

определения перекрестных реакций с другими видами семейства Drosophilidae.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкин Д.Л., Бондаренко Г.Н., Яремко А.Б., Уварова Д.А. Метод секвенирования в видовой идентификации карантинных вредных организмов // Карантин растений. Наука и практика. – 2019. – № 2 (28). – С. 31–37.
2. Камаев И.О., Мазурин Е.С., Шипулин А.В. Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar*): выделение внутривидовых комплексов и молекулярно-генетические подходы к идентификации азиатского подвида // Карантин растений. Наука и практика. – 2015. – № 1 (11). – С. 45–58.
3. Нестеренкова А.Э. Методические рекомендации по выявлению и идентификации азиатской плодовой мушки *Drosophila suzukii* Mats. – М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2012. – 36 с.
4. Basic local alignment search tool / NCBI. – URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (дата обращения: 28.05.2020).
5. Bogdanowicz S.M., Schaefer P.W., Harrison R.G. Mitochondrial DNA variation among worldwide populations of gypsy moths, *Lymantria dispar* // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2000. – Vol. 15, No. 3. – P. 487–495.
6. Kanzawa T. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu, Yamanashi agricultural experiment station. 49 p. // Abstract in Review of Applied Entomology. – 1939. – Vol. 29. – P. 622.
7. Murphy K.A., Unruh T.R., Zhou L.M., Zalom F.G., Shearer P.W., Beers E.H., ... & Chiu J.C. Using comparative genomics to develop a molecular diagnostic for the identification of an emerging pest *Drosophila suzukii* // Bulletin of entomological research. – 2015. – Vol. 105, No. 3. – P. 364–372.
8. Wolf S., Zeisler C., Sint D., Romeis J., Trau-gott M., Collatz J. A simple and cost-effective molecular method to track predation on *Drosophila suzukii* in the field // Journal of Pest Science. – 2018. – Vol. 91, No. 2. – P. 927–935.

the above-mentioned system could be used as a species-specific test to identify spotted-wing drosophila among the species of flies found in its host products. Further approbation and validation for possible cross-reactions with other species of Drosophilidae family is required.

REFERENCES

1. Belkin D.L., Bondarenko G.N., Yaremko A.B., Uvarova D.A. Sequencing method in identification of species of quarantine pests. *Plant Health. Research and Practice*. 2019; 2 (28): 31–37.
2. Kamayev I.O., Mazurin E.S., Shipulin A.V. Distinguishing between the Gypsy moth (*Lymantria dispar*) intraspecific groups and molecular genetic approaches to the identification of Asian subspecies. *Plant Health. Research and Practice*. 2015; 1 (11): 45–58.
3. Nesterenkova A.E. Methodical recommendations for detection and identification of spotted-wing drosophila *Drosophila suzukii* Mats. [Metodicheskie rekomendacii po vyivleniiu i identifikacii aziatskoj plodovoj mushki *Drosophila suzukii* Mats.]. М.: FGBU “VNIKR”, 2012. 36 p. (in Russian).
4. Basic local alignment search tool. NCBI. URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (accessed date: 28.05.2020).
5. Bogdanowicz S.M., Schaefer P.W., Harrison R.G. Mitochondrial DNA variation among worldwide populations of gypsy moths, *Lymantria dispar*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2000; 15 (3): 487–495.
6. Kanzawa T. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu, Yamanashi agricultural experiment station. 49 p. Abstract in *Review of Applied Entomology*. 1939; 29: 622.
7. Murphy K.A., Unruh T.R., Zhou L.M., Zalom F.G., Shearer P.W., Beers E.H., ... & Chiu J.C. Using comparative genomics to develop a molecular diagnostic for the identification of an emerging pest *Drosophila suzukii*. *Bulletin of entomological research*. 2015; 105 (3): 364–372.
8. Wolf S., Zeisler C., Sint D., Romeis J., Trau-gott M., Collatz J. A simple and cost-effective molecular method to track predation on *Drosophila suzukii* in the field. *Journal of Pest Science*. 2018; 91 (2): 927–935.

УДК 632.9

Анализ экологического риска *Torymus sinensis* – специализированного паразитоида восточной каштановой орехотворки *Dryocosmus kuriphilus*

Ю.И. ГНИНЕНКО, к. б. н., заведующий лабораторией защиты леса от инвазивных и карантинных организмов ФБУ «ВНИИЛМ» (Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства), e-mail: gninenko-yuri@mail.ru

Аннотация. Восточная каштановая орехотворка после первого появления в России довольно быстро заняла все места произрастания каштана посевного и стала вредить. Местные энтомофаги не могут эффективно регулировать ее численность, поэтому интродукция ее специализированного паразитоида *Torymus sinensis*, основанная на опыте многих стран, является единственной возможностью быстро снизить численность вредителя и предотвратить дальнейшее ухудшение состояния каштана. Проведен анализ экологического риска завоза нового энтомофага и показано, что его интродукция не имеет сколько-нибудь заметных рисков для естественных лесных сообществ.

Ключевые слова. Восточная каштановая орехотворка, торимус, анализ экологического риска.

UDC 632.9

Environmental risk assessment of *Torymus sinensis*, a specialized parasitoid of the oriental chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*

YU.I. GNINENKO, PhD in Biology, Head of the Laboratory of Forest Protection against Invasive and Quarantine Organisms FBU “VNIILM” (All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry), e-mail: gninenko-yuri@mail.ru

Abstract. After the introduction into Russia, the oriental chestnut gall wasp has spread in all growing areas of sweet chestnut and started to cause damage. Local entomophages are unable to regulate its numbers effectively, so the introduction of its specialized parasitoid *Torymus sinensis*, based on the experience of many countries, is the only way to quickly reduce the number of pests and prevent further deterioration of chestnut. The environmental risk assessment of the new entomophage has been carried out and its introduction has been shown not to have notable risks for natural forest communities.

Keywords. Oriental chestnut gall wasp, *Torymus sinensis*, environmental risk assessment.



ВВЕДЕНИЕ
Восточная каштановая орехотворка *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae) проникла на территорию России в районе г. Сочи и впервые была выявлена на каштане посевном в Сочинском национальном парке (СНП) в 2016 г. [2, 6]. Попав на особо охраняемую природную территорию (ООПТ), каковой является СНП, этот инвайдер фактически сам оказался под охраной статуса национального парка.

В результате сложившейся ситуации принять действенные меры по защите каштана от серьезной опасности, которую представляет орехотворка,

INTRODUCTION
The oriental chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae) was introduced in the territory of Russia near the city of Sochi and was first detected on the sweet chestnut in Sochi National Park (SNP) in 2016 [2, 6]. Having entered the specially protected natural area (SPNA), which is the SNP, this invader actually found himself under protection of the status of the national park.

оказалось невозможным. Это привело к тому, что каштан, находящийся уже много лет под воздействием ранее проникшего сюда инвайдера – фитопатогенного гриба *Cryphonectria parasitica*, возбудителя крифонектриевого некроза, оказался под еще более сильной угрозой.

Единственной возможностью предотвратить ухудшение состояния каштана является, как показывает опыт всех стран, в леса которых проникала ранее эта орехотворка, интродукция ее специализированного энтомофага *Torymus sinensis*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работа выполнена в 2017–2019 гг. в лиственных лесах Черноморского побережья Краснодарского края. Обследование каштана посевного *Castanea sativa* с целью выявления восточной каштановой орехотворки проводили в соответствии с рекомендациями по выявлению и идентификации этого инвайдера [1].

Выведенных из галлов орехотворки паразитов фиксировали и отправляли на определение их видовой принадлежности д-ру Г. Мелике (Будапешт, Венгрия).

Анализ экологического риска (АЭР) проведен в соответствии со стандартом ЕОКЗР РМ 6/4 «Схема принятия решения для ввоза и выпуска агентов биологической борьбы с вредителями растений» [4], а также с межгосударственным стандартом ГОСТ 33828-2016 «Защита растений. Требования к обороту агентов биологической борьбы и других полезных организмов» [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Восточная каштановая орехотворка откладывает яйца внутрь почек каштана, и развивающаяся личинка превращает появляющиеся листья в галлы (рис. 1–2). Галлы бывают разной формы и по-разному располагаются на листьях (рис. 3). Внутри галла развивается белая личинка (рис. 4), затем происходит окукливание и из галлов выходят особи нового поколения. Восточная каштановая орехотворка развивается партеногенетически, то есть в популяции встречаются только самки.

Появление любого инвайдера на особо охраняемой природной территории делает его объектом охраны по факту обитания здесь. Действующее природоохранное законодательство не допускает применения пестицидов против какой бы то ни было угрозы. Такое положение практически полностью исключает принятие мер, адекватных угрозе, какую представляют новые чуждые вселенцы природным сообществам ООПТ.



Рис. 1. Галлы в период своего интенсивного формирования весной (фото Ю.И. Гниненко)

Fig. 1. Galls during their intense formation in the spring (photo by Yu.I. Gninenko)

This situation made it impossible to take effective measures to protect chestnuts from the serious danger caused by the gall wasp. This led to the fact that the chestnut, which had been under the influence of the previously introduced phytopathogenic fungus *Cryphonectria parasitica* for many years, the agent of *Cryphonectria parasitica* necrosis, was under even greater threat.

As the experience of the countries forests in which this gall wasp previously invaded shows, the only way to prevent the deterioration of the chestnut is the introduction of its specialized entomophage *Torymus sinensis*.

MATERIALS AND METHODS

The work was performed in 2017–2019 in deciduous forests of the Black Sea coast of Krasnodar Region.



Рис. 2. Галлы полностью уничтожили почку каштана, и листья не сформировались (фото Ю.И. Гниненко)

Fig. 2. Galls completely destroyed the chestnut bud, and the leaves have not formed (photo by Yu.I. Gninenko)

Но не только статус ООПТ не позволяет использовать пестициды для уничтожения орехотворки. Сложности их применения в местных условиях связаны с несколькими причинами. Во-первых, каштан принимает незначительное участие в составе древостоев, чаще всего не превышая 20–30% от общего числа деревьев. При таких условиях проведение авиационных опрыскиваний приведет к обработке пестицидами в большей степени, чем кроны каштана, кроны других деревьев. Во-вторых, каштаны растут в горах, и пересеченная местность существенно усложняет проведение авиационных обработок.

Существуют и серьезные ограничения на возможность проведения внутриветвильных инъекций. При таком способе защиты каштана препарат окажется в орешках каштана и в каштановом меде. А это уже представляет непосредственную опасность для людей.

Следовательно, надежно защитить каштан от восточной каштановой орехотворки очень непросто. Но применение пестицидов в любом случае не

The study of the sweet chestnut *Castanea sativa* was conducted in accordance with the recommendations on detection and identification of this invasive species [1].

Parasitoids extracted from the galls of the gall wasp were fixed and sent to Dr. G. Melika (Budapest, Hungary) for identification of their species.

The environmental risk assessment (ERA) was conducted in accordance with the EPPO Standard PM 6/4 “Decision-support scheme for import and release of biological control agents of plant pests” [4], as well as with the interstate standard GOST 33828-2016 “Plant protection. Requirements to turnover of biological control agents and other useful organisms” [3].

RESULTS AND DISCUSSIONS

The oriental chestnut gall wasp lays eggs inside the chestnut buds, and the developing larva turns the emerging leaves into galls (Fig. 1–2). Galls have different shapes and are placed differently on leaves (Fig. 3). A white larva develops inside a gall (Fig. 4), then pupation occurs and individuals of new generation are emerging from the galls. The oriental chestnut gall wasp develops parthenogenetically, i. e., the population consists only of females.

The introduction of any invasive species in a specially protected area makes it a protection species. Current environmental legislation does not allow the use of pesticides against any threat, which almost completely excludes the adoption of measures adequate to the risk caused by new invasive alien species to the natural communities of specially protected natural area (SPNA).

But it's not only the status of specially protected natural area which does not allow the use of pesticides for eradication of the gall wasp. The difficulties of their application in local conditions are connected with several reasons. Firstly, chestnut takes an insignificant part in the composition of trees, most often not exceeding 20–30% of the total number of trees. Under such conditions, aerial spraying will result in more pesticide treatments of the crowns of other trees, than of chestnuts. Secondly, chestnuts grow in the mountains, and the rugged terrain makes aerial spraying much more difficult.

There are also serious limitations on the possibility of trunk injections. With this protection method the preparation will get into chestnut fruits and chestnut

Таблица
Состояние восточной каштановой орехотворки
внутри галлов

Место сбора галлов		Состояние орехотворки в галлах, % от общего числа		
		здоровые	паразитированные	погибшие от болезней
Дагомыс,	2017 г.	35,1	46,2	18,7
	2018 г.	80,8	10,8	8,4
Красная Поляна, 2017 г.		41,3	24,2	35,5

может обеспечить долгосрочную защиту каштана. Через некоторое время после даже очень успешной обработки численность орехотворки вновь возрастает. Это делает проведение мер химической защиты регулярным.

Выполненные нами в 2017–2019 гг. исследования показали, что местные энтомофаги несущественно влияют на численность орехотворки (см. таблицу). Всего на орехотворке в 2017 г. нами выявлены 2 вида паразитоидов: *Eupelmus urozonus* и *Mesopolobus sericeus*, которые не могут эффективно регулировать ее численность. Оба эти вида связаны с дубовыми орехотворками, которые часто встречаются на дубах на Кавказе. Указанные паразитоиды перешли на восточную каштановую орехотворку, поскольку она появилась в местах их обитания, но их численность и степень заражения ими нового хозяина зависит от численности дубовых орехотворок.

Сравнительно высокий уровень паразитизма местными паразитоидами в 2017 г. объясняется низкой численностью каштановой орехотворки и небольшой выборкой.

В европейских странах также местные паразитоидные виды, трофически связанные с дубовыми орехотворками, адаптировались к этому новому хозяину, но не могут эффективно регулировать его численность.

В Китае, Японии и Корее¹ известно несколько паразитоидов, в том числе *Torymus sinensis*, *T. beneficus*, *Megastigmus maculipennis*, *M. nipponicus*, *Ormyrus flavitibialis* и другие [8, 9, 14]. Некоторые из них весьма эффективны, а *Torymus sinensis* был даже интродуцирован в Японию и Корею как агент биологической защиты и использовался в программах массового разведения и выпуска [13 и др.]. Некоторые транспалеарктические паразитоиды, обычные для орехотворок дуба [12], также являются эффективными энтомофагами *D. kuriphilus*. К их числу следует отнести прежде всего *Totymus geranii*, *Ormyrus pomaceus*, *Eurytoma brunneiventris* [14]. Изучение паразитоидов показало, что

¹ Подразумевается географическая территория, на которой расположены 2 государства – Республика Корея и КНДР.

Table
Condition of the oriental chestnut gall wasp inside the galls

Collecting points of galls		Condition of the gall wasp in the galls, % of the total		
		healthy	parasitized	died from disease
Dagomys,	2017	35.1	46.2	18.7
	2018	80.8	10.8	8.4
Krasnaya Polyana, 2017		41.3	24.2	35.5

honey. And this poses an immediate danger to people.

Therefore, it is not easy to reliably protect a chestnut from the oriental chestnut gall wasp. However, the use of pesticides in any case can not provide long-term protection for the chestnut. After some time, even after a very successful treatment, the number of gall wasp will increase again. This will make the application of chemical protection measures regular.

Our studies in 2017–2019 showed that local entomophages have no significant impact on the number of gall wasp (see table). In total, in 2017 we identified 2 parasitoid species on the gall wasp: *Eupelmus urozonus* and *Mesopolobus sericeus*, which are unable to regulate its abundance effectively. Both species are associated with oak cherry-gall wasps, which are often found on oaks in the Caucasus. These parasitoids moved to the oriental chestnut gall wasp because it appeared in their habitats, but their number and degree of infestation of the new host depends on the number of oak cherry-gall wasps.

The relatively high level of parasitism by local parasitoids in 2017 is explained by the low number of oriental chestnut gall wasp and a reduced sampling.

In European countries as well, local parasitoid species that are trophically associated with oak cherry-gall wasps have adapted to this new host, but are unable to regulate its population effectively.

Several parasitoids are known in China, Japan and Korea¹, including *Torymus sinensis*, *T. beneficus*, *Megastigmus maculipennis*, *M. nipponicus*, *Ormyrus flavitibialis* and others [8, 9, 14]. Some of them are very effective, and *Torymus sinensis* was even introduced to Japan and Korea as the biological control agent and used in mass breeding and release programs [13, etc.]. Some transpaleartic parasitoids, common for oak cherry-gall wasps [12], are also effective entomophages of *D. kuriphilus*. These include *Totymus geranii*, *Ormyrus pomaceus*, and *Eurytoma brunneiventris* [14]. The study of parasitoids has shown that 26 species are found in Japan, 11 in China and 15 in Korea [5]. In China, the mortality

¹ This refers to the geographical territory where 2 states are located – the Republic of Korea and the DPRK.

в Японии встречается 26 видов, в Китае – 11, в Корее – 15 видов [5]. В Китае гибель особей каштановой орехотворки от комплекса паразитоидов в разные годы и в разных популяциях колеблется от 3 до 40%. Однако общий уровень гибели указанной орехотворки от паразитоидов в природных условиях здесь составляет в разные годы от 0,5 до 1,6%.

Из галлов *D. kuriphilus* выведено следующее число местных паразитических энтомофагов: в Италии – 39 видов, в Словении – 28 видов, в Хорватии – 20 видов. В Венгрии в 2013 г. было известно 11 видов, а в 2015 г. количество паразитоидных видов увеличилось до 17. Показатель паразитирования этой орехотворки в Венгрии составлял 2,0–4,7% [5 и др.].

Таким образом, повсеместно в формирующемся вторичном ареале восточной каштановой орехотворки местные виды паразитоидов, трофически связанные с дубовыми орехотворками, хотя и переходят на нового хозяина, но не могут эффективно регулировать его численность.

Поэтому большинство стран, на территорию которых проникла восточная каштановая орехотворка, в качестве меры защиты проводят интродукцию ее специализированного энтомофага *Torymus sinensis* Kamijo, 1982 (Hymenoptera: Torymidae) [10, 11, 13 и др.]. В тех европейских странах, где несколько лет назад приступили к интродукции торимуса, уже через 2–3 года получили выраженное и стойкое уменьшение численности вредителя [11]. Уровень поражения почек каштана примерно через 3–4 года после интродукции торимуса снизился до 3%, и орехотворка перестала представлять значимую угрозу [11, 12].

И в России судьба каштана посевного зависит от того, насколько быстро будет решен вопрос об интродукции этого паразитоида в леса с участием данного вида каштана. Чтобы оценить уровень экологических рисков, которые могут возникать при завозе торимуса, нами проведен анализ экологического риска такой интродукции.

Анализ экологического риска интродукции может иметь характер экспресс-оценки. Если выводы такой оценки неоднозначны и при принятии решения о целесообразности интродукции необходим более детальный анализ, тогда осуществляют полный АЭР.

Первоначально следует провести именно экспресс-оценку, которая состоит из нескольких этапов, выполняемых последовательно. На подготовительной стадии АЭР эксперты оценивают значение вида как возможного агента биологической защиты (АБЗ) и определяют причины и цели проводимого анализа.

Китайский торимус *Torymus sinensis* является специализированным паразитоидом восточной каштановой орехотворки, широко распространенным в ее природном ареале в Восточной Азии. После того, как орехотворка проникла из мест своего природного обитания в другие страны и стала повсеместно в новых местах обитания опасным вредителем каштана посевного, именно торимус оказался наиболее эффективным ее паразитоидом и был интродуцирован во многие страны.

Везде, где проводили интродукцию торимуса, в течение первых 2–3 лет после выпусков началось сокращение численности орехотворки, и уже обычно на 3-й год после интродукции вред

rate of the oriental chestnut gall wasp's species from the parasitoid complex varies from 3 to 40% in different years and in different populations. However, the total mortality rate of the gall wasp from parasitoids in natural conditions here varies from 0.5 to 1.6% in different years.

The following number of local entomophagous parasites was extracted from *D. kuriphilus* galls: in Italy – 39 species, in Slovenia – 28 species, in Croatia – 20 species. In Hungary, 11 species were known in 2013 and in 2015 the number of parasitoid species increased to 17. The parasitization rate of this gall wasp in Hungary was 2.0–4.7% [5 etc.].

Thus, everywhere in the forming secondary area of the the oriental chestnut gall wasp, local parasitoid species that are trophically associated with oak cherry-gall wasps, although moving to a new host, but can not effectively regulate its numbers.

Therefore, the majority of the countries where the oriental chestnut gall wasp was introduced carry out the introduction of its specialized entomophage *Torymus sinensis* Kamijo, 1982 (Hymenoptera: Torymidae) as a protection measure [10, 11, 13, etc.]. In the European countries that started the introduction of torymus several years ago, in 2–3 years a significant and persistent decline in pest population was reached. The level of damage on chestnut buds decreased to 3% in about 3–4 years after the introduction of torymus, and the gall wasp stopped to be a significant risk [11, 12].

In Russia the fate of sweet chestnut also depends on how fast the question of the introduction of this parasitoid into the forests where this species of chestnut is present will be resolved. In order to assess the level of environmental risks that may arise when introducing torymus, we have analyzed the environmental risk of such introduction.

Environmental risk assessment of introduction may be carried out as an express assessment. If the conclusions of such assessment are ambiguous and a more detailed analysis is needed when deciding on the expediency of introduction, then a full ERA is carried out.

The first step is to conduct an express assessment, which consists of several stages, carried out in sequence. In the preparatory stage of ERA, experts assess the importance of the species as a possible biological control agents (BCA), and determine the reasons and objectives for the analysis.

The Chinese *Torymus sinensis* is a specialized parasitoid of the oriental chestnut gall wasp, widely distributed in its natural range in East Asia. After the gall wasp moved from its natural habitat to other countries and became a harmful pest of sweet chestnut everywhere, it was the torymus that proved to be its most effective parasitoid and was introduced into many countries.

All over the place where torymus was introduced, during the first 2–3 years after releases, the number of the gall wasp began to decrease, and usually in the 3rd year after introduction, the damage from the oriental chestnut gall wasp was noticeably reduced and gradually lost its economic importance.

от орехотворки заметно сокращался и постепенно она утрачивала хозяйственное значение.

Такой результат делает торимуса возможным агентом биологической защиты каштана посевного на территории России, куда восточная каштановая орехотворка проникла в 2016 г. (к 2018 г. она уже стала заметным вредителем каштана посевного в районе Большого Сочи).

Вывод о возможности использования торимуса в качестве АБЗ позволяет перейти к следующему шагу: формулированию причины проведения АЭР.

Оценка экологического риска проводится в связи с необходимостью определения возможности интродукции торимуса в леса Черноморского побережья Краснодарского края для сокращения ущерба, который наносит каштановым лесам восточная каштановая орехотворка. Выбор торимуса в качестве объекта АЭР связан прежде всего с тем, что только его интродукция в ближайшее время сможет прекратить вредную деятельность орехотворки и предотвратит ухудшение состояния каштанов.

Таким образом, проведение АЭР торимуса объясняется тем, что он является важным кандидатом для интродукции как возможный эффективный АБЗ, способный существенно улучшить состояние каштана посевного в ареале инвазии восточной каштановой орехотворки.

При выполнении АЭР важно знать, был ли ранее проведен такой анализ и каковы его результаты. Не исключено, что результаты такого анализа, если он был выполнен ранее специалистами, позволят более точно провести наш анализ. Насколько нам известно, такой анализ ранее в России не был осуществлен, а имеющийся в ряде стран Европы анализы продемонстрировали низкий уровень опасности от вселения торимуса.

Реализованный предварительный этап АЭР торимуса показывает, что цели его интродукции вполне достижимы и уровень опасности от него невелик. Это позволяет перейти к следующему этапу – категоризации торимуса, то есть оценке того, является ли данный вид четкой таксономической единицей, какую часть формирующегося вторичного ареала орехотворки он может занять и насколько велико будет его воздействие на целевого вредителя.

Важно подчеркнуть, что *T. sinensis* является четкой таксономической единицей, вид принадлежит к отряду Нуменoptera, надсемейству Chalcidoidea, семейству Torymidae, роду *Torymus*.

Вторым шагом на этом этапе является определение зоны риска, то есть той территории, на которую могут быть распространены результаты АЭР. В нашем случае зоной, на которую будут распространены результаты анализа, является та часть территории Российской Федерации, где произрастает каштан посевной. Эта территория ограничивается югом Краснодарского края и частью территории Республики Адыгея – теми территориями, где каштан посевной естественно произрастает в природных лесных сообществах.

Следующим шагом на этом этапе является максимально точное описание вероятного распространения торимуса в зоне оценки риска, то есть в ареале каштана посевного на Кавказе.

Каштан посевной естественно произрастает на территории России только в некоторых районах

This result makes the *torymus* a possible biological control agent for the sweet chestnut in Russia, where the oriental chestnut gall wasp introduction occurred in 2016 (by 2018 it had already become an important pest of sweet chestnut in the Greater Sochi area).

The conclusion of the possibility of using the *torymus* as BCA allows us to proceed to the next step: formulating the reason for conducting ERA.

The environmental risk assessment is conducted in connection with the need to determine the possibility of the introduction of *torymus* into the forests of the Black Sea coast of Krasnodar Region in order to reduce the damage caused to chestnut forests by the oriental chestnut gall wasp. The choice of the *torymus* as an ERA object is primarily due to the fact that only its introduction in the near future will be able to stop the harmful activity of the gall wasp and prevent the deterioration of chestnuts.

Thus, the implementation of ERA of *torymus* is explained by the fact that it is an important candidate for introduction as a possible effective BCA, which can significantly improve the condition of the sweet chestnut in the invasion range of the oriental chestnut gall wasp.

When performing ERA, it is important to know if such analysis has previously been carried out and what its results are. It is possible that the results of such analysis, if it has been carried out earlier by specialists, will allow us to carry out our analysis more accurately. As far as we know, such analysis has not been carried out earlier in Russia, and the analyses available in a number of European countries have shown a low level of danger from the *torymus* introduction.

The implemented preliminary stage of the ERA of *torymus* shows that the goals of its introduction are quite achievable and the level of risk is low. This allows us to move on to the next stage – categorization of the *torymus*, i. e. to assess whether the species is a clear taxonomic unit, what part of the emerging secondary range of the gall wasp it may occupy, and how large its impact on the target pest will be.

It is important to emphasize that *T. sinensis* is a clear taxonomic unit, the species belongs to the Hymenoptera order, Chalcidoidea superfamily, Torymidae family, *Torymus* genus.

The second step at this stage is to determine the risk area, i. e. the area for which the results of ERA are relevant. In our case, such area is the part of the Russian Federation, where sweet chestnut grows. This area is limited to the south of the Krasnodar Region and part of the territory of the Republic of Adygea – those areas where sweet chestnut naturally grows in natural forest communities.

The next step at this stage is to describe as accurately as possible the probable distribution of torymus in the area of risk assessment, i. e. in the habitat of sweet chestnut in the Caucasus.

Sweet chestnut naturally grows on the territory of Russia only in some areas of Krasnodar Region (from the state border with Abkhazia in the south to Tuapse in the north of the Black Sea coast), as well as in a small part of the south of the Republic of Adygea.



Рис. 3. Разные типы галлов на листьях каштана (фото Ю.И. Гниненко)

Fig. 3. Different types of galls on chestnut leaves (photo by Yu.I. Gninenko)

Краснодарского края (от государственной границы с Абхазией на юге до Туапсе на севере Черноморского побережья), а также на небольшой части юга территории Республики Адыгея.

Каштан посевной не используется в качестве озеленительного растения и не культивируется за пределами своего естественного ареала, поэтому нет оснований расширять зону оценки экологического риска торимуса.

Таким образом, на данном этапе анализа установлено, что территорией, на которую распространяется АЭР, являются южные районы Краснодарского края и Республики Адыгея, где естественно произрастает каштан посевной.

Следующим этапом АЭР является оценка его вероятного воздействия на лесные сообщества и на каштан посевной. Первым шагом на этом этапе является формулировка цели использования торимуса.

Целевой хозяин торимуса – восточная каштановая орехотворка – является инвазивным организмом, впервые выявленным на территории зоны АЭР в 2016 г. За это время орехотворка стала опасным вредителем каштана, и ее массовое размножение уже привело к тому, что, по сообщению пчеловодов, сбор каштанового меда в районе вселения орехотворки снизился в 2019 г. более чем в 3 раза, по сравнению с периодом до ее инвазии. Поэтому планируется ввоз торимуса и его выпуск в местах инвазии орехотворки с целью предотвращения нанесения ею ущерба.

Важно также оценить вероятность акклиматизации торимуса в новых для него местах обитания. Родиной торимуса является Восточная Азия, где он успешно регулирует численность орехотворки на китайском каштане. В настоящее время он завезен

Sweet chestnut is not used as a plant for greenery and is not cultivated outside its natural range, so there is no reason to expand the area of environmental risk assessment of *torymus*.

Thus, at this stage of the analysis, it has been established that the territory covered by the ERA is the southern areas of the Krasnodar Region and the Republic of Adygea, where sweet chestnut naturally grows.

The next stage of the ERA is to assess its probable impact on forest communities and on sweet chestnut. The first step in this stage is to formulate the purpose of the use of *torymus*.

The targeted host of *torymus*, the oriental chestnut gall wasp, is an invasive organism first identified in the ERA area in 2016. During this time, the gall wasp has become a harmful pest of chestnuts, and its mass reproduction has already led to the fact that, according to beekeepers, the gathering of chestnut honey in the invasion area of the gall wasp decreased by more than 3 times in 2019 compared to the period before its invasion. Therefore, it is planned to introduce *torymus* and release it at the invasion places of gall wasp in order to prevent its damage.

It is also important to assess the probability of torymus establishment in new habitats. The natural habitat of *torymus* is East Asia, where it successfully regulates the number of gall wasp on Chinese chestnut. Currently, it is introduced to European countries such as Italy, Greece, Slovenia, Hungary, etc., as well as to Turkey. Thus, the secondary (invasive) area of *torymus* is now no less extensive than its primary natural area in East Asia.

There are no obstacles for *torymus* to successfully establish on the Black Sea coast of Krasnodar Region and in the Republic of Adygea in the places of growing of sweet chestnut. In all places where this chestnut grows, the oriental chestnut gall wasp, the sole host of this entomophage, has been successfully acclimatized. Therefore, it can be assumed with high confidence that *torymus* will establish in the range of its target host.

It is impossible to introduce *torymus* at once in all the territory where the gall wasp is present so far, therefore it is necessary to estimate probability of its spreading in the host's range.

After the first discovery of the oriental chestnut gall wasp in 2016 on the territory of Russia, it has already in 3 years virtually expanded all places of growth of sweet chestnut. Therefore, there are no obstacles for the *torymus* to settle after its host in all those places where sweet chestnut occurs. In other European countries where the *torymus* was introduced as an BCA, it expanded all the areas where chestnut grows.

The risk of introduction of *torymus* is that it may have an impact on other non-targeted insects, so the next step of the analysis is to assess the probability of non-targeted impact of the agent in the risk assessment area.

European authors studying *torymus* at the places of its introduction do not point to its ability to parasitize other insects. There are no other gall wasps on chestnuts in the ERA area. However, together with the sweet chestnut, there are several species of oaks on

в такие европейские страны, как Италия, Греция, Словения, Венгрия и др., а также в Турцию. Таким образом, вторичный (инвазионный) ареал торимуса в настоящее время не менее обширен, чем его первичный, природный ареал в Восточной Азии.

Нет никаких препятствий для того, чтобы торимус смог успешно акклиматизироваться на Черноморском побережье Краснодарского края и в Республике Адыгея в местах произрастания каштана посевного. Во всех местах произрастания этого каштана успешно акклиматизировалась восточная каштановая орехотворка – единственный хозяин этого энтомофага. Следовательно, можно с высокой степенью уверенности полагать, что торимус успешно акклиматизируется в ареале своего целевого хозяина.

Вселить торимуса сразу на всю территорию, где к настоящему времени обосновалась орехотворка, невозможно, поэтому необходимо оценить вероятность его распространения в ареале хозяина.

После первого обнаружения в 2016 г. восточной каштановой орехотворки на территории России, она уже через 3 года освоила фактически все места произрастания каштана посевного. Поэтому нет препятствий и для торимуса вслед за своим хозяином расселиться во всех тех местопроизрастаниях, в которых встречается каштан посевной. В других европейских странах, куда торимус был интродуцирован в качестве АБЗ, он осваивал все места произрастания каштана.

Опасность интродукции торимуса состоит в том, что он может оказать нецелевое воздействие на других насекомых, поэтому следующим шагом анализа является оценка вероятности нецелевого воздействия агента в зоне оценки риска.

Европейские авторы, занимающиеся изучением торимуса в местах его интродукции, не указывают на его способность паразитировать на других насекомых. В зоне АЭР на каштане отсутствуют другие орехотворки. Однако совместно с каштаном посевным произрастает несколько видов дубов, на которых имеется несколько видов орехотворок. В частности, встречаются такие виды, как яблоковидная, нумизматическая и ряд других. Все они являются незначительными вредителями дубов, заметного вреда не причиняют. Именно с этих орехотворок на восточную каштановую орехотворку переходит несколько видов паразитоидов, которые, однако, не могут регулировать численность ее особей.

Теоретически торимус, в случае его интродукции, может рассматриваться как возможный конкурент местных паразитоидов в освоении местных же видов орехотворок. Однако сведений о подобной конкуренции из европейских стран нет. Также нет данных о том, что торимус может переносить некие патогены, опасные для местных энтомофагов.

Имеются сведения о том, что *T. sinensis* может давать плодовые гибриды с аборигенными представителями рода *Torymus*. Однако роль местных представителей этого рода в жизни лесных сообществ крайне невелика. Вместе с тем данный вопрос нуждается в более глубоком изучении. Обзор европейских видов рода *Torymus* [7] показал, что в Европе обитает порядка 200 видов этого рода, поэтому не исключено, что с некоторыми из них может быть получено плодородное потомство.



Рис. 4. Личинки и свежая куколка орехотворки внутри галла (фото Ю.И. Гниненко)

Fig. 4. Larvae and a new pupa of chestnut wasp inside a gall (photo by Yu.I. Gninenko)

which there are several species of gall wasps. In particular, there are such species as oak cherry-gall wasp, silk button gall wasp and others. All of them are minor pests of oaks, do not cause noticeable damage. These are the gall wasps from which several species of parasitoids move to the oriental chestnut gall wasp. And these parasitoids can not regulate the number of species of the oriental chestnut gall wasps.

Theoretically, *torymus*, in case of its introduction, can be considered as a possible competitor of local parasitoids in the development of local species of gall wasps. However, there is no information about such competition from European countries. There is also no evidence that *torymus* may carry certain pathogens that are dangerous for local entomophages.

There is evidence that *T. sinensis* may provide fertile hybrids with aboriginal species of the genus *Torymus*. However, the role of local species of this genus in forest communities is extremely small. Meanwhile, the issue needs to be studied deeper. The review of the European species of the genus *Torymus* [7] showed that there are about 200 species of this genus in Europe, so it is not excluded that some of them can produce fertile offspring.

Thus, the ecological risks of the introduction of *torymus* are minimal and consist only in the fact that at present time on the territory of Russia the ability of *T. sinensis* to give fruitful offspring with local species of this genus remains unexplored.

Таким образом, экологические риски интродукции торимуса минимальны и заключаются только в том, что в настоящее время на территории России остается неизученной способность *T. sinensis* давать плодородное потомство с местными представителями этого рода.

Проведенный экспресс-анализ однозначно показывает, что риск от интродукции торимуса в леса Черноморского побережья Кавказа минимален. Есть еще одна причина того, что интродукция указанного энтомофага как некое целенаправленное действие не несет каких-либо неожиданных последствий. Эта причина в том, что в Турции активно используют торимуса для защиты каштана, и рано или поздно он в любом случае самостоятельно появится на нашей территории. Но такое его появление может произойти поздно, то есть тогда, когда мы утратим большую часть каштана посевного.

Заключительной частью АЭР является принятие решения о возможности интродукции.

Согласно процедуре принятия решения перед самим решением следует ответить предварительно на 2 вопроса:

- Вероятно ли, что АБЗ окажет положительное воздействие на окружающую среду в зоне оценки риска путем сокращения целевых популяций вредителя и/или предотвращения/сокращения обработки/процедур защиты растений?

- Может ли положительное воздействие агента на окружающую среду в зоне оценки риска значительно превышать негативное воздействие на окружающую среду?

На первый вопрос ответ такой: торимус, как АБЗ от восточной каштановой орехотворки, **несомненно окажет положительное воздействие** на окружающую среду, так как его деятельность приведет к существенному сокращению численности особей вредителя, что предотвратит ослабление каштана и позволит не только сохранить его, но и возобновить получение каштанового меда.

На второй из поставленных вопросов возможно ответить, что положительная сторона деятельности АБЗ в зоне АЭР **значительно превышает возможное его отрицательное влияние** на окружающую среду.

Ответы на оба поставленных вопроса однозначно свидетельствуют в пользу интродукции торимуса. Оба ответа не требуют уточнений, и их однозначное свидетельство в пользу интродукции этого АБЗ позволяет отказаться от полной оценки и принять следующее решение:

торимус, как АБЗ от восточной каштановой орехотворки, вряд ли представляет риск для зоны оценки риска, или риск, вероятно, будет компенсирован положительным воздействием на окружающую среду от интродукции агента. Оценка может быть остановлена, а завоз и выпуски могут быть рекомендованы.

Проведенный АЭР позволяет считать, что:

- вероятность успешной акклиматизации торимуса в местах инвазии восточной каштановой орехотворки в зоне произрастания каштана посевного весьма велика;

- есть основания считать, что вероятность распространения агента в зоне оценки риска также весьма велика, поэтому выпуск торимуса в нескольких пунктах Черноморского побережья

The express assessment clearly shows that the risk from the introduction of *torymus* into the forests of the Black Sea coast of the Caucasus is minimal. There is one more reason why the introduction of this entomophage as some kind of goal-oriented action does not have any unexpected consequences. This reason is that in Turkey *torymus* is actively used to protect chestnut, and sooner or later it will appear on our territory on its own in any case. However, it can happen too late, i. e. when we lose most of the sweet chestnut.

The final part of the ERA is to make a decision about the possibility of introduction.

According to the decision-making procedure, 2 questions should be answered before the decision itself:

- Is BCA likely to have a positive impact on the environment in the risk assessment area by reducing target populations of pest and/or preventing/reducing treatments/plant protection procedures?

- Can a positive impact of the agent on the environment in the risk assessment area be significantly greater than the negative impact on environment?

The answer to the first question is as follows: *torymus* like BCA of the oriental chestnut gall wasp will **undoubtedly have a positive impact on the environment**, as its activity will lead to a significant reduction in the number of pest, which will prevent the weakening of the chestnut and allow not only to preserve it, but also to resume getting of chestnut honey.

The second question can be answered that the positive side of BCA activity in the ERA area will **significantly exceed its possible negative impact** on the environment.

The answers to both questions clearly indicate in favor of the introduction of the *torymus*. Both answers do not require any clarification and their firm evidence in favor of the introduction of BCA makes it possible to abandon the full assessment and make the following decision:

The *torymus*, as BCA of the oriental chestnut gall wasp, is unlikely to pose a risk to the risk assessment area, or the risk is likely to be offset by the positive impact on the environment from the introduction of the agent. The assessment may be halted and introduction and release may be recommended.

Conducted ERA allows us to believe that:

- the probability of successful acclimatization of *torymus* in places of the oriental chestnut gall wasp invasion in the zone of sweet chestnut growth is very high;

- there are reasons to believe that the probability of the agent spread in the risk assessment area is also very high, so the release of the *torymus* in several points of the Black Sea coast of Krasnodar Region will certainly lead to the fact that BCA will expand the territories where the sweet chestnut grows and which the oriental chestnut gall wasp has invaded.

Therefore, the introduction of *torymus* into the places of invasion of the oriental chestnut gall wasp will prevent the deterioration of the sweet chestnut, restore the level of collection of chestnut honey and marrons (nuts), which will have a positive impact not only

Краснодарского края обязательно приведет к тому, что АБЗ освоит все территории, где произрастает каштан посевной и куда проникла восточная каштановая орехотворка.

Следовательно, интродукция торимуса в места инвазии восточной каштановой орехотворки позволит предотвратить ухудшение состояния каштана посевного, восстановить уровень сбора каштанового меда и морронов (орешков), что будет иметь положительное влияние не только с экологической стороны, но и в социальном плане. Также завоз *T. sinensis* сократит до хозяйственно несущественного уровня ущерб от инвайдера и в конечном результате позволит начать восстановление каштановых древостоев на Кавказе.

В заключение можно констатировать, что предложенная схема принятия решения по стандарту ЕОКЗР РМ 6/4 вполне приемлема для оценки экологических рисков, связанных с интродукцией агентов биологической защиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ экологического риска интродукции *T. sinensis* в леса с участием каштана посевного, в которых произошло вселение нового опасного фитофага – восточной каштановой орехотворки, показал, что:

- интродукция торимуса не несет сколько-нибудь существенной экологической угрозы;
- без использования торимуса в качестве агента биологической защиты невозможно обеспечить не только сохранение уровня получения меда и урожая орешков каштана, но и сохранение каштана посевного как важной лесообразующей породы в лесах региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гниненко Ю.И., Мелика Ж.Г. Каштановая орехотворка *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu новый опасный вредитель каштана посевного. – М.: ВНИИЛМ, 2011. – 14 с.
2. Гниненко Ю.И., Лянгузов М.Е. Восточная каштановая орехотворка *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae) – новый инвайдера в лесах Северного Кавказа // Российский журнал биологических инвазий. – 2017. – Т. 10, № 2. С. 13–19.
3. ГОСТ 33828-2016 «Защита растений. Требования к обороту агентов биологической борьбы и других полезных организмов».
4. Стандарт ЕОКЗР РМ 6/4 «Схема принятия решения для ввоза и выпуска агентов биологической борьбы с вредителями растений».
5. Aebi A., Schönrogge K., Melika G., Alma A., Bosio G., Quacchia A., Picciau L., Abe Y., Moriya S., Yara K., Seljak G. & Stone G. Parasitoid recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* // In: Ozaki K., Yukawa J., Ohgushi T. & Price P.W. (eds.) *Galling arthropods and their associates: ecology and evolution*. – Springer, Tokyo: 2006. – P. 103–121.
6. Gninenko Y.I., Melika G., Ljanguzov M. Szelid-gesztenye gubacsdarázs (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951) (Hymenoptera, Cynipidae) megejelenése Oroszországban // *Növényvédelmi Tudományos Napok*. – Budapest. – 2017. – P. 27.
7. Graham M.W.R. de Vere, Gijswijt M.J. Revision of the European species of *Torymus* Dalman (Hymenoptera: Torymidae) // *Zool. Verh. Leiden*. 1998; 317: 1–202.

in terms of the environment, but also in social term. Also, the introduction of *T. sinensis* will reduce the damage from the invader to an economically insignificant level and will eventually allow the restoration of chestnut forest stands in the Caucasus to begin.

In conclusion, it can be stated that the proposed decision making scheme according to the EPPO Standard PM 6/4 is quite acceptable for the assessment of environmental risks associated with the introduction of biological control agents.

CONCLUSION

Conducted environmental risk assessment of introduction of *T. sinensis* into the forests where the sweet chestnut is present, and where the introduction of a new dangerous phytophage pest, the oriental chestnut gall wasp, occurred, showed that:

- The introduction of *torymus* does not pose any significant environmental threat;
- without the use of *torymus* as a biological control agent, it is impossible to ensure not only the preservation of the level of honey production and the harvest of chestnuts, but also the preservation of the sweet chestnut as an important forest-forming species in the forests of the region.

REFERENCES

1. Gninenko Yu.I., Melika J.G. The chestnut gall wasps *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu is the new dangerous pest of the sweet chestnut [Kashtanovaia orekhotvorka *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu novyj opasnyj vreditel kashtana posevnogo]. M: VNIILM, 2011. 14 p. (In Russian).
2. Gninenko Yu.I., Lyanguzov M.E. The oriental chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae) – new invader in the forests of the North Caucasus [Vostochnaia kashtanovaia orekhotvorka *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951 (Hymenoptera, Cynipidae) – novyj invajder v lesakh Severnogo Kavkaza]. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2017; 10 (2): 13–19 (In Russian).
3. GOST 33828-2016 “Plant protection. Requirements to turnover of biological control agents and other useful organisms” (In Russian).
4. EPPO Standard PM 6/4 Decision-support scheme for import and release of biological control agents of plant pests.
5. Aebi A., Schönrogge K., Melika G., Alma A., Bosio G., Quacchia A., Picciau L., Abe Y., Moriya S., Yara K., Seljak G. & Stone G. Parasitoid recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. In: Ozaki K., Yukawa J., Ohgushi T. & Price P.W. (eds.) *Galling arthropods and their associates: ecology and evolution*. Springer, Tokyo; 2006: 103–121.
6. Gninenko Y.I., Melika G., Ljanguzov M. Szelid-gesztenye gubacsdarázs (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951) (Hymenoptera, Cynipidae) megejelenése Oroszországban. *Növényvédelmi Tudományos Napok*. Budapest; 2017: 27.
7. Graham M.W.R. de Vere, Gijswijt M.J. Revision of the European species of *Torymus* Dalman (Hymenoptera: Torymidae). *Zool. Verh. Leiden*. 1998; 317: 1–202.

(Hymenoptera: Torymidae) // *Zool. Verh. Leiden*. – 1998. – Vol. 317. – P. 1–202.

8. Kamijo K. Pteromalid wasps (Hymenoptera) reared from cynipid galls on oak and chestnut in Japan, with descriptions of four new species // *Kontyu*. 1981. – Vol. 49. – P. 272–282.

9. Kamijo K. Two new species of *Torymus* (Hymenoptera, Torymidae) reared from *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in China and Korea // *Kontyu*. 1982. – Vol. 50. – P. 505–510.

10. Kos K., Kriston E. & Melika G. Invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), its native parasitoid community and association with oak gall wasps in Slovenia // *Eur. J. Entomol.* – 2015. – Vol. 112, No. 4. – P. 698–704.

11. Matošević D., Quacchia A., Kriston É., Melika G. Biological Control of the Invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) – an Overview and the First Trials in Croatia // *South-East European Forestry*. – 2014. – Vol. 5, No. 1. – P. 3–12.

12. Melika G., Bozsó M., Schwéger Sz., Krocso G., Juhász E., Kriston É., Krizbai L. Biological control of the invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) in Hungary // *Hungarian Agricultural Research*. – 2017. – Vol. 4 (December). – P. 16–23.

13. Moriya S., Inoue K., Mabuchi M. The use of *Torymus sinensis* (Hymenoptera, Torymidae) for controlling the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Japan // FFTC-NARC International Seminar on “The use of parasitoids and predators to control agricultural pests”. – 1990. – P. 21.

14. Yasumatsu, K., Kamijo K. Chalcidoid parasites of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Cynipidae) in Japan, with descriptions of five new species (Hymenoptera) // *Esakia*. – 1979. – Vol. 14. – P. 93–111.

8. Kamijo K. Pteromalid wasps (Hymenoptera) reared from cynipid galls on oak and chestnut in Japan, with descriptions of four new species. *Kontyu*. 1981; 49: 272–282.

9. Kamijo K. Two new species of *Torymus* (Hymenoptera, Torymidae) reared from *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in China and Korea. *Kontyu*. 1982; 50: 505–510.

10. Kos K., Kriston E. & Melika G. Invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), its native parasitoid community and association with oak gall wasps in Slovenia. *Eur. J. Entomol.* 2015; 112 (4): 698–704.

11. Matošević D., Quacchia A., Kriston É., Melika G. Biological Control of the Invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) – an Overview and the First Trials in Croatia. *South-East European Forestry*. 2014; 5 (1): 3–12.

12. Melika G., Bozsó M., Schwéger Sz., Krocso G., Juhász E., Kriston É., Krizbai L. Biological control of the invasive *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) in Hungary. *Hungarian Agricultural Research*. 2017; 4 (December): 16–23.

13. Moriya S., Inoue K., Mabuchi M. The use of *Torymus sinensis* (Hymenoptera, Torymidae) for controlling the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Japan. FFTC-NARC International Seminar on “The use of parasitoids and predators to control agricultural pests”. 1990: 21.

14. Yasumatsu, K., Kamijo K. Chalcidoid parasites of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Cynipidae) in Japan, with descriptions of five new species (Hymenoptera). *Esakia*. 1979; 14: 93–111.