, issues 1–5. P. 214–216. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1992.tb00656.x.
38. Eppler A., Hinz U. Die Lupinenblattlaus *Macrosiphum albifrons* Essig, ein neuer Schaderreger und Virusvektor in Deutschland // J. Appl. Entomol. 1987. Vol. 104, issues 1–5. P. 510–518. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1987.tb00553.x.
39. Aphids as Crop Pests / ed. by H. Emden, R. Harrington. London : CABI, 2007.
40. Буга С. В., Жоров Д. Г., Синчук О. В. Современные тренды динамики географического распространения на территории Беларуси инвазивных видов беспозвоночных-фитофагов // Земледелие и защита растений. 2016. № 3. С. 34–37.
41. Шапиро И. Д. Иммуниет полевых культур к насекомым и клещам. Л. : Колос, 1985.
42. Шапиро И. Д., Вилкова Н. А., Слепян Э. И. Иммуниет растений к вредителям и болезням. Л. : Агропромиздат, 1986.
43. Kozłowski J., Strażyński P., Jaskulska M., et al. Relationships between aphids (Insecta: Homoptera: Aphididae) and slugs (Gastropoda: Stylommatophora: Agriolimacidae) pests of Legumes (Fabaceae: *Lupinus*) // J. Insect Sci. 2016. Vol. 16, № 1. P. 1–7. DOI: 10.1093/jisesa/iwv033.
44. Wink M. Evolution of toxins and anti-nutritional factors in plants with special reference to Leguminosae // Poisonous plants and related toxins / ed. by T. Acavovic [et al.]. London : CABI, 2004. P. 1–15.
45. Emrich B. N., Wink M. Untersuchungen zum alkaloidgehalt der Lupinenblattlaus *Macrosiphum albifrons* im Hinblick auf ihre Durch die wirtspflanze Erworbenene Toxizität // Lupinen 1991. Forschung, Anbau und Verwertung. 1992. S. 37–52.
46. Яговенко Т. В., Рудометкина М. В., Рудометкин С. В. и др. Усовершенствованный колориметрический метод определения алкалоидов в люпине // Кормопроизводство. 2005. № 3. С. 27–29.
47. Анохина В. С., Дебелый Г. А., Конорев П. М. Люпин: селекция, генетика, эволюция. Минск : БГУ, 2012.
48. Мироненко А. В. Физиология и биохимия люпина. Минск : Наука и техника, 1965.
49. Твердюков А. П., Никонов П. В., Ющенко Н. П. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями в защищенном грунте. М. : Колос, 1993.
50. Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений. М. : Агропромиздат, 1986.

References

1. Lukashevich N. P., Zen'kova N. N. [Production technology of forage : manual]. Vitebsk : VGAVM, 2009 (in Russ.).
2. Gusakov V. G., Valuev V. V., Svyatogor A. P., et al. [Economic factors and ways to improve the efficiency of forage using]. *Izv. Akad. agrar. nauk Resp. Belarus'. Ser.: Ekon. i inform.* 1998. No. 4. P. 45–50 (in Russ.).
3. Golushko V., Golushko A. [Peas as a component of ration of domestic pigs]. *Zhivotnovod. Ross.* 2015. No. 11. P. 29–30 (in Russ.).
4. Golushko V. M., Linkevich S. A., Golushko O. G., et al. Rape cake in the diet of farm animals. *Proc. Natl. Acad. Sci. Belarus. Agric. ser.* 2012. No. 3. P. 80–85 (in Russ.).
5. Golushko V. M., Roshchin V. A., Linkevich S. A., et al. Use of low-protein diets for young pigs at growing and fattening. *Proc. Natl. Acad. Sci. Belarus. Agric. ser.* 2016. No. 4. P. 100–107 (in Russ.).
6. [About increasing the production of seeds of leguminous crops in 1997–2000] : order of the Ministry of Agriculture and Food of the Repub. of Belarus from 13 March 1997 No. 61. *Pravo Belarusi*. URL: <http://www.lawbelarus.com/075492> (date of access: 16.09.2017) (in Russ.).
7. Gataulina G. G., Medvedeva N. V., Shtele A. L., et al. [Growth, development, yield formation and feed quality of *Lupinus albus* cultivars selected in Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev]. *Izv. Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akad.* 2013. Issue 6. P. 12–30 (in Russ.).
8. Shtele A. [The problem of the protein deficiency compound feeds for poultry and its solution]. *Kombikorma*. 2016. No. 7–8. P. 62–65 (in Russ.).
9. Vil'dflush I. R., Saskevich P. A., Lapa V. V., et al. [Modern technologies of cultivation of agricultural crops]. Gorki : Belarus. Agric. Acad., 2016 (in Russ.).
10. Ryshkel' I. V., Ryshkel' O. S. [Leguminous plants in the forage production of Belarus]. *Bull. Polessky State Univ. Ser. in natural sci.* 2011. No. 1. P. 51–55 (in Russ.).
11. Taranukho G. I., Ravkov E. V., Taranukho V. G., et al. The problem of protein and the role of leguminous crops breeding in its solution. *Proc. Natl. Acad. Sci. Belarus. Agric. ser.* 2015. No. 3. P. 79–84 (in Russ.).
12. Boris I. I., Grin' V. V., Vas'ko S. V. [To the problem of technology of cultivation of narrow-leaved lupine]. *Problemy i puti povysheniya effektivnosti rastenievodstva v Belarusi* : mater. of anniversary Int. sci.-pract. conf. (Zhodino, 29 June, 2007). Zhodino, 2007. P. 247–249 (in Russ.).
13. Privalov Ph., Shor V. Ch. Prospects of cultivation, breeding and seed growing of lupine in Belarus. *Proc. Natl. Acad. Sci. Belarus. Agric. ser.* 2015. No. 2. P. 47–53 (in Russ.).
14. Privalov F. I., Shor V. Ch., Kuptsov N. S. State and lupine cultivation perspectives in the Republic of Belarus. *Agric. plan prot.* 2013. No. 3. P. 3–9 (in Russ.).
15. Solovyova E. V., Drozdova Y. V., Solovyova J. P. Lupine seeds – a valuable source of balanced vegetable protein for feed production. *Sci. works Kuban State Technol. Univ.* 2015. No. 5. P. 1–7 (in Russ.).
16. Artyukhov A., Gaponov N. [Lupine as an valuable protein source of forage]. *Kombikorma*. 2010. No. 3. P. 65–66 (in Russ.).
17. Salomatin A. D., Terechik L. F. [Using of lupine protein in food production]. *Food ind.* 1999. No. 7. P. 38–39 (in Russ.).
18. Posypanov G. S. [Azotfixation of leguminous plant depending on soil-climatic conditions]. *Mineral'nyi i biologicheskii azot v zemledelii SSSR*. Moscow, 1985. P. 75 (in Russ.).
19. Vasil'eva E. A., Yalovik L. I. [Symbiotic and nitrogen-fixing ability of lupine depending on the intensification factors]. *Bull. Altai State Agric. Univ.* 2010. No. 7, issue 69. P. 29–30 (in Russ.).
20. Shpaar D., Ellmer F., Postnikov A., et al. [Leguminous crops]. Minsk : FUAInform, 2000 (in Russ.).
21. Persikova T. F., Tsyganov A. R., Kakshintsev A. V. [Productivity of lupine narrow-leaved in the conditions of Belarus]. Minsk : IVTs Minfina, 2006 (in Russ.).
22. Kadyrov M. A. [Expansion of lupine narrow-leaved: the strategic goal of agriculture in Belarus]. *Agric. plan prot.* 2004. No. 6. P. 5–7 (in Russ.).
23. Naumkin V. N., Kurenskaya O. J., Murawev A. A., et al. White lupine efficiency at different levels of mineral nutrition. *Zernobobovye i krupnyanye kul'tury*. 2015. No. 4. P. 61–68 (in Russ.).
24. Karpuk V. V., Sidorova S. G. [Crop production]. Minsk : BSU, 2011 (in Russ.).
25. Nemkevich M. G. [The harmful fauna of the narrow-leaved lupine in Belarus]. *Sovremennye problemy entomologii Vostochnoi Evropy* : mater. I Int. of sci.-pract. conf. (Minsk, 8–10 Sept., 2015). Minsk, 2015. P. 207–210 (in Russ.).
26. Pimokhova L. I., Slesareva T. N., Tsarapneva Z. V. [Effect of insecticides against dominant pests in lupine crop]. *Zernobobovye i krupnyanye kul'tury*. 2015. No. 1. P. 71–74 (in Russ.).
27. Garbunova N. N. [Pests of lupine]. Minsk : Vydavectva Akademiï navuk Belarus. SSR, 1957 (in Belarus.).
28. Vasil'ev I. V. [Pests of lupine]. *Plan prot.* 1936. No. 11. P. 103–108 (in Russ.).
29. Lisovoj M. P. (ed.). [A guide for plant protection]. Kiiv : Urozhaj, 1999 (in Ukrainian).
30. Polyakova T. E., Yakusheva A. S. [Aphids of vectors of the yellow bean mosaic virus on lupine in the BSSR]. *Virusnye bolezni sel'skokhozyaistvennykh rastenii i mery bor'by s nimi* : abstr. of the All-Union conf. (Sept., 1978). Erevan, 1978. P. 94–95 (in Russ.).
31. Polyakova T. E. [Control of vectors of viruses on seed crops of lupine]. *Plan prot.* Minsk, 1980. Vol. 5. P. 41–48 (in Russ.).
32. Pleshak M. G. [The species composition of the insect fauna in crops of narrow-leaved lupine]. *Integrirovannaya zashchita rastenii: strategiya i taktika* : mater. of Int. sci.-pract. conf. (Minsk, 5–8 July, 2011). Nesvizh, 2011. P. 894–896 (in Russ.).
33. Zhorov D. G., Sinchuk O. V., Buga S. V. [Lupine aphid (*Macrosiphum albifrons*) a new dangerous pest and vector of viral diseases of lupine in Belarus]. *Agric. plan prot.* 2017. No. 2. P. 26–28 (in Russ.).
34. Essig E. O. Aphididae of Southern California. VII. *Pomona Coll. J. Entomol.* 1911. Vol. 3. P. 523–557.
35. Cohen M. B., Mackauer M. Lupine aphid, *Macrosiphum albifrons* (Homoptera: Aphididae): distributions and hymenopterous parasites in British Columbia. *Environment. Entomol.* 1986. Vol. 15, No. 3. P. 719–722.
36. Carter C. I., Fourn D. F., Barlett P. W. The Lupin aphid's arrival and consequences. *Antenna*. 1984. No. 8. P. 129–132.
37. Hinz B. Versuche zur Schadensbewertung der Lupinenblattlaus (*Macrosiphum albifrons* Essig) an Kulturlupinen. *J. Appl. Entomol.* 1992. Vol. 113, issues 1–5. P. 214–216 (in Ger.). DOI: 10.1111/j.1439-0418.1992.tb00656.x.
38. Eppler A., Hinz U. Die Lupinenblattlaus *Macrosiphum albifrons* Essig, ein neuer Schaderreger und Virusvektor in Deutschland. *J. Appl. Entomol.* 1987. Vol. 104, issues 1–5. P. 510–518 (in Ger.). DOI: 10.1111/j.1439-0418.1987.tb00553.x.

39. Emden H., Harrington R. (eds). *Aphids as Crop Pests*. London : CABI, 2007.
40. Buga S. V., Zhorov D. G., Sinchuk O. V. [Current trends in the dynamics of geographical distribution of invasive phytophagous species in Belarus]. *Agric. plan prot.* 2016. No. 3. P. 34–37 (in Russ.).
41. Shapiro I. D. [Immunity of field crops to insects and mites]. Leningrad : Kolos, 1985 (in Russ.).
42. Shapiro I. D., Vilko A. N., Slepian E. I. [Plant immunity to pests and diseases]. Leningrad : Agropromizdat, 1986 (in Russ.).
43. Kozłowski J., Strażyński P., Jaskulska M., et al. Relationships between aphids (Insecta: Homoptera: Aphididae) and slugs (Gastropoda: Stylommatophora: Agriolimacidae) pests of Legumes (Fabaceae: *Lupinus*). *J. Insect Sci.* 2016. Vol. 16, No. 1. P. 1–7. DOI: 10.1093/jisesa/iew033.
44. Wink M. Evolution of toxins and anti-nutritional factors in plants with special reference to Leguminosae. In: T. Acavovic, C. S. Stewart, T. W. Pennycott (eds). *Poisonous plants and related toxins*. London : CABI, 2004. P. 1–15.
45. Emrich B. N., Wink M. Untersuchungen zum alkaloidgehalt der Lupinenblattlaus *Macrosiphum albifrons* im Hinblick auf ihre Durch die wirtspflanze Erworbene Toxizität. *Lupinen 1991. Forschung, Anbau und Verwertung*. 1992. S. 37–52 (in Ger.).
46. Yagovenko T. V., Rudometkina M. V., Rudometkin S. V., et al. [Advanced colorimetric method for the determination of alkaloids in lupine]. *Kormoproizvodstvo*. 2005. No. 3. P. 27–29 (in Russ.).
47. Anokhina V. S., Debelyi G. A., Konorev P. M. [Lupine: selection, genetic, evolution]. Minsk : BSU, 2012 (in Russ.).
48. Mironenko A. V. [Physiology and biochemistry of lupine]. Minsk : Nauka i tekhnika, 1965 (in Russ.).
49. Tverdyukov A. P., Nikonov P. V., Yushchenko N. P. [Biological methods of pest and disease control in protected ground]. Moscow : Kolos, 1993 (in Russ.).
50. Bondarenko N. V. [Biological protection of plants]. Moscow : Agropromizdat, 1986 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 20.12.2017.

Received by editorial board 20.12.2017.