

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 2, Number 56 (2020), 70 – 77

<https://doi.org/10.32014/2020.2224-526X.15>

UDC 576.895.132.:595.765.4:632.937

I. I. Temreshev, A. M. Makezhanov, A. B. Yeszhanov, A. M. Tursynkulov

“Baiserke-Agro ESPC” LLP, Arkabay village, Almaty region, Kazakhstan.

E-mail: temreshev76@mail.ru, makezhanov81@mail.ru, aidyn.eszhanov@gmail.com, askhat_t-26@mail.ru

**PRELIMINARY EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES *HETERORABDITIS
BACTERIOPHORA* POINAR, 1975, *STEINERNEMA FELTIAE*
(FILIPJEV, 1934) AND *S. CARPOCAPSAE* (WEISER, 1955) AGAINST
THE CLICK BEETLE CRUSADER *AEOLODERMA CRUCIFER*
(ROSSI, 1790) (INSECTA, COLEOPTERA, ELATERIDAE)
ON SOYBEAN CROPS IN SOUTHEAST KAZAKHSTAN**

Abstract. The preliminary estimation of efficiency of entomopathogenic nematodes *Heterorabditis bacteriophora* Poinar, 1975, *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) and *S. carpocapsae* (Weiser, 1955) on soybean crops in conditions of the south-east of Kazakhstan, in Talgar district of Almaty region, "Baiserke Agro" LLP was carried out. The effectiveness of biological agents was evaluated against a multi-causing soil-cultivating pest - the crusader flicker *Aeoloderma crucifer* (Rossi, 1790). As a result of carried out study it was found out, that the most effective biological means of control of the number of flicks is the *H. bacteriophora* nematode (90% on the 10th day after treatment). The other two species - *S. feltiae* and *S. carpocapsae* - have shown efficiency within the limits of 85 and 80% accordingly. The first *H. bacteriophora* is evolutionarily adapted to parasitization on hard winged insects, so its efficiency is higher than that of other species adapted to flake wings. On the basis of the above, the use of entomopathogenic nematodes can be recommended for production against such dangerous soil pests as click beetles on soybean crops. This is particularly true for the *Heterorabditis bacteriophora* nematode. As in Kazakhstan there are no biological preparations for plant protection against click beetles, it is very actual for agricultural producers.

Key words: Click beetles, Insecta, Coleoptera, biodrugs, entomopathogenic nematodes, soybeans, "Baiserke Agro" LLP, southeast Kazakhstan.

Introduction. The click beetles (Elateridae) belong to the group of beetles, or hard wings (Insecta, Coleoptera). At present more than 10000 species are known, belonging to more than 400 genera. They are called "clicks" because of their unique ability to jump, while making a characteristic click of the jumping mechanism to flip into a normal position. Characterized mainly by the presence of the jumping mechanism, which is formed by the front chest and middle chest. The mechanism of the beetle is ready, being the back to any surface, and to turn over the beetle bent the front chest on the back side so that the body rests on the front spine and the back half of the elytra. In the air, the beetle turns over and stands on its feet, sometimes one tumble is missing. The mechanism can be used in three cases: 1) to repel the beetle when it moves out of the pupa after hatching in the dense substrate surrounding it; 2) to avoid the danger; 3) to take a normal position from an upside-down position. They are found all over the world, except Antarctica. In terms of size, small, medium or large beetles are 1 to 60 mm long and have an elongated and more or less flattened body. Many species are brown or black, with metallic shine, often in silver or gray hairs, tropical beetles are colored in various shades of red, yellow, orange, green, blue, etc. or have satin colors. Often have a variety of patterns on elytra and anterior spine, usually consisting of lines and spots of different sizes, less often complex patterns [1-3]. Adults of most species lead an open life, upholstered in herbaceous and woody vegetation, on leaves or flowers, or hide in various shelters (bark cracks, under bark, in moss, in bedding, under stones, in coastal sediment or inside decaying wood).

Adults of some species do not eat at all throughout their life, while others are additionally fed and usually eat plant tissues such as leaves. The larvae of these beetles also have their own name - "wireworms", because of the very long, sometimes very thin body with hard shiny cover, and because of the importance of some species in agriculture. The wireworms develop in soil, forest litter or inside rotten wood. Many species of wireworms are serious pests of agricultural and forest crops. Some species are predators (e.g. *Lacon*, *Ampedus*), eat larvae, pupae or eggs of other insects, including pests, or necrophages (*Denticollis*, also can predate), omnivores (*Hypnoidus*, *Athous*). As a mass component of the soil entomofauna, wireworms also participate in soil formation processes. Studying their way of life and role in soil biocoenosis is an important task of agricultural entomology, as it is rare that any part of agricultural land is not populated by these insects. The most harmful species for agriculture are *Agriotes* and *Selatosomus* genera, distributed throughout the former USSR, as well as *Melanotus*, *Athous*, *Limonius* and others. Wireworms often damage potato tubers and root crops, resulting in stunted growth and lower yields. Fungi and bacteria are introduced into the passages made by the wireworm, causing rotting. They also cause considerable damage to grapes and seedlings of fruit and tree species, damaging roots, and can nibble plant buds and young shoots [1-6]. Since "Bayserk Agro" LLP cultivates such valuable fodder crops as soya, wheat, barley and corn, the authors constantly conducted phytosanitary monitoring of pest infestations, including hard-winged ones [7-10]. If they were found to be higher than economic malware threshold (EWT), the most ecological control measures were selected and implemented, which allowed to obtain ecologically safe products. However, at control of click beetles the problem became that against them in the Directory of pesticides allowed for use on the territory of the Republic of Kazakhstan [11], there is not a single biological preparation. As a result we have made a decision to estimate efficiency against these pests of entomopathogenic nematodes, the more so as in world practice the given preparation has been successfully applied for a long time already, and it has been successfully tested by us on other species of pests [12-20]. This is the reason of urgency of the present work.

Materials and methods. The material was collected in Talgar district of Almaty region by authors of the publication in June-August 2019 at performance of phytosanitary monitoring of crops of soya and other works within the limits of performance of the project of Ministry of Agriculture Republic of Kazakhstan BR 06249249 "Development of complex system of increase of productivity and improvement of breeding qualities of agricultural animals, on an example of LLP "Baiserke Agro" on a subproject 2 "Improvement of technologies of cultivation and preparation of forage crops".

Both standard entomological methods - manual collection, visual inspection of vegetation and soil, as well as soil traps of the original modification [21] - were used in the collection of material. The collected beetles and larvae were marinated in plastic moraine with ethyl acetate and then spread out into cotton entomological mattresses.

Identification of click beetles species collected in the territory of soybean crops of "Baiserke Agro" LLP, specification of bioecology and economic significance was carried out with the help of bulletins and determinants from the list of literature [1-6].

Water suspension of larvae of three nematode species - *Heterorabditis bacteriophora* Poinar, 1975, *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) and *S. carpocapsae* (Weiser, 1955), obtained as a result of laboratory work on wax moth caterpillars of *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758), has been used in pest control. Suspension treatment was carried out from plastic bottles with holes cut in the cork due to the small volume of treated area. The number of pests before and after treatment was counted with the help of soil traps and soil samples.

Results. At the beginning of June 2019 we found a sharp increase in the number of Crusader click beetle *Aeoloderma crucifer* (Rossi, 1790) - up to 25 ex./m² on the territory of soybean sowing by "Bayserk-Agro" LLP (figure 1). In previous years this species was found here only in single quantity. As it belongs to little-known pests, we give its brief description. The Crusader click beetle has a European-Mediterranean Asian distribution. It inhabits the whole Mediterranean, Europe, North Africa, Syria, Asia Minor, Iran, Crimea, Caucasus, Kazakhstan, Central Asia and Pakistan. It inhabits in thermohydrophilic conditions, along the banks of reservoirs, irrigation canals, on wet meadows. Winter beetles and larvae. Flies until the 2nd half of August in the evening hours, actively flying into the light. In heat, they hide in shelters or bury themselves in the soil. Eggs are laid on the soil surface or in the root part of plants. Soil larvae.



Figure 1 – Crusader click beetle, adult beetles

Phytophage, harmful to herbaceous vegetation. There are indications of damage by the larvae of underground parts of etheriferous plants, cabbage, tomatoes, carrots, potatoes, soybeans, wheat and scorzonera tau-saghyz. According to literature data [1-6], usually due to low abundance of *A. crucifer* has no economic significance. However, in agricultural practice there are frequent cases when unexpected reproduction of little known and usually small pests resulted in large-scale losses. In view of the serious possibility of damage to soybean crops caused by this pest, the lack of necessary ecological preparations in the Directory, and the need to localize the breeding area at an early stage, it was decided to perform a suspension treatment of nematode larvae of three species in order to find out which of them was the most effective against it. And then it could be recommended to agricultural production as an environmentally friendly and effective means to carry out protective measures against it and other members of this family.

Treatment was carried out early in the morning in cloudy weather, because nematode larvae are sensitive to UV radiation (figure 2). Nematode titer was 10-13 thousand individuals per 1 ml of suspension.

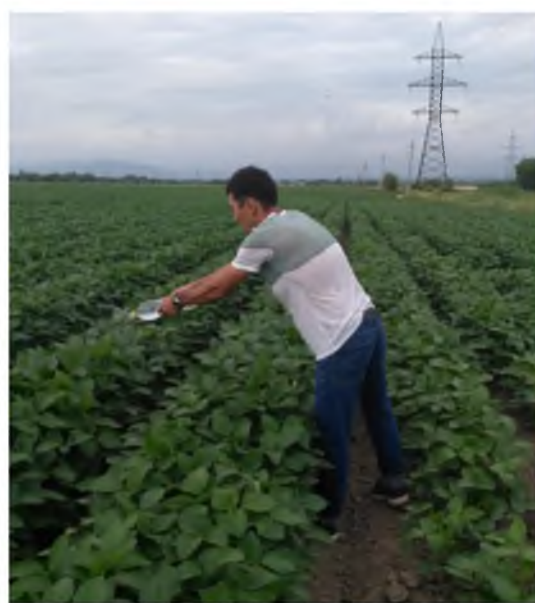


Figure 2 – Nematode suspension preparation of working solution and treatment of the soybean against Crusader click beetle

For each variant of experience, a separate soybean plot of 25x25 square meters was chosen. Accounting was conducted every 2 days, on the 4th, 6th, 8th and 10th days respectively (figure 3).

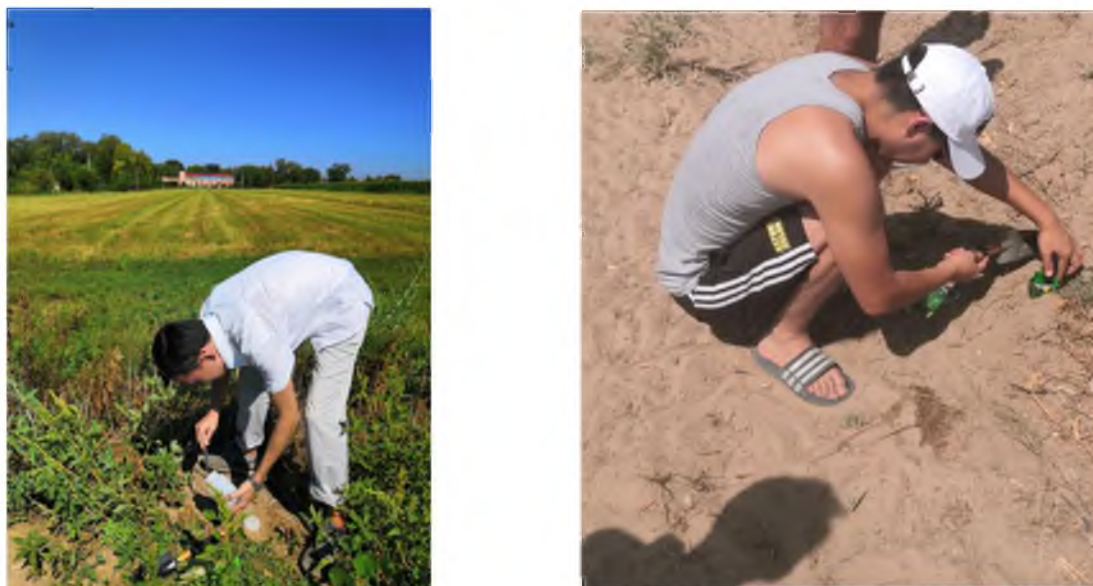


Figure 3 – Accounting of biological efficacy

The results of the conducted studies are given in table.

Biological efficacy of different species of entomopathogenic nematodes in relation to the Crusader click beetle (field experience, Almaty region, Talgar region, Arkabay village, "Baiserke Agro" LLP, 2019)

Nematode species	Biological efficacy %, days			
	4	6	8	10
<i>Heterorabditis bacteriophora</i>	45,4	67,3	78	90
<i>Steinernema feltiae</i>	27	45	69,2	85,2
<i>S. carpocapsae</i>	16,4	29,4	48,3	80,1

It should be noted that despite the relatively slow action of the nematodes, the harmfulness of the insects infected with them decreases rapidly, as they sharply reduce the food activity and then refuse to eat at all.

On the control plot the number of pests has also decreased, but insignificantly, due to elimination from natural causes (adverse weather and climatic conditions, destruction by natural enemies - spiders, ants, predatory hard wings, etc.). on the 10th day of 15-18 ex./m². Then nematodes were also treated there to prevent the formation of a new focus, and soybean plants affected by clicks were treated with the biopreparation Extrasol - a growth stimulant.

Discussion of research results. As a result of the conducted studies, it was found that several species of entomopathogenic nematodes - *Heterorabditis bacteriophora*, *Steinernema feltiae* and *S. carpocapsae* - are effective against the Crusader click beetle *Aeoloderma crucifer* as an ecological plant protection agent on soybean. Of these three, the first species is the most effective because it is evolutionarily adapted to the parasitization of hard-winged insects. The pest population has decreased by 10 days (2-3 ex./m²) to economically unsafe level. The other two species are more adapted to lepidopterans insects, but also have a significant impact on the pest population on the 10th day after the test.

Conclusions. On the basis of the above, the use of nematodes can be recommended for production against dangerous soil pests, such as click beetles, on soybeans. This is particularly true for the *Heterorabditis bacteriophora* nematode, which is evolutionarily adapted to the parasitization of hard-wing insects.

Source of funding for research. The work was prepared within the framework of the project of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan BR 06249249 "Development of complex system of increase of productivity and improvement of breeding qualities of agricultural animals, on an example of LLP "Baiserke Agro" on a subproject 2 "Improvement of technologies of cultivation and preparation of forage crops".

І. И. Темрешев, А. М. Макежанов, А. Б. Есжанов, А. М. Турсынқұлов

“Байсерке-Агро оқу ғылыми-өндірістік орталығы” ЖШС, Арқыбай ауылы, Алматы облысы, Қазақстан

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ СОЯ ЕГІСТЕРІНДЕГІ КРЕСТ
БЕРУШІ ШЫРТЫЛДАҚ ҚОҢЫЗ *AEOLODERMA CRUCIFER* (ROSSI, 1790) (INSECTA,
COLEOPTERA, ELATERIDAE) ҚАРСЫ ЭНТОМОПАТОГЕНДІ НЕМАТОД *HETERORABDITIS
BACTERIOPHORA* POINAR, 1975, *STEINERNEMA FELTIAE* (FILIPJEV, 1934)
ЖӘНЕ *S. CARPOCAPSAE* (WEISER, 1955) ТИІМДІЛІГІН АЛДЫН АЛА БАҒАЛАУ**

Аннотация. Қазақстанның оңтүстік-шығыс жағдайында, Алматы облысының Талғар ауданында, "Байсерке Агро" ЖШС-да энтомопатогенді нематод *Heterorabditis bacteriophora* Poinar, 1975, *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) және *S. carpocapsae* (Weiser, 1955) тиімділігін алдын ала бағалау жүргізілді. Биологиялық агенттердің тиімділігі көпқоректі топырақ қоректендіргіш зиянкестерге – беруші шыртылдақ қоңызға *Aeoloderma crucifer* (Rossi, 1790) қарсы бағаланды. Шыртылдақ қоңыздар баланқұртсымдар жиі картоп пен тамыр жемістері түйнектерін зақымдайды, нәтижесінде өсуде қалып, аз өнім береді. Сымдар жасаған жолдарға санырауқұлақтар мен бактериялар енгізіледі. Олар сондай-ақ жүзім мен жеміс және ағаш тұқымдарының көшеттеріне тамырын зақымдай отырып, айтарлықтай залал келтіреді, өсімдіктердің бүршіктері мен жас өскіндерін жұлып алады. "Байсерке Агро" ЖШС-де соя, бидай, арпа және жүгері сияқты құнды жем-шөп дақылдары өсірілетіндіктен, авторлар зиянкестермен, соның ішінде қатты қанаттылармен егіске Фитосанитарлық мониторинг жүргізіп отырды. Олар экономикалық зияндылықтың шегінен жоғары мөлшерде табылған жағдайда, экологиялық қауіпсіз өнім алуға мүмкіндік беретін неғұрлым экологиялық күрес шаралары іріктеліп енгізілді. Алайда, шелкундармен күрес кезінде Қазақстан Республикасының аумағында қолдануға рұқсат етілген пестицидтер анықтамалығында оларға қарсы бірде-бір биологиялық препарат жоқ. Нәтижесінде біз осы энтомопатогенді нематод зиянкестеріне қарсы тиімділікті бағалау туралы шешім қабылдадық, оның үстіне әлемдік тәжірибеде бұл құрал бұрыннан және табысты қолданылуда, және Біз зиянкестердің басқа түрлерінде сәтті сынадық. Бұл жұмыстың өзектілігі. 2019 жылдың маусым айының басында біз "Байсерке-Агро" ЖШС соя егістігінің аумағында $ш/м^2$ 25 данаға дейін Беруші шыртылдақ қоңыз санының күрт өскенін анықтадық. Өткен жылдары бұл түр тек бір ғана санда табылды. Ол аз белгілі зиянкестерге жататындықтан, оның қысқаша сипаттамасын келтіреміз. Шыртылдақ қоңыз еуропалық-ортаазиялық таралған. Ол барлық Жерорта теңізі, Еуропа, Солтүстік Африка, Сирия, Кіші Азия, Иран, Қырым, Кавказ, Қазақстан, Орта Азия, Пәкістан мекендейді. Термофилфильді жағдайларда, су айдындарының жағалауларында, суландыру каналдарында, ылғалды шалғындарда тұрады. Қоңыздар мен құрттар қыстауды. Тамыздың 2-ші жартысына дейін кешкі уақытта, белсенді ұшады. Ыстықта жабынға тығылып немесе топыраққа жыртылады. Жұмыртқаларды топырақ бетіне немесе өсімдіктердің тамырына қояды. Топырақ баланқұрт. Фитофаг, шөпті өсімдіктерге зиян келтіреді. Эфирос, қырыққабат, қызанақ, сәбіз, картоп, майбуршак, бидай және тау-сағыз жер асты бөліктері баланқұрттар зақымдануына нұсқаулар бар. Әдеби деректер бойынша, әдетте *A. crucifer* санының аздығына байланысты шаруашылық маңызы жоқ. Алайда, ауыл шаруашылығы тәжірибесінде белгілі аз және әдетте аз зиянкестердің кенеттен көбеюі ауқымды шығындарға алып келген жиі жағдайлар белгілі. Майбуршак егістіктерін осы зиянкестермен зақымдау мүмкіндігіне, анықтамалықта қажетті экологиялық препараттардың болмауына және ерте сатыда көбею ошағын оқшаулау қажеттілігіне байланысты оған қарсы қайсысы неғұрлым тиімді болып табылатынын анықтау мақсатында үш түрлі нематод дернәсілдерін суспензиямен өңдеу туралы шешім қабылданды. Содан кейін оған және осы отбасының басқа да өкілдеріне қарсы қорғау іс-шараларын жүргізу үшін экологиялық және тиімді құрал ретінде ауыл шаруашылығы өндірісіне ұсынылуы мүмкін. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде беруші шыртылдақ қоңыздар санын бақылаудың ең тиімді биологиялық құралы нематод болып табылатыны анықталды *H. bacteriophora* (өңдеуден кейін 10 тәулікке 90 %). Басқа екі түрі – *S. feltiae* және *S. carpocapsae* - тиісінше 85 және 80 % шегінде тиімділікті көрсетті. Бірінші *H. bacteriophora* қатты қанатты жәндіктерде паразиттеуге эволюциялық бейімделген, сондықтан оның тиімділігі

кабыршыққанаттыларға бейімделген баскалардан жоғары. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, энтомопатогенді нематодты қолдану қоңыздар-сілті сияқты қауіпті топырақ коректендіргіш зиянкестерге, соя егісіне қарсы өндіріске ұсынылуы мүмкін. Әсіресе, бұл *Heterorabditis bacteriophora* нематодына қатысты. Қазақстанда қоңыз-шелкундарға қарсы өсімдіктерді қорғауға арналған биологиялық препараттар жоқ болғандықтан, бұл ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілер үшін өте өзекті болып табылады.

Түйін сөздер: Шыртылдақ қоңыздар, Insecta, Coleoptera, биопрепараттар, энтомопатогенді нематодтар, соя, "Байсерке Агро" ЖШС, Оңтүстік-Шығыс Қазақстан.

И. И. Темрешев, А. М. Макежанов, А. Б. Есжанов, А. М. Турсынқұлов

ТОО «Учебный научно-производственный центр Байсерке-Агро»,
п. Аркыбай, Алматинская область, Казахстан

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ НЕМАТОД
HETERORABDITIS BACTERIOPHORA POINAR, 1975, STEINERNEMA FELTIAE (FILIPJEV, 1934)
И *S. CARPOCAPSAE (WEISER, 1955)* ПРОТИВ ШЕЛКУНА-КРЕСТОНОСЦА *AEOLODERMA
CRUCIFER (ROSSI, 1790)* (INSECTA, COLEOPTERA, ELATERIDAE) НА ПОСЕВАХ СОИ
НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА**

Аннотация. Проведена предварительная оценка эффективности энтомопатогенных нематод *Heterorabditis bacteriophora* Poinar, 1975, *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) и *S. carpocapsae* (Weiser, 1955) на посевах сои в условиях юго-востока Казахстана, в Талгарском районе Алматинской области, ТОО «Байсерке Агро». Эффективность биологических агентов оценивалась против многоядного почвообитающего вредителя - шелкуна-крестоносца *Aeoloderma crucifer* (Rossi, 1790). Личинки шелкунов - проволочники часто повреждают клубни картофеля и корнеплоды, в результате, отстают в росте и дают меньший урожай. В ходы, проделанные проволочниками, внедряются грибы и бактерии, вызывая гниль. Они также наносят значительный ущерб винограду и саженцам плодовых и древесных пород, повреждая корни, могут обгрызать почки растений и молодые побеги. Поскольку в ТОО «Байсерке Агро» выращиваются такие ценные кормовые культуры, как соя, пшеница, ячмень и кукуруза, авторами постоянно проводился фитосанитарный мониторинг посевов на заселенность вредителями, в том числе жесткокрылыми. В случае обнаружения их в количестве выше экономического порога вредоносности подбирались и внедрялись наиболее экологичные меры борьбы, позволяющие получить экологически безопасную продукцию. Однако, при борьбе с шелкунами проблемой стало то, что против них в Справочнике пестицидов, разрешенных к применению на территории Республики Казахстан, нет ни одного биологического препарата. В итоге нами было принято решение оценить эффективность против данных вредителей энтомопатогенных нематод, тем более что в мировой практике данное средство уже давно и успешно применяется, и было успешно испытано нами на других видах вредителей. Этим обусловлена актуальность настоящей работы. В начале июня 2019 г. нами было выявлено резкое увеличение численности шелкуна-крестоносца – до 25 экз. на м² на территории посевов сои ТОО «Байсерке-Агро». В предыдущие годы данный вид обнаруживался здесь лишь в единичном количестве. Поскольку он относится к малоизвестным вредителям, приводим его краткую характеристику. Шелкун-крестоносец имеет европейско-среднеазиатское распространение. Он населяет всё Средиземно-море, Европу, Северную Африку, Сирию, Малую Азию, Иран, Крым, Кавказ, Казахстан, Среднюю Азию, Пакистан. Обитает в термогигрофильных условиях, по берегам водоемов, оросительных каналов, на влажных лугах. Зимуют жуки и личинки. Лет до 2-й половины августа в вечерние часы, активно летят на свет. В жару прячутся в укрытия или зарываются в почву. Яйца откладывают на поверхности почвы или в прикорневой части растений. Личинка почвенная. Фитофаг, вредит травянистой растительности. Имеются указания на повреждения личинками подземных частей эфироносков, капусты, томатов, моркови, картофеля, сои, пшеницы и тау-сагыза. По литературным данным, обычно ввиду невысокой численности *A. crucifer* не имеет хозяйственного значения. Однако, в сельскохозяйственной практике известны частые случаи, когда неожиданное размножение малоизвестных и обычно малочисленных вредителей приводило к масштабным потерям. Ввиду серьезной возможности повреждения посевов сои этим вредителем, отсутствия в Справочнике необходимых экологичных препаратов и необходимости локализовать очаг размножения на ранней стадии было принято решение провести обработку суспензией личинок нематод трех видов с целью выяснить, какой из них является наиболее эффективным против него. И затем может быть рекомендован сельскохозяйственному производству в качестве экологичного и эффективного средства для проведения

защитных мероприятий против него и других представителей данного семейства. В результате проведенных исследований выяснено, что наиболее эффективным биологическим средством контроля численности шелконов является нематода *H. bacteriophora* (90% на 10-е сутки после обработки). Два других вида – *S. feltiae* и *S. carpocapsae* - показали эффективность в пределах 85 и 80% соответственно. Первый *H. bacteriophora* эволюционно приспособлена к паразитированию на жесткокрылых насекомых, поэтому её эффективность выше, чем у других, которые адаптированы к чешуекрылым. Исходя из вышеизложенного, применение энтомопатогенных нематод может быть рекомендовано производству против таких опасных почвообитающих вредителей, как жуки-шелкунуны, на посевах сои. В особенности это касается нематоды *Heterorhabditis bacteriophora*. Поскольку в Казахстане отсутствуют биологические препараты для защиты растений против жуков-шелкунунов, это является очень актуальным для сельхозтоваропроизводителей.

Ключевые слова: Жуки-шелкунуны, Insecta, Coleoptera, биопрепараты, энтомопатогенные нематоды, соя, ТОО «Байсерке Агро», юго-восточный Казахстан.

Information about authors:

Temreshev Izbasar Isataevich, candidate of biological sciences, "Training research and production center "Bayskerke AGRO" LLP, project manager of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan BR 06249249 "Development of an integrated system to increase productivity and improve breeding qualities of farm animals, on the example of Bayskerke Agro"; temreshev76@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0004-4399>

Makezhanov Arman Mukhamedievich, researcher, "Training research and production center "Bayskerke AGRO" LLP; makezhanov81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9951-3425>

Yeszhanov Aydin Baurzhanovich, candidate of biological sciences, "Training research and production center "Bayskerke AGRO" LLP; leading researcher, aidyn.eszhanov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6572-5668>

Tursynkulov Askhat Muratovich, PhD-doktorant, "Training research and production center "Bayskerke AGRO" LLP, junior researcher; askhat_t-26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1108-8506>

REFERENCES

- [1] Guide book of insects of the European part of the USSR. (1965) Vol. II. Coleoptera and fan-winged. Under the total ed. G.Ya. Bay Bienko. M. L.: Science (in Russ.).
- [2] Coleoptera, or beetles. (1989, 1992, 1996) Ler P.A. (Ed.): Guide book of insects of the Far East of the USSR. Vol. III. Part 1-3 (in Russ.).
- [3] Insects and ticks - pests of crops. (1974) Vol. II. Coleoptera. Ed. O.L. Kryzhanovskiy. L.: Nauka (in Russ.).
- [4] Dolin V.G. (1982) Zhuki-kovaliki. Agrypnini, Negastrini, Dimini, Athoini, Estodini // Fauna Ukrainy. Vol. 19. Part 3. Kiev: Naukova dumka (in Russ.).
- [5] Dolin V.G., Atamuradov H.I. (1994) Zhuki-shhelkuny Turkmenistana. Kiev: Izd-vo Instituta zoologii NAN Ukrainy (in Russ.).
- [6] Dzshilkibaeva G.G. (1950) Materialy k faune shhelkunov i ih biologii v Alma-Atinskoj oblasti // News of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Series of Zoological [Izvestija AN KazSSR, serija zoologicheskaja] 9: 103-107 (in Russ.).
- [7] Temreshev I.I. (2018) Additional Information on the Fauna of the Coleoptera (Insecta, Coleoptera) of Fodder Crops of the Almaty Region. Ecology and Conservation of the Animal World: Materials of the International Scientific and Practical Conference November 6, 2018. Almaty: KazNPU named after Abay. P. 59-64 (in Russ.).
- [8] Temreshev I.I., Tursynkulov A.M. (2018) A preliminary list of harmful invertebrates on soybean crops of Bayskerke Agro LLP. Materials of the International Scientific Conference "Formation and Development of Science for Plant Protection and Quarantine in the Republic of Kazakhstan" December 6, 2018. Almaty. P. 559-570 (in Russ.).
- [9] Temreshev I.I., Makezhanov A.M., Tursynkulov A.M., Eszhanov A.B., Sagitov A.O. (2019) Ocenka jeffektivnosti jentomopatogennoj nematody *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 protiv lichinok semirechenskogo mramornogo hrushha *Polyphylla irrorata* (Gebler, 1841) (Coleoptera, Scarabaeidae). IV Vserossijskij s#ezd po zashhite rastenij «Fitosanitarnye tehnologii v obespechenii nezavisimosti i konkurentosposobnosti APK Rossii». Sbornik tezisov dokladov. SPB: FBGNU VIZR. 160 p. (in Russ.).
- [10] Temreshev I.I., Makezhanov A.M., Tursynkulov A.M., Yeszhanov A.B. (2019) On species composition of Insecta Coleoptera of feed crop fields in the Kerbulak branch of Bayskerke-Agro LLP // News of the National Academy of Sciences of the

Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences. Vol. 5, N 53. P. 113-125. <https://doi.org/10.32014/2019.2224-526X.69> (in Eng.).

[11] Spravochnik pesticidov (jadohimikatov), razreshennyh k primeneniju na territorii Respubliki Kazahstan. (2018) Almaty: IP «Uspeh» (in Russ.).

[12] Lortkipanidze M., Gorgadze O., Gabroshvili N., Burjanadze M., Kuchava M. (2016) Efficacy evaluation of *Heterorhabditis bacteriophora* against click beetle (Coleoptera: Elateridae). *Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests // IOBC-WPRS Bulletin*. 113: 119-122 (in Eng.).

[13] Ansari M.A., Evans M., Butt T.M. (2009) Identification of pathogenic strains of entomopathogenic nematodes and fungi for wireworm control. *Crop Protection*. 28: 269-272. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.11.003> (in Eng.).

[14] La Forgia D., Verheggen F. (2019) Biological alternatives to pesticides to control wireworms (Coleoptera: Elateridae) // *Agri Gene*. 11 March 2019, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.aggene.2018.100080> (in Eng.).

[15] Ramandeep S., Shapiro-Ilan D., Sharma A., Reddy Gadi V.P. (2020) Efficacy of entomopathogenic nematodes against the sugarbeet wireworm, *Limonius californicus* (Mannerheim) (Coleoptera: Elateridae). *Biological Control*. 143: 104190. April 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104190> (in Eng.).

[16] Morton A., Garcia-del-Pino F. (2016) Laboratory and field evaluation of entomopathogenic nematodes for control of *Agriotes obscurus* (L.) (Coleoptera: Elateridae) // *Journal of Applied Entomology*. 141 (4). June 2016. <https://doi.org/10.1111/jen.12343> (in Eng.).

[17] Garcia-del-Pino F., Morton A., Shapiro-Ilan D. (2018) Chapter 12-Entomopathogenic Nematodes as Biological Control Agents of Tomato Pests. In Book: Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato. P. 269-282. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802441-6.00012-7> (in Eng.).

[18] Kepenekci Ilker, Hazir S., Oksal E., Lewis E. Application methods of *Steinernema feltiae*, *Xenorhabdus bovienii* and *Purpureocillium lilacinum* to control root-knot nematodes in greenhouse tomato systems. *Crop Protection*. 108, June 2018: 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.02.009>

[19] Jaffuel G., Blanco-Pérez R., Hug A.-S., Chiriboga X., Giulio R.M., Mascher F., Turlings T.C.J., Campos-Herrera R. (2018) The evaluation of entomopathogenic nematode soil food web assemblages across Switzerland reveals major differences among agricultural, grassland and forest ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 262, 15 July 2018: 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.04.008> (in Eng.).

[20] Blanco-Pérez R., Bueno-Pallero F.Á., Vicente-Diez I., Marco-Mancebón V.S., Pérez-Moreno I., Campos-Herrera R. (2019) Scavenging behavior and interspecific competition decrease offspring fitness of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 164, June 2019: 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2019.04.002> (in Eng.).

[21] Temreshev I.I., Esenbekova P.A., Sarsenbaeva G.B. (2016) A new model of soil trap made of cheap, durable and affordable materials (a work of science) [Novaja model' pochvennoj lovushki iz deshevyyh, prochnyyh i dostupnyh materialov (proizvedenie nauki)]. Certificate of state registration of the copyright of the Republic of Kazakhstan [Svidetel'stvo o gosregistracii na ob#ekt avtorskogo prava Respubliki Kazahstan] N 2483 dated 11/23/2016, IS 006634. (in Russ.).