Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (6), 200-215
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Разред Thysanoptera в люцернова агроценоза

Ивелина Николова

Институт по фуражните култури, ул. Генерал Владимир Вазов, 89, 5800 Плевен, България

Order Thysanoptera in Alfalfa Agrocenosis

Ivelina Nikolova

Institute of Forage Crops, General Vladimir Vazov 89, 5800 Pleven, Bulgaria
E-mail: imnikolova@abv.bg

Review paper

РЕЗЮМЕ

Трипсите са сериозни вредители при различни култури и обикновено са силно приспособими. Тази адаптивност се отразява в способността им да се хранят върху различни видове гостоприемници, включително и люцерна, и да нанасят съществени вреди. Литературният обзор за представителите на разред Thysanoptera в люцерновата агроценоза обхваща основни и икономически важни видове трипси по света и в България, които в резултат на хранителната си дейност повреждат вегетативни и репродуктивни органи, и предизвикват икономически загуби и редуциран добив на фураж и семена. Посочени са вредоносните стадии от развитието на видовете, както и чувствителните фенофази на люцерната, през които неприятелите нанасят най-съществени повреди.

Ключови думи: Thysanoptera, видове, механизмът на повреда, люцернова агроценоза

SUMMARY

Thrips are serious insect pests in various crops. Generally, they are highly adaptable. This adaptability is reflected in their ability to feed on different plant hosts, including alfalfa, and to cause substantial damage.

The literature review of Thysanoptera species in alfalfa agrocenosis included economically important thrips in the world and in Bulgaria. As a result of their nutritional activity, thrips damage vegetative and reproductive organs, causing economic losses and reduced forage and seed yields.

It indicated the harmful stages of the thrips development as well as sensitive alfalfa phases, through which the insect pest causes considerable damage.

Key words: Thysanoptera, species, mechanism of damage, alfalfa agrocenosis

ПРОУЧВАНИЯ В ЧУЖБИНА

От разред Thysanoptera в света са известни около 6 000 вида (Bhatti, 2006; Thrips Wiki, 2015). Те се класифицират в два подразреда Terebrantia и

STUDIES ABROAD

Thysanoptera order is known for about 6.000 species in the world (Bhatti, 2006; Thrips Wiki, 2015). They are classified in two suborders Terebrantia

Tubulifera, съдържащи шест семейства, от които пет принадлежат към Terebrantia (Adiheterothripidae, Aeolothripidae, Fauriellidae, Merothripidae и Thripidae) и едно - към Tubulifera (Phlaeothripidae) (Fauna Europaea Secretariat), като 93% от трипсите принадлежат към семействата Thripidae и Phlaeripididae (Mound, 1997). В световен мащаб само 1% от описаните видове са икономически вредни (Mound and Teulon, 1995), докато на различните континенти броят на вредните видове от Thysanoptera много рядко се доближава до 10 вида (Gahukar, 2004). В този смисъл, като едни от най-вредните в Европа се считат *Frankliniella occidentalis* Pergande, *F. intonsa* Trybon (Kirk and Terry, 2003; Raspudić et al., 2009) и *Thrips tabaci* Lindeman (De Jager et al., 1997). Трипсите, които са сериозни неприятели при различни култури, обикновено са силно приспособими. Тази адаптивност се отразява в способността им да се хранят върху различни видове гостоприемници и да нанасят съществени вреди (Morse and Hoddle, 2006). Използвайки висок репродуктивен потенциал и кратко време на размножаване, те бързо увеличат популационната си плътност при благоприятни условия (Mound, 1997). Партеногенезата, в комбинация с обратното кръстосване в F1, може да доведе до това, че един женски възрастен индивид да формира изцяло ново поколение (Mound and Tuelon, 1995). Освен това, партеногенезата и обратното кръстосване при резистентни към инсектициди женски индивиди, може да доведе до бързо нарастване на популацията, устойчива към инсектициди, което допълнително подпомага тяхното адаптиране. Сравнително широката толерантност към храната повишава гъвкавостта, която позволява на инвазивните трипси да оцеляват в нова среда, с ограничено разнообразие от гостоприемници и увеличава стабилността на популацията, дори при отсъствие на предпочитания

and Tubulifera, containing six families, five of which belong to Terebrantia (Adiheterothripidae, Aeolothripidae, Fauriellidae, Merothripidae и Thripidae) и едно - към Tubulifera (Phlaeothripidae) (Fauna Europaea Secretariat). To the families and Thripidae Phlaeripididae belongs 93% of thrips (Mound, 1997). Globally, only 1% of the species described are economically harmful (Mound and Teulon, 1995) while the species numbers very rarely approached 10 in many continents (Gahukar, 2004).

In that sense, one of the most harmful in Europe were considered Frankliniella occidentalis Pergande, F. intonsa Trybon (Kirk and Terry, 2003; Raspudić et al., 2009), and Thrips tabaci Lindeman (De Jager et al., 1997). Serious harmful thrips in various crops usually were highly adaptable. That adaptability was reflected in their ability to feed on different host species and caused considerable damage (Morse and Hoddle, 2006).

Thrips rapidly increased their population density under favorable conditions using high reproductive potential and short breeding times (Mound, 1997).

Parthenogenesis, in combination with F1 cross-over, can cause a female adult to form a whole new generation (Mound and Tuelon, 1995).

Also, parthenogenesis and crossover in insecticide-resistant female individuals can lead to rapid insecticide-resistant population growth. That further aided their adaptation.

The relatively broad food tolerance increased thrips flexibility that allows invasive thrips to survived in a new environment. There was a limited diversity of hosts in this environment, which increased the stability of the population, even in the absence of the preferred plant species (Mound, 1997).

растителен вид (Mound, 1997).

Числеността на вредните трипси върху люцерната силно зависи от продължителността на фенофаза цъфтеж и качеството на прашеца (Trdan et al., 2005).

Семейство Thripidae е най-голямото семейство, включващо икономически най-важните неприятели от разред Thysanoptera по културните растения в световен мащаб (Mound, 2002; Bhatti, 2006). То съдържа 1970 описани вида и 287 рода, сред които основната група се храни, поврежда и се размножава върху листната маса и/или цветовете на растенията, а само няколко вида са облигатни хищници (Mirab-balou et al., 2011b; ThripsWiki, 2015). Като най-важни неприятели, разпространени не само в САЩ, но и в Европа, Reitz и сътрудници (2011) съобщават *F. occidentalis*, *T. tabaci*, *T. palmi* Karny и *Stenchaetothrips biformis* Bagnall. Няколко вида от род *Scolothrips* са известни като облигатни хищници на тетраниховите акари (Mirab-balou et al., 2011b).

Семейство Fauriellidae включва 3 рода (Mound et al., 1980), Adiheterothripidae е представен от един род и пет вида, които са по-скоро слабо известни (Mound, 2002), а семейство Merothripidae Hood включва 15 вида, които обикновено обитават мъртви клонки или опадала листна маса, където вероятно се хранят с гъбична хифи (Mound, 2011).

Семейството Aeolothripidae включва 190 вида и 23 рода в световен мащаб, които се срещат по цветовете на своите гостоприемници и основно се хранят с флорални тъкани на ларви на други видове от Thysanoptera и малки артроподи (акари, псилиди, белокрилки и др.), обитаващи цветовете на растенията (Tyagi et al., 2008; Mound, 2011; Thrips Wiki, 2015). Възрастните индивиди и ларви на много представители от това семейство са факултативни хищници, въпреки че някои от тях са растителноядни (Tyagi et al., 2008). Според Hoddle (2003), в по-топлите райони на

The harmful thrip number on alfalfa strongly depended on the duration of the flowering stage and the quality of pollen (Trdan et al., 2005).

The Thripidae family is the largest family, including the most economically important thrips species of crop plants worldwide (Mound, 2002; Bhatti, 2006).

It contained 1970 species and 287 genera. On the leaves and/or the plant flowers the main thrips group fed, damaged and reproduced and only a few species were obligate predators (Mirab-balou et al., 2011b; ThripsWiki, 2015). Reitz et al. (2011) reported that the most important pests spreading not only in the US but also in Europe were *F. occidentalis*, *T. tabaci*, *T. palmi* Karny и *Stenchaetothrips biformis* Bagnall. Several species of the *Scolothrips* genus are known as obligate predators of tetranychus mites (Mirab-balou et al., 2011b).

The Fauriellidae family included 3 genera (Mound et al., 1980) and Adiheterothripidae - one genus and five species that were rather poorly known (Mound, 2002). Merothripidae Hood family included 15 species that usually inhabited dead twigs or leaf litter where they probably fed on fungal hyphae (Mound, 2011).

Aeolothripidae family included 190 species and 23 genera worldwide that occurred in the flowers of their hosts and fed mainly on the floral tissues of other Thysanoptera larvae species, and small arthropods (mites, psyllids, white wings, etc.) inhabiting the plant flowers (Tyagi et al., 2008; Mound, 2011; Thrips Wiki, 2015). Adult individuals and larvae of many species of that family were optional predators, although some were herbivorous (Tyagi et al., 2008).

According to Hoddle (2003), in warmer regions of the world, a considerable species

света, значителен брой видове от това семейство са облигатни хищници. Съобщава се, че 80% от видовете, принадлежащи към род *Aeolothrips* са хищници, които играят важна роля заедно с други полезни агенти в биологичния контрол на фитофагните трипси (Loomans et al., 1995).

Подразред Tubulifera се състои от около 3500 вида и 450 рода, включени в едно семейство – Phlaeothripidae и две подсемейства – Idolothripinae и Phlaeothripinae (Thrips Wiki, 2015). Някои установени вида се хранят с гъбички, но повечето са вредители и предпочитат да се хранят с листа или цветове (Mound, 2011). Едни от основните неприятели, установени в различни части на света, са предимно видовете от род *Haplothrips*, като голям брой от тях живеят в цветовете на растения от семейство Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae и Fabaceae (Mound and Minaei, 2007).

Следователно, Thysanoptera се характеризира с многообразие от биологични видове, т.е. хищници, растителноядни и хранещи се с гъбички. Икономически важните неприятели по люцерната и други земеделски култури директно повреждат растителната тъкан при хранене или причиняват косвена повреда чрез предаване на патогенни инфекции, и по-специално вируси (Mirab-balou et al., 2011a).

Представителите от разред Thysanoptera се срещат много често в агроценозата на многогодишните бобови култури, включително и люцерна. Краткият цикъл на развитие при благоприятни условия и тяхната способност да се разпространяват бързо (чрез естествен полет, въздушните маси и др.) подпомагат вредната им дейност. Те имат пробивно-смучещ устен апарат, чрез който инжектират ензими в растителните части, при което протичат биохимични промени. Вследствие на това изсмукват растителен сок. Резултат от нанесената повреда е нарушаване на растежа и физиологията на

number of that family were obligate predators. It was reported that 80% of the species belonging to the Aeolothrips genus were predators that played an important role, along with other beneficial agents, in the biological control of phytophagic thrips (Loomans et al., 1995).

The Tubulifera suborder consisted of about 3500 species and 450 genera included in one family - Phlaeothripidae and two subfamilies - Idolothripinae and Phlaeothripinae (Thrips Wiki, 2015). Some species fed on fungi, but most were pests and preferred to feed on leaves or flowers (Mound, 2011). One of the main pests found in different parts of the world were mainly species of the Haplothrips genus, and a large number of them living in the plant flowers of the family Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, and Fabaceae (Mound and Minaei, 2007).

Therefore, Thysanoptera is characterized by a diversity of biological species - predators, plant-eating and fungus-eating species.

Economically important alfalfa and other crop pests directly damaged plant tissue when fed or caused indirect damage through the transmission of pathogenic infections, in particular viruses (Mirab-balou et al., 2011a).

Thysanoptera species are very often meet in the agrocenosis of perennial legumes, including alfalfa.

The short development cycle under favorable conditions and their ability to spread rapidly (through natural flight, air masses, etc.) support their harmful activity.

They have a pierce-sucking oral apparatus through which they inject enzymes into the plant parts, causing biochemical changes. As a result, thrips suck out plant juice. Result of the inflicted damage is a disruption of plant growth and physiology, deformation and wrinkling

растенията, деформиране и набръчкване на листата, което се дължи на неравномерен растеж около зоната на повреда. Когато храненето е особено близо до централната нишка, листът се завива и наподобява полуотворена фуния (Summers et al., 2006).

Повредата от трипсите е не само намаляване на продуктивността, която може да доведе до намаляване на добива фураж над 20% (Yongfu, 1991), но като преносители на вирусни и други патогенни инфекции, те предизвикват различни болести по растенията. Както и при другите насекоми с пробивно-смучещ устен апарат, трипсите имат способността да се заразяват и предават вирусни патогени при хранене чрез слюнката (Mound, 2002; Razi et al., 2013).

В Централна Гърция, Badieritakis и колектив (2015) съобщават осем вида от разред Thysanoptera, сред които *Frankliniella occidentalis* е най-многобroен при люцерната, склонен да се приобщава към други видове.

Raspudić и колектив (2009) проучват Thysanoptera в Хърватия върху различни гостоприемници и установяват, че най-многобройно и богато на видове е семейство Thripidae, в което *T. tabaci* е основен доминантен вид при видове от Asteraceae и Fabaceae, с предпочитание основно към люцерна при бобовите култури. Вторият по численост вид, според авторите, е *F. intonsa*, установен преди всичко при Asteraceae и Fabaceae, и отново с предпочитание към *M. sativa*. И двата вида са известни като широко разпространени неприятели в Словения (Trdan, 2003), Сърбия (Andjus and Trdan, 2005 a,b), Унгария (Jenser and Czencz, 1988) и в много други европейски страни с континентален климат.

Разпространени и основни вредители при люцерна от род *Frankliniella* в Иран са *F. occidentalis*, *F. schultzei* Trybom и *F. intonsa*, а от род *Odontothrips* – *O*. *confusus* Priesner, който е разпространен в по-голямата

of the leaves due to unequal growth around the damaged area. When feeding is particularly close to the central fiber, the leaf curves and resembles a half-open funnel (Summers et al., 2006).

Thrips damage is not only a reduction in forage yield above 20% (Yongfu, 1991) but species are carriers of viral and other pathogenic infections, which cause various plant diseases.

Thrips can infect and transmit viral pathogens when fed through saliva as other pierce-sucking insects (Mound, 2002; Razi et al., 2013).

In Central Greece, Badieritakis and Collective (2015) reported eight species of Thysanoptera, among which F. occidentalis was the most abundant in alfalfa with a tendency to integrate with other species.

Raspudić et al. (2009) studied Thysanoptera in Croatia on different hosts and found that the most numerous and species-rich was the Thripidae family. In that family, *Thrips tabaci* was a major dominant species in plant species of Asteraceae and Fabaceae, with a preference for alfalfa in legumes. The second most abundant species, according to the authors, was *Frankliniella intonsa*, found primarily in Asteraceae and Fabaceae, and again with a preference for *M. sativa*. Both species are known as widespread insect pests in Slovenia (Trdan, 2003), Serbia (Andjus and Trdan, 2005 a, b), Hungary (Jenser and Czencz, 1988) and in many other European countries with a continental climate.

Common and major pests of alfalfa of the *Frankliniella* genus in Iran were *F. occidentalis*, *F. schultzei* Trybom and *F. intonsa*, and of the *Odontothrips* genus - *O. confusus* Priesner, which was widespread in most of Iran and inhabited

част на Иран и обитава основно съцветия на люцерна и детелина (Mirab-balou and Chen, 2011 a, b).

Според Summers и колектив (2006), в люцерновите полета се наблюдават много високи популации на *Caliothrips fasciatus* Pergande и / или на *T. tabaci*. Двата вида са значително „по-разрушителни" и вредни, в сравнение например с *F. occidentalis*. Авторите допълват, че люцерна, отглеждана при неполивни условия, може да бъде значително по-податлива на повредите, отколкото люцерна при напояване. В Унгария, като доминантни фитофаги се съобщават *O. confusus* (36.7%), *T. tabaci* (31%) и *F. intonsa* (23%), които не само се хранят и повреждат, но и се размножават върху люцерновите растения (Ábrahám, 2012).

Редица други автори потвърждават, че едни от най-важните и често срещани фитофагни трипси при люцерна са *T. tabaci*, *T. angusticeps* Uzel, *F. occidentalis*, *F. intonsa*, *C. fasciatus*, *Haplothrips niger* Osborn, *O. confusus* и др. (Funderburk, 2002).

Според Funderburk (2002), най-разпространени видове трипси са тези, повреждащи репродуктивните органи – цветовете и предимно това са видове от род *Frankliniella* и *Thrips*.

Според Lewis (1973), много видове обитават растителните цветове, тъй като последните не само осигуряват подходящ микроклимат за растеж, развитие и размножаване, но благодарение на тесните процепи в растителния цвят, трипсите се предпазват от излагане на външни неблагоприятни фактори (напр. достъп до хищници) и изсушаване. В допълнение, Brodbeck и сътрудници (2002) съобщават, че насекомите предпочитат цветовете пред листата, поради по-високо съдържание на азот в полена.

Frankliniella occidentalis е един от основните и доминантни фитофаги от разред Thysanoptera при люцерната (Mirab-balou and Chen, 2011 a, b; mainly alfalfa and clover flowers (Mirab-balou and Chen, 2011 a, b).

According to Summers et al. (2006), very high populations of *Caliothrips fasciatus* Pergande and / or *T. tabaci* were observed in alfalfa fields. Both species were considerably more "destructive" and harmful than, for example, *F. occidentalis*. Authors added that alfalfa grown no irrigation can be considerably more susceptible to damage than alfalfa when irrigated.

In Hungary, *O. confusus* (36.7%,), *T. tabaci* (31%) and *F. intonsa* (23%) were reported as dominant phytophages which not only feed and damage but also reproduce on alfalfa plants (Ábrahám, 2012).

Several authors confirmed that one of the most important and common phytophagic thrips alfalfa were *T. tabaci, T. angusticeps* Uzel, *F. occidentalis*, *F. intonsa*, *C. fasciatus*, *Haplothrips niger* Osborn, *O. confusus* and others (Funderburk et al., 2002).

According to Funderburk (2002), the most common thrips species were those that damaged the reproductive organs - the flowers and mostly those of the *Frankliniella* and *Thrips* genus.

According to Lewis (1973), many species inhabited plant flowers as the latter not only provided a suitable microclimate for growth, development, and reproduction, but also protected thrips from exposure to external unfavorable factors through narrow slits in the plant flowers.

Also, Brodbeck et al. (2002) reported that insects preferred flowers to leaves because of their higher nitrogen content in pollen.

Frankliniella occidental is one of the main and dominant phytophages of the Thysanoptera order in alfalfa (Mirab-balou and Chen, 2011 a, b; Badieritakis et al.,

Badieritakis et al., 2015). Видът има космополитно разпространение и е полифаг, като се характеризира с кратък размножителен период и тенденция към партеногенеза (Kirk and Terry, 2003). Трипсът се храни с повече от 500 растителни вида, принадлежащи към над 50 семейства (Moritz, 2002). На основата на икономически оценки, Reitz и Funderburk (2015) установяват, че *F. occidentalis* е един от „най-разрушителните" селскостопански неприятели в световен мащаб, като неговата поява като основен вредител е настъпила сравнително скоро. От друга страна, се съобщава, че *F. occidentalis* е факултативен хищник и може да се храни с други видове фитофагни трипси, намалявайки тяхната численост и изместващи ги при междуспецифична конкуренция (Faraji et al., 2002). Резултат от конкуренцията относно разпространението на *F. occidentalis* в световен мащаб е, че видът обитава шест континента, всички от които притежават местни видове трипси, обитаващи местната флора (Moritz et al., 2004, Kirk and Terry, 2003). Ако *F. occidentalis* е способен да се конкурира с местен вид, то това ще засили инвазивната заплаха от този икономически вреден представител на разред Thysanoptera върху люцерната и други видове култури (Northfield, 2005).

Ripa и колектив (2009), проучвайки предпочитанията на *F. occidentalis* към растителните органи установяват, че между листата и бутоните преобладават трипсите по листата, но значително повече са възрастните индивиди, когато растенията преминават във фенофаза цъфтеж. Авторите съобщават, че числеността на ларвите и възрастни индивиди е значително висока върху всички растителни части на люцерната, когато растенията цъфтят, което показва високата хранителната стойност на този гостоприемник, осигуряващ подходящ микрохабит за нарастване на популацията на вида.

Важен неприятел, който може да

2015). The species has a cosmopolitan distribution and is a polyphage, characterized by a short reproductive period and a tendency for parthenogenesis (Kirk and Terry, 2003). Thrips feed on more than 500 plant species belonging to more than 50 families (Moritz, 2002).

Based on economic evaluations, Reitz and Funderburk (2015) found that F. occidental is one of the "most destructive" agricultural insect pests worldwide, and its appearance as a major pest occurred relatively recently. On the other hand, it was reported that *F. occidentalis* is a facultative predator and can eat with other phytophagous thrips, reducing their numbers and displacing them in interspecific competition (Faraji et al., 2002). The result of competition worldwide for the spread of F. occidentalis was that the species inhabited six continents.

All of them had local thrips species inhabiting the local flora (Moritz et al., 2004, Kirk and Terry, 2003). If *F. occidentalis* can compete with the local species, then that will increase the invasive threat from the economically harmful Thysanoptera species on alfalfa and other crops (Northfield, 2005).

Ripa et al. (2009), examining *F. occcidentalis* preferences for plant organs, found that thrips predominated on the leaves compared with buttons, but there were considerably more adult individuals when the plants were in the flowering stage.

The authors reported that larval and adult numbers were considerably higher on all plant parts of alfalfa when plants were flowering. That showed the high nutritional value of that host, providing suitable microhabitat to increase the species population.

An important dominant pest in

бъде доминантен в люцернов посев е *F. intonsa*, поради високата си популационна плътност и полифагия (Deligeorgidis et al., 2002). Видът е факултативен фитофаг, за който растителният полен е важен източник на хранителни вещества (Murai and Loomans, 2001). В Турция, Atakan и Uygur (2005) съобщават, че *F. intonsa* измества по численост *F. occidentalis*, а в Аржентина – *F. gemina* (Bagnall) (de Borbon et al., 2006). Това може да се дължи на конкуренцията между видове или на други фактори, регулиращи популационната численост (Hansen et al., 2003). Плодовитостта на насекомите (включително развитие, продължителност на живот и яйцеснасяне) зависи от качеството на храната (Brodbeck et al., 2002). Степента на бързо развитие и висока плодовитост са сигурен белег за изборът на подходящи гостоприемници. В допълнение, степента на преживяемост, продължителността на живот, плодовитостта и жизнените параметри на *F. occidentalis* и *F. intonsa* се влияят основно от температурата, като продължителността на живот на възрастните индивиди на двата вида намалява с повишаване на температурата, но по-големи шансове за оцеляване при по-високи стойности има *F. intonsa* (Tao et al., 2011).

Thrips tabaci е космополитен полифаг, който се характеризира с широка гама от гостоприемници (Boateng et al., 2014). Някои автори съобщават, че видът е установен при 141 растителни вида от 41 семейства (Ghabn, 1948), други съобщават за 355 вида гостоприемници (Morison, 1957), а трети - за 140 растителни вида от 40 семейства (Ananthakrishnan, 1973). През последните две десетилетия, видът се превръща в глобален неприятел, поради развитието на резистентност към инсектицидни продукти, способността да предава инфекциозни патогени, и висока размножителна способност при високи температури, особено в сухо и горещо време (Diaz-Montano et al., 2011).

alfalfa was F. intonsa, due to its high population density and polyphagia (Deligeorgidis et al., 2002). The species was a facultative phytophage and pollen was an important nutrient source for it (Murai and Loomans, 2001).

In Turkey, Atakan and Uygur (2005) reported that *F. intonsa* displaced *F. occidentalis* in numbers and Argentina - *F. gemina* (Bagnall) (de Borbon et al., 2006). That could be due to competition between species or other factors that regulated population numbers (Hansen et al., 2003). Insect fecundity (including development, longevity, and oviposition) depended on the food quality (Brodbeck et al., 2002).

The degree of rapid development and high fecundity were a sure sign for the choice of suitable hosts.

Also, the survival rate, life duration, fecundity and vital parameters of *F. occidentalis* and *F. intonsa* were mainly influenced by temperature, as the life duration of both species decreased with increasing temperature (Tao et al., 2011). *Frankliniella intonsa* had a higher chance of survival at higher temperature values.

Thrips tabaci was a cosmopolitan polyphage that was characterized by a wide host variety (Boateng et al., 2014). Some authors reported that the species was found in 141 plant species from 41 families (Ghabn, 1948), others informed for 355 host species (Morison, 1957), and the third - to 140 plant species from 40 families (Ananthakrishnan, 1973).

Over the past two decades, the species became a global insect pest, due to development of insecticide resistance, its ability to transmit infectious pathogens, and its high reproductive capacity at high temperatures, especially in dry and hot weather (Diaz-Montano et al., 2011).

Повредите, нанесени от *T. tabaci*, водят до намаляване на фотосинтетичната активност на растенията чрез унищожаване на хлорофилните пигменти в мезофила на листата, което може да възпрепятства транспортирането на хранителни вещества към генеративните органи (Parrella and Lewis, 1997). Тъй като отделните растителни клетки, в резултат на храненето, са унищожени, симптомите по листата са под формата на сребърни петна и имат добра видимост, поради изсмуканите клетъчни кухини. Въпреки че отделните листни петна при хранене са малки, увредената зона на листа не се възстановява и става все по-голяма и по-отчетлива с нарастване на растението. Благодарение на бързото възпроизвеждане и висока мобилност, трипсите придобиват все по-голямо значение през годините (Pushpendra et al., 2014).

Загубите, в резултат на нападението от *T. tabaci*, зависят от множество фактори, включително численост на трипсите, благоприятни метеорологични условия за тяхното размножаване, фенофазата на развитие на растенията, чувствителност на сортовете към храненето и вредата, наличие на растителна инфекция чрез векторни трипси (Lewis, 1973).

По отношение на времевото разпределение при 24-часов дневен цикъл, Pobożniak и Koschier (2014) докладват, че пиковата активност на *T. tabaci* е в обедните часове и независимо от фазата на развитие на растенията, по-голяма част от възрастните индивиди са разположени в горната част на растенията. Това е необходимо да се има предвид при извършване на мониторинг, както и при разработване на методики за правилно вземане на проби, с цел прилагане на подходящи стратегии за контрол на неприятеля при необходимост.

Предполага се, че видовете от род *Frankliniella* и *Thrips*, поради широката си полифагия, изпреварват капа-

Damage caused by T. tabaci led to a decrease in the photosynthetic activity of the plants by destroying the chlorophyll pigments in the leaf mesophyll (Parrella and Lewis, 1997).

That may impede the transport of nutrients to the generating organs. Because individual plant cells were destroyed as a result of the nutrition, leaf symptoms were in the form of silver spots.

Stains had good visibility due to the suctioned cell voids. Although the individual leaf spots on feeding were small, the damaged area of the leaf was not refundable. The area became larger and more distinct as the plant grows. Due to the rapid reproduction and high mobility, thrips had become increasingly important over the years (Pushpendra et al., 2014).

Losses due to the attack of *T. tabaci* depended on many factors, including the thrip numbers, favorable weather conditions for their reproduction, plant development stage, the sensitivity of the varieties to nutrition and damage, the presence of plant infection by vector thrips (Lewis, 1973).

Concerning the timing of the 24-hour daily cycle, Pobożniak and Koschier (2014) reported that the peak activity of T. tabaci was at noon and regardless of the plant development stage, most of the adult individuals were located at the top of the plants.

That should be considered in the monitoring, as well as developing methods for proper sampling and implementing appropriate control strategies as needed.

It is assumed that species of the Frankliniella and Thrips genus, due to its wide polyphagia, overtaking the capacity

цитета на своите естествени биоагенти за регулиране на популационната им плътност (Mound and Teulon, 1995). Последните проучвания показват, че видовете *Orius* (Heteroptera: Anthocoridae) и *Thripinema* (Tylenchida: Allantonematidae) имат важна роля като ентомофаги при цветните трипси, които потискат популациите на неприятелите и предизвикат локални числени редукции (Funderburk et al., 2000).

Род *Odontothrips* (Thripidae) е посочен от много автори като вредител по бобовите култури, хранещ се с цветовете на растенията (Northfield, 2005). Съобщава се за няколко представители от рода като фитофаги при люцерната. Например, *O. confusus* се съобщава като неприятел по люцерната във Франция и Чехия (Pitkin, 1972), както и върху други бобови култури в Румъния (Pustai et al., 2016). В Китай, един от доминантни видове от Thysanoptera при люцерна е *O. loti* Haliday, като LiLi и колектив (2011), проучвайки пространственото разпространение на вида, през фенофаза цъфтеж, установяват че той има хомогенно разпределение или произволно разпределена структура на хоризонтално ниво. Авторите допълват за намаляваща тенденция на неговата численост от върхната част на растенията към корена при вертикално ниво.

Odontothrips meliloti Priesner е наскоро съобщен неприятел в люцернови посеви за фауната на Китай (Mirab-balou et al., 2011a).

В Европа, от семейство Aeolothripidae, са описани повече от 20 хищни вида от род Aeolothrips, като поголяма част от тях се отнасят към факултативните хищници (Trdan et al., 2005). *Aeolothrips intermedius* Bagnall е най-разпространеният вид от това семейство на Стария континент (Deligeorgidis et al., 2002) и често се споменава в контекста на биологичния контрол (von Zegula et al., 2003). Видът обикновено е не само най-многобройния представител на Aeolothripidae, но

of its natural bio-agents to regulate their population density (Mound and Teulon, 1995). Recent studies indicated that the species *Orius* (Heteroptera: Anthocoridae) and *Thripinema* (Tylenchida: Allantonematidae) played an important role as entomophagous in flower thrips, suppressed pest populations and caused local numerical reductions (Funderburk et al., 2000).

The *Odontothrips* (Thripidae) genus was cited by many authors as a pest on legumes that fed on the plant flowers (Northfield, 2005). Several species of the genus, such as phytophages in alfalfa, were reported. For example, *O. confusus* was reported as a pest in alfalfa in France and the Czech Republic (Pitkin, 1972), as well as in other leguminous crops in Romania (Pustai et al., 2016). In China, one of the dominant species of Thysanoptera in alfalfa was *O. lotti* Haliday, such as LiLi et al. (2011), studying the spatial distribution of the species, through flowering, found that it had a homogeneous distribution or a randomly distributed structure on a horizontal level. The authors added to the decreasing tendency of its abundance from the top of the plants to the root at a vertical level.

Odontothrips meliloti Priesner was a recently reported pest in alfalfa crop for China's fauna (Mirab-balou et al., 2011a).

In Europe, from the Aeolothripidae family, more than 20 predatory species of the Aeolothrips genus was described, as most of them belong to facultative predators (Trdan et al., 2005). *Aeolothrips intermedius* Bagnall was the most common species of that family on the Old Continent (Deligeorgidis et al., 2002) and was often mentioned in the context of biological control (von Zegula et al., 2003). The species was usually not only the most numerous of the Aeolothripidae but it was also a predator with economic

е хищник с икономическо значение относно фитофагните трипси и акари, като сред зоофагните трипси в Европа е считан за потенциално много ефективен автохтонен факултативен хищник (Trdan et al., 2005). Възрастните индивиди и ларви на *A. intermedius* се хранят с 44 фитофагни вида от разред Thysanoptera (Loomans et al., 1995), като обикновено се съобщава като ефективен хищник на T. tabaci (Franco et al., 1999), както и на *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche, *Odontothrips confusus* Priesner и видове от род *Haplothrips* (Khosbayar, 2001). Някои други видове *Aeolothrips spp*. също се приемат за потенциално важни автохтонни факултативни хищници (Sabelis and van Rijn, 1997). Основна част от видовете в този род (около 100 вида) прекарват по-голяма част от живота си в цветовете на растенията, и освен с малки артроподи, се хранят и с цветен прашец (Von Zegula et al., 2003).

В резултат на обширно проучване на *A. intermedius* върху различни културни видове в Словения, Хърватия и Сърбия, и Черна гора, Trdan и колектив (2005) го установяват върху 30 различни растителни видове, принадлежащи към 16 ботанически семейства. При люцерната, както и при други гостоприемници, *A. intermedius* присъства винаги в смесени популации с фитофагни или факултативни фитофагни насекоми. Авторите съобщават, че прашецът, като алтернативна храна за хищника, има изключително важна роля за неговото развитие и размножаване.

Други добре познати хищници в Европа са видове от род *Haplothrips* (*Haplothrips kurdjumovi* и *H. subtilissimus*, семейство Phlaeothripidae), *Scolothrips* (семейство Thripidae), *Franklinothrips* и *Karnyothrips* (Tyagi et al., 2008).

ПРОУЧВАНИЯ В БЪЛГАРИЯ

У нас, като вредни трипси по люцерната, се съобщават *Frankliniella intonsa*, *T. tabaci*, *Taeniothrips frici,*

importance for phytophagous thrips and mites (Trdan et al., 2005). *Aeolothrips intermedius* was considered a potentially very effective autochthonous facultative predator among the zoophagous thrips in Europe. Adults and larvae feed on 44 species of phytophagous of the Thysanoptera order (Loomans et al., 1995), and commonly reported as an effective predator of *T. tabaci* (orres-Vila et al., 1994; Franco et al., 1999), as well as *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche, *Odontothrips confusus* Priesner and species of the genus Haplothrips (Khosbayar, 2001). Some other species of *Aeolothrips* spp. were also considered potentially important autochthonous facultative predators (Sabelis and van Rijn, 1997). Most of the species in that genus (about 100 species) spend much of his life in plant flowers and feed on pollen and small arthropods, (Yee et al., 2001; Von Zegula et al., 2003).

As a result of an extensive study of *A. intermedius* on different plant species in Slovenia, Croatia and Serbia, Montenegro, Trdan et al. (2005) found it on 30 different crops, belonging to 16 botanical families. In alfalfa, as well as in other hosts, *A. intermedius* was always present in mixed populations with phytophagous or facultative phytophagous insects.

The authors reported that pollen, as an alternative food for the predator, played an extremely important role in its development and reproduction.

Other well-known predators in Europe were species of the Haplothrips genus (*Haplothrips kurdjumovi* and *H. subtilissimus*, Phlaeothripidae), *Scolothrips* (Thripidae), *Franklinothrips* and *Karnyothrips* (Tyagi et al., 2008).

STUDIES IN BULGARIA

In Bulgaria, as harmful thrips on alfalfa, were reported *Frankliniella intonsa*, *T. tabaci*, *Taeniothrips frici,*

Haplothrips aculeatus, *H. angusticornis* и др. (Donchev, 1972, 1976). Karadjova и Krumov (2015) обобщават всички публикувани данни за наличието и разпространението на трипсите в България, както и информация за тяхното предпочитание при хранене. Авторите съобщават, че по люцерната са установени 26 фитофагни и ентомофагни видове трипси, с преобладаващо видово разнообразие от семейство Thripidae.

Tomov и колектив (2010) съобщават, че *F. occidentalis* е един от единадесетте вида инвазивни насекоми, внесени у нас, които са икономически важни неприятели по земеделските култури и представляват сериозна заплаха за икономиката, биоразнообразието, човешкото и животинско здраве. Според Trenchev (1991), най-голямата вреда, нанасяна от *F. occidentalis*, е пренасянето на тосповируси.

Проучванията за видовия състав и сезонната динамика на трипсите по люцерна в България са незадоволителни и оскъдни. Този род изследвания са важни, защото спомагат за определяне на подходящите фенофази от развитието на растенията за осъществяване на контрол на вредителите при надвишаване на икономическия праг на вредност, както са и в услуга на българските фермери за намаляване загубите от насекомните неприятели.

Въз основа на представения литературен обзор може да се обобщи, че по-голяма част от разред Thysanoptera са полифаги, което им позволява да оцеляват и да се развиват в различни агроценози. Някои от тях представляват постоянна заплаха при отглеждане както на люцерна, така и на други културни видове.

Поради това, познанията за числеността и видовото разнообразие на трипсите при люцерна са изключително полезни, както за фундаменталната ентомология, така и за научно приложната.

Haplothrips aculeatus, *H. angusticornis* and others (Donchev, 1972, 1976). Karadjova and Krumov (2015) summarize all published data on the occurrence and spread of thrips in Bulgaria, as well as information about their preference for eating. The authors reported that 26 phytophagous and entomophagous species of thrips were found in alfalfa, with predominant species diversity of the Thripidae family.

Tomov et al. (2010) reported that *F. occidentalis* was one of eleven invasive insect species imported into Bulgaria that were economically important crop pests.

They posed a serious threat to the economy, biodiversity, human and animal health. According to Trenchev (1991), the biggest damage caused by *F. occidentalis* was the transmission of tospoviruses.

Studies on the species composition and seasonal dynamics of alfalfa thrips in Bulgaria are unsatisfactory and scarce. That kind of research is important because it helps to identify the appropriate plant development stage for pest control when the economic threshold of damage is exceeded. They are also at the service of Bulgarian farmers for reducing losses from insect pests.

Based on the literature review presented, it can be summarized that most of the Thysanoptera order are polyphages, allowing them to survive and develop in different agrocenoses. Some of them pose a constant threat to the cultivation of both alfalfa and other cultivated species.

Therefore, knowledge of the abundance and species diversity of alfalfa thrips is extremely useful for both fundamental entomology and scientifically applicable.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ábrahám, R.,** 2012. First investigation of species composition of thysanoptera inhabiting alfalfa based on their second stage larvae. Acta *Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 47 (1), 81-86.
2. **Ananthakrishnan, T.N.,** 1973. Thrips: biology and control. MacMillan, New Delhi, India.
3. **Andjus, Lj. and S. Trdan,** 2005a. Tobacco thrips (Thrips tabaci Lindeman), the most harmful type of thrips outside. *Herbal medicine*, 33, 395-400 (Croatia).
4. **Andjus, Lj. and S.Trdan,** 2005b. Thrips in alfalfa. *Herbal medicine*, 33, 538-542 (Croatia).
5. **Atakan, E. and S. Uygur,** 2005. Winter and spring abundance of Frankliniella spp. and Thrips tabaci Lindeman (Thysan., Thripidae) on weed host plants in Turkey. *Journal of Applied Entomology*, 129, 17-26.
6. **Badieritakis, E.G., R.C. Thanopoulos, A.A. Fantinou and N.G. Emmanouel,** 2015. A qualitative and quantitative study of thrips (Thysanoptera) on alfalfa and records of thrips species on cultivated and wild Medicago species of Greece. *Biologia*, 70 (4), 504-515.
7. **Bhatti, J.S.,** 2006. The classification of Terebrantia (Insecta) into families. *Oriental Insects*, 40, 339-375.
8. **Boateng, C.O., H.F. Schwartz, M.J. Havey and K. Otto,** 2014. Evaluation of Onion Germplasm for Resistance to Iris Yellow Spot (Iris yellow spot virus) and Onion Thrips, Thrips tabaci. *Southwestern Entomologist*, 39(2), 237-260.
9. **Brodbeck, B.V., J. Funderburk, J. Stavisky, PC. Andersen and J. Hulshof,** 2002. Recent advances in the nutritional ecology of thrips, or the lack thereof, pp. 145-153. In R. Marullo and L. Mound (eds.) Thrips and tospoviruses: proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera. CSIRO Entomology, Canberra, Australia.
10. **De Borbon, C.M., O. Gracia and R. Piccolo,** 2006. Relationships between tospovirus incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. *Journal Of Phytopathology*, 154, 93-99.
11. **de Jager, C.M., R.P.T. Butot, M.E.C. Uiterdijk and E. van der Meijden,** 1997. Environmental influences on feeding damage caused b y western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) to chrysanthemum. *Journal of Economic Entomology*, 90, 188-194.
12. **Deligeorgidis, P.N., C.G. Athanassiou and N.G. Kavallieratos,** 2002. Seasonal abundance, spatial distribution and sampling indices of thrips populations on cotton; a 4-year survey from central Greece. *Journal of Applied Entomology*, 126, 343-348.
13. **Diaz-Montano, J., M. Fuchs, B.A. Nault, J. Fail and A.M. Shelton,** 2011. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae): a global pest of increasing concern in onion. *Journal of Economic Entomology*, 104, 1-13.
14. **Donchev, K.,** 1976. Contribution to Thysanoptera Classification in Bulgaria III. *Bulgarian Journal of Crop Science*, XIII (1), 175-181 (Bg).
15. **Donchev, K.,** 1972. Contribution to Thysanoptera in Bulgaria II. *Bulgarian Journal of Crop Science*, IX (3), 131-135 (Bg).
16. **Faraji, F., A. Janssen and M.W. Sabelis,** 2002. Oviposition patterns in a predatory mite reduce the risk of egg predation caused by prey. *Ecological Entomology*, 27, 660-664.
17. **Franco, S., P. Beignet, E. Rat and E. Thibout,** 1999. The effects of thrips on wild and cultivated alliaceous plants in France. *Phytoma*, 514, 41-44.

18. **Funderburk, J.,** 2002. Ecology of Thrips. In Mound LA, Marullo R (Eds) Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera. Reggio Calabria, Italy: *CSIRO Entomology*, pp.121-128.
19. **Funderburk, J., J. Stavisky and S. Olson,** 2000. Predation of Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae) in field peppers by Orius insidiosus (Hemiptera: Anthocoridae). *Environmental Entomology*, 29, 376-382.
20. **Gahukar, R.T.,** 2004. Bionomics and management of major thrips species on agricultural crops in Africa. *Outlook Agric* 33, 191-199.
21. **Ghabn, E.,** 1948. Contribution to the knowledge of the biology of Thrips tabaci Lind. *Bulletin of the Entolomological Society of Egypt*, 32, 123-174.
22. **Hansen, E.A., J.E. Funderburk, S.R. Reitz, S. Ramachandran, J.E. Eger and H. MacAuslane,** 2003. Within-plant distribution of Frankliniella species (Thysanoptera: Thripidae) and Orius insidiosus (Heteroptera: Anthocoridae) in field pepper. *Environmental Entomology*, 32, 1035-1044.
23. **Hoddle, M.S.,** 2003. The effect of prey species and environmental complexity on the functional response of Franklinothrips orizabensis: a test of the fractal foraging model. *Ecological Entomology*, 28, 309-318.
24. J**enser, G. and K.Czencz,** 1988. Thysanoptera species occurring frequently on cultivated plants in Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 23, 285-289.
25. **Karadjova, O. and V. Krumov,** 2015. Thysanoptera of Bulgaria. *Zookeys*, (504), 93-131.
26. **Kirk, W.D.J. and L.I. Terry,** 2003. The spread of the western flower thrips Frankliniella occidentalis (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*, 5, 301-310.
27. **Lewis, T.,** 1973. Thrips - Their Biology, Ecology and Economic Importance. London, Academic Press. 349 pp.
28. **LiLi, Z., W. PuChang, L. YuLiang and C. YanXi,** 2011. Study on spatial distribution pattern of thrip (Odontothrips loti Haliday, 1852) on alfalfa (Medicago sativa). *Agricultural Science & Technology*, 12 (7), 990-993.
29. **Loomans, A.J.M., J.P. Van Lenteren, M.G. Tommasini, S. Maini and J. Riudavets,** 1995. Biological control of thrips pests. *Wageningen agricultural university papers*, 95-1, 1- 201.
30. **Mirab-balou, M. and X.-X. Chen,** 2011b. Iranian thripinae with ctenidia laterally on the abdominal tergites (Thysanoptera: Thripidae). *Natura Montenegrina, Podgorica*, 10 (4), 435-466.
31. **Mirab-balou, M. and X.-X. Chen,** 2011a. The Megalurothrips genus-group in Iran (Thysanoptera: Thripidae). *Munis Entomology & Zoology,* 6 (2), 944-952.
32. **Moritz, G.,** 2002. The biology of thrips is not the biology of their adults: a developmental view. Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera, pp. 259-267.
33. **Moritz, G., L.A. Mound, D.C. Morris and A. Goldarazena,** 2004. Pest thrips of the world: an identification and information system using molecular and microscopical methods (CD-ROM). Centre for Pest Information and Transfer, Brisbane, Australia.
34. **Morse, J.G. and M.S. Hoddle,** 2006. Invation biology of thrips. *Annual Review of Entomology*, 51, 67-89.
35. **Mound, A.L.,** 1997. Thrips as crop pests. *Biological Diversity*, CAB Int., 198-215.
36. **Mound, L.A.,** 2011. Thysanoptera (Thrips) of the World-a checklist. Electronic Database accessible at http://www.ento. csiro. au/ thysanoptera/worldthrips.html.
37. **Mound, L.A. and D.A.J. Teulon,** 1995. Thysanoptera as phytophagous opportunists, pp. 3-19. In B. L. Parker, M. Skinner, and T. Lewis (eds.), Thrips biology

and management. Plenum, New York.
38. **Mound, L.A. and K. Minaei,** 2007. Australian thrips of the Haplothrips lineage (Insecta: Thysanoptera). *Journal of Natural History*, 41, 2919-2978.
39. **Mound, L.A.,** 2002. So many thrips – so few tospoviruses? Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera, 15-18.
40. **Mound, L.A., B.S. Heming and J.M. Palmer,** 1980. Phylogenetic relationships between the families of recent Thysanoptera. *Zoological Journal of the Linnean Society of London*, 69, 111-141.
41. **Murai, T. and A.J.M. Loomans,** 2001. Evaluation of an improved method for mass-rearing of thrips and a thrips parasitoid. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 101, 281-289.
42. **Northfield, T.D.,** 2005. Thrips competition and spatiotemporal dynamics on reproductive hosts. A Thesis for the degree of Master of Science, University of Florida, 69p.
43. **Parrella, M.P. and T. Lewis,** 1997. Integrated pest management in field crops, pp. 595- 614. In T. Lewis (ed.), Thrips as crop pests. CAB Inter., New York.
44. **Pobożniak, M. and E. Koschier**, 2014. Effects of pea (Pisum sativum L.) cultivars on Thrips tabaci Lindeman preference and performance. *The Journal of Agricultural Science*, 152 (6), 885-893.
45. **Pushpendra, E., A.S. Thakur, M. Thomas, A.K. Bhowmick and H.L. Sharma,** 2014. Screening of onion genotypes against Thrips tabaci Lind. in Centarl India. *Internal Journal of Biodiversity and Conservation*, 6 (12), 806- 813.
46. **Pustai, P.M., I. Oltean, V. Florian and T. Florian,** 2016. Assessment of soil entomofauna in crops of forage legumes with traps supply units in 2015. *ProEnvironment,* 9, 404-407.
47. **Raspudić, E., M. Ivezić, M. Brmež and S. Trdan,** 2009. Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. *Acta Agriculturae Slovenica*, 93(3), 275-283.
48. **Razi, S., M. Laamari, S. Ouamen and E.C. Bernard,** 2013. Thysanoptera survey on Vicia faba (broad bean) in the arid Biskra region of Algeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 4(3), 268-274.
49. **Reitz, S.R. and J. Funderburk,** 2015. Management strategies for western flower thrips and the role of insecticides. In: F. Perveen ed., Insecticides – Pest Engineering, 355-384.
50. **Ripa, R., J. Funderburk, F. Rodriguez, F. Espinoza and L. Mound,** 2009. Population abundance of Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae) and natural enemies on plant hosts in Central Chile. *Environmental Entomology*, 38 (2), 333-344.
51. **Sabelis, M.W. and P.C.J. van Rijn,** 1997. Predation by insects and mites. In: Lewis T (ed) Thrips as crop pests. CAB Int, *Wallingford*, 259-354.
52. **Summers, C.G., L.D. Godfrey, M. Rethwisch, D.R. Haviland, P.B. Goodell and RF. Long,** 2006. Alfalfa thrips. UC IPM Pest Management Guidelines: Alfalfa. UC IPM Online Available at: http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r1302011.html [Accessed 21 March 2012].
53. **Tao, G.H., Z. JunRui and S. Meng,** 2011. Effects of temperature on the survival and fecundity of Frankliniella occidentalis and Frankliniella intonsa (Thysanoptera: Thripidae). *Acta Phytophylacica Sinica*, 38 (6), 521-526.
54. **ThripsWiki,** 2015. ThripsWiki-providing information on the World's thrips. [cited 7 Aug. 2015.] Available from: http://thrips.info/wiki
55. **Tomov, R., K. Trencheva and G. Trenchev,** 2010. Foreign insects as a

problem for the sustainable development of Bulgaria. G*overnance and Sustainable Development*, 1/2010 (25), 382-389 (Bg).
56. **Trdan, S.,** 2003. The occurrence of thrips species from the Terebrantia suborder on cultivated plants in Slovenia. Res. Rep., Biotech. Fac., Univ. Ljubl., *Agriculture*, 1, 81, 57-64.
57. **Trdan, S., L. Andjus, E. Raspudić and M. Kač,** 2005. Distribution of Aeolothrips intermedius Bagnall (Thysanoptera: Aeolothripidae) and its potential prey Thysanoptera species on different cultivated host plants. J*ournal of Pest Science*, 78 (4), 217-226.
58. **Trenchev, G.,** 1991. A New Dangerous insect pest, *Earth*, p. 115 (Bg).
59. **Tyagi, K., V. Kumar and L.A. Mound,** 2008. Sexual dimorphism among Thysanoptera Terebrantia, with a new species from Malaysia and remarkable species from India in Aeolothripidae and Thripidae. *Insect Systematics and Evolution*, 39 (2), 155-170.
60. **von Zegula, T., C. Sengonca and P. Blaeser,** 2003. Entwicklung, Reproduktion und Pra¨dationsleistung von zwei Raubthrips-Arten Aeolothrips intermedius Bagnall und Franklinothrips vespiformis Crawford (Aeolothripidae) mit Erna¨hrung zweier natu¨rlicher Beutearten. *Gesunde Pflanz*, 55, 169-174.
61. **Yongfu, W.,** 1991. A study on the alfalfa thrips. *Acta Agrestia Sinica*, 01.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (6), 216-229
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Разред Hemiptera, подразред Fulgoromorpha и Cicadomorpha в люцернова агроценоза

Ивелина Николова

Институт по фуражните култури, ул. Генерал Владимир Вазов, 89, 5800 Плевен, България

Order Hemiptera, Suborder Fulgoromorpha and Cicadomorpha in Alfalfa Agrocenosis

Ivelina Nikolova

Institute of Forage Crops, General Vladimir Vazov 89, 5800 Pleven, Bulgaria
E-mail: imnikolova@abv.bg

Review paper

РЕЗЮМЕ

Подразред Fulgorormorpha и Cicadomorpha в разред Hemiptera са изключително разнообразна група насекоми, съдържаща около 42 000 описани видове от целия свят. Те са разпространени навсякъде и всички представители се хранят и повреждат растенията. Представеният литературен преглед обхваща видовия състав на цикадната ентомофауна в люцерновата агроценоза, която е разнообразна и многочислена група, нанасяща преки и косвени повреди по растенията. Разгледани са основни и икономически важни цикади в различни райони по света и в България, които в резултат на хранителната си дейност водят до намаляване на продуктивността и нейното качество. Описан е механизмът на повреда на доминиращите видове и щетите, които настъпват като отговор в растителния организъм. Разяснена е тяхната способност за пренасяне на фитопатогени организми (вируси, микоплазми, спироплазми, бактерии), които

SUMMARY

Suborders Fulgoromorpha and Cicadomorpha in Hemiptera order are a highly diverse group of insects containing about 42,000 species described from around the world. They are spread everywhere, and all cicada species eat and damage plants.

The literature review covered the composition of species of cicada insects in alfalfa agrocenosis. They are diverse and numerous group that causes direct and indirect plant damage. Main and economically important cicadas are presented in different regions of the world and in Bulgaria, which as a result of their nutritional activities lead to a decrease in productivity and its quality.

It is described the damage mechanism to the dominant species and the injury occurring as a response in the plant organism. Cicada ability to transfer phytopathogenic organisms (viruses, mycoplasma, spiroplasma, bacteria) that

причиняват различни заболявания по растенията.

Ключови думи: Fulgoromorpha, Cicadomorpha, цикади, повреди, люцернова агроценоза

cause various plant diseases is underlined.

Key words: Fulgoromorpha, Cicadomorpha, cicadas, damage, alfalfa agrocenosis

ПРОУЧВАНИЯ В ЧУЖБИНА

Подразред Fulgorormorpha и Cicadomorpha в разред Hemiptera са изключително разнообразна група насекоми, съдържаща около 42 000 описани видове от целия свят (Mifsud et al., 2010; Cryan and Urban, 2011). Те са разпространени навсякъде и всички представители се хранят и повреждат растенията. Тяхна обща черта е издаването на ясни и силни сигнали или точно определени вибрации като форма на комуникация и репродуктивното поведение (Hall, 2009). Представителите на двата подразреда имат различна степен на специализация, някои от тях са изключително широки полифаги, други са олигофаги, а трети – монофаги, специализирани само върху един вид гостоприемник.

Тези насекоми се отличават с висока репродуктивна способност, изразен полов диморфизъм, способност да летят, голямо видово разнообразие и разпространение, малък размер (Engel and Grimaldi, 2004). Според Ritzmann и колектив (2004) последната им характеристика позволява да се заселват почти във всички екосистеми.

Подразред Fulgoromorpha обхваща голяма група фитофагни насекоми, които са разпространени по целия свят и включва около 10 000 описани видове, разделени в 20 семейства (Holzinger et al., 2003). Този подразред е представен с някои от най-вредните цикади при основни култури в света. Взаимоотношението на тази група насекоми с растенията - гостоприемници са особено важни, т. като те използват растителния организъм не само като източник на храна, но и като подходяща среда за опложданe и яйцеснасяне, както и като средство за комуникация

STUDIES ABROAD

Fulgorormorpha and Cicadomorpha suborder (order Hemiptera) are extremely diverse group of insects, containing about 42,000 described species worldwide (Mifsud et al., 2010; Cryan and Urban, 2011). They are everywhere spread and eat and damage plants.

Their common feature is the send out of clear and strong signals or specific vibration as a form of communication and reproductive behavior (Hall, 2009). Species of the two subdivisions have different degrees of specialization. Some of them are very broad polyphagous, others are oligophagous and third - monophagous, specialized on only one host species.

These insects have a high reproductive ability, pronounced sexual dimorphism, ability to fly, great species diversity and distribution, small size (Engel and Grimaldi, 2004). According to Ritzmann et al. (2004) their last feature allowed settling in almost all ecosystems.

Fulgoromorpha suborder covers a large group of phytophagous insects that are distributed worldwide. It includes about 10, 000 described species, divided into 20 families (Holzinger et al., 2003).

This suborder is represented by some of the most harmful cicadas in major crops in the world. The relationship of this group to host plants is particularly important, because they use the plant organism not only as a source of food but also as a suitable site for fecundation and egg production, and as a means of communication (Holzinger et al., 2003).

(Holzinger et al., 2003). Видовете от Fulgoromorpha повреждат растенията чрез яйцеснасяне и преминаване на яйцата в тъканите на растенията, при хранене с флоемен клетъчен сок, както и при трансмисия на различни растителни патогени (Kastal'eva et al., 2016). Според авторите, видовете от семейство Cixiidae са носители на фитоплазмени инфекции, докато представителите на семейство Delphacidae са преносители главно на вируси. Тези насекомни вредители причиняват сериозни щети по културните растения и са основна причина за инфекциозни заболявания.

Цикадите са насекомни неприятели, които може да причинят сериозни вреди и загуби при отглеждането на културните растения, включително и люцерната. Въпреки това, в по-голямата част на Западна и Централна Европа, повредите по културните растения са ограничени, и ролята на цикадите във функционирането на екосистемата е пряка и косвена, защото те се хранят с растителния сок от ксилемата и флоемата и са преносите на патогенни микроорганизми (Nickel, 2003). Все пак, тяхното значение и присъствие не бива да бъде подценявано, тъй като насекомите трябва да консумират големи количества от растителния сок, за да получават необходими количества хранителни вещества.

Директните повреди са свързани с храненето, при което цикадите изсмукват сок от тъканите (което забавя растежа и развитието на растителния организъм), както и с яйцеснасянето, с което се нанасят механични повреди. Общите симптоми на повреда често наподобяват процес на стареене, като те се появяват след хранене, независимо от видовата принадлежност. Тези симптоми включват увяхване на върха при младите растения, листна хлороза (пожълтяване или покафеняване на листата), последвана от преждевременно опадане на листата, и възпрепятстване на растежа на растенията,

Fulgoromorpha species damage plants by egg-laying and passing eggs into plant tissues, when fed with phloem cell juice, as well as in the transmission of various plant pathogens (Kastal'eva et al., 2016).

According to the authors, Cixiidae species were carriers of phytoplasma infections, while Delphacidae species are carriers of viruses primarily. These insect pests cause serious damage to crops and infectious diseases.

Cicadas are insect pests that can cause serious damage in the cultivation of crops, including alfalfa.

However, in most of Western and Central Europe, the damage to crops is limited, and the cicadas role in the functioning of the ecosystem is direct and indirect because they feed on the plant juice from xylem and phloem and are the transmission of pathogenic microorganisms (Nickel, 2003).

However, their importance and presence should not be underestimated, as insects have to consume large amounts of vegetable juice to receive the necessary nutrients.

Direct damage associated with feeding, whereby cicadas suck tissue juices (which slows down the growth and development of the plant organism) as well as associated with egg-laying, which causes mechanical damage.

Common symptoms of damage often resemble the aging process, and they appear after eating, regardless of species identification. These symptoms include wilting in young plants, leaf chlorosis (yellowing or browning of the leaves), followed by premature leaf fall, and inhibiting plant growth caused by the reduction of stem elongation (Backus et

причинен от редуциране на стволовото удължение (Backus et al., 2005). Въпреки че листната хлороза е по-видимия и бързо установяващ се признак, най-важният такъв за редуциран добив е потиснат вегетативен и репродуктивен растеж и развитие. Backus и колектив (2005) установяват, че развитието на люцерната през вегетационния период е от особено значение при формиране на добива фураж, като възпрепятстването или спирането на растежа пряко води до пропорционално намаляване на добива.

Вредата от хранителната дейност на цикадите е свързана не само с намаляване на продуктивността на надземната биомаса, но и с промяна в качеството на фуража. Последни изследвания, включващи влиянието на цикадите от род *Empoasca* върху качеството на фуража, показват намаляване на концентрацията на смилаем протеин с увеличаване на цикадната численост (Rethwisch, 2000).

Едни от основните вектори за разпространение на заболяването столбур по растенията са представителите на семейство Cicadellidae (Weintraub and Beanland, 2006). Те могат да нанесат значителни повреди по растенията и загуби в продуктивността при голямо разнообразие от култури, включително люцерна (Alhudaib et al., 2007). Най-често срещаният характерен симптом за този род заболявания е вджуджаване, с редуциране на количеството листна маса и репродуктивните органи. Теглото на вегетативните органи и семена намалява с повече от 50%, а в зависимост от степента на нападение е възможно да не се образуват цветни съцветия и семена (Girsova et al., 2017).

Mazzoni (2005) проучва видовото разнообразие на цикадите в района на Тоскана, Италия в зависимост от растителните гостоприемници, като наблюдава висока степен на разпространение на монофагни и полифагни видове. Авторът установява, че по люцерната

al., 2005). Although the leaf chlorosis is the more visible and quickly establishing feature, the most important one for reduced yield is suppressed vegetative and reproductive growth and development.

Backus et al. (2005) found that alfalfa development during the growing season was of particular importance in the formation of forage production such as hindering or stopping the growth directly led to a proportional decrease in yield.

The damage to the cicada feeding is related not only to a decrease in the forage production but also to a change in the forage quality.

Recent studies involving the influence of *Empoasca* cicadas on forage quality showed a decrease in digestible protein concentration with increasing cicada density (Rethwisch, 2000).

One of the main vectors for spreading the Stolbur phytoplasma disease are the Cicadellidae species (Weintraub and Beanland, 2006).

They can cause substantial plant damage and productivity losses in a wide variety of crops, including alfalfa (Alhudaib et al., 2007). The most common characteristic symptom of this disease is reducing leaf mass and reproductive organs.

The vegetative organs and seeds weight decreases by more than 50%, and depending on the damage degree, flower buds and seeds may not form (Girsova et al., 2017).

Mazzoni (2005) examined the species diversity of cicadas in the Tuscany region, Italy, depending on plant hosts and observed the high prevalence of monophagous and polyphagous species. The author found that in alfalfa mainly dominated by 9 species, in

основно преобладават 9 вида и по-специално *Empoasca decipiens* Paoli, *Euscelis lineolata*, *Psammotettix alienus* Dahlbom, *Aphrodes makarovi* Zachvatkin, *Austroagallia sinuata* Mulsant & Rey, *Empoasca alsiosa* Ribaut, *Reptalus quinguecostatus* Dufour и други. В допълнение заключава, че екологията на видовете зависи от различни фактори, като стадий на развитие, климат, сезон и наличие на растение - гостоприемник.

Macrosteles laevis, *Psammotettix alienus*, *Empoasca pteridis*, *Javesella pellucida* Fabricius и *Laodelphax striatellus* Fallen са доминантни цикадни видове в обработваемите полета, и основно по люцерната, в Чешката република (Malenovský and Auterer, 2002). Според някои автори (Nickel, 2003; Nickel and Hildebrandt, 2003), тези видове лесно се заселват в агрооценози и местообитания с нарушена структура, в ранните сукцесионни етапи.

Empoasca fabae е един най-сериозните икономически вредители, засягащи фуражното производство на люцерна в Средния Запад и Съединените щати, като видът ежегодно достига икономическия праг на вредност (през лятото) (Sulc and Lamp, 2007). Цикадата има богат и разнообразен спектър от гостоприемници, включващ 220 вида растения от 26 семейства, по-голямата част от които (62%) принадлежат към семейство Fabaceae (Lamp et al., 1994).

Цикадите от род *Empoasca* са най-често срещащите се и докладвани неприятели по люцерната в световен мащаб. В изследване, проведено в различни райони на Египет, Shebl и колектив (2008) установяват, че *Empoasca decipiens* Paoli е единствен основен вид сред цикадите с икономическо значение при *M. sativa*. В Албания, в резултат на проучване на ентомофауната по люцерната, Kullaj и колектив (2005) съобщават 4 вида цикади (*Cercopis sanguinolenta* Scopoli,

particular *Empoasca decipiens* Paoli, *Euscelis lineolata*, *Psammotettix alienus* Dahlbom, *Aphrodes makarovi* Zachvatkin, *Austroagallia sinuata* Mulsant & Rey, *Empoasca alsiosa* Ribaut, *Reptalus quinguecostatus* Dufour and others. Also, he concluded that the ecology of the species depending on various factors such as the stage of development, climate, season, and the host plant presence.

Macrosteles laevis, *Psammotettix alienus*, *Empoasca pteridis*, *Javesella pellucida* Fabricius and *Laodelphax striatellus* Fallen were dominant cicada species in arable fields, and mainly alfalfa, in the Czech Republic (Malenovský and Auterer, 2002). According to some authors (Nickel, 2003; Nickel and Hildebrandt, 2003), those species easily migrated to agroocenoses with disturbed habitats in the early successional stages.

Empoasca fabae is one of the most serious economic pests affecting forage production of alfalfa in the Midwest and the United States and the species reached the economic threshold of harm every year (in summer) (Sulc and Lamp, 2007). Cicada has a rich and diverse range of hosts, including 220 species of plants from 26 families, and the majority of plants (62%) belong to the Fabaceae family (Lamp et al., 1994).

Empoasca genus is the most common and reported alfalfa pest worldwide. In a study conducted in different regions of Egypt, Shebl et al. (2008) found that *Empoasca decipiens* Paoli was the only major species with economic importance among cicadas in *M. sativa*.

In Albania, Kullaj et al (2005) studied the alfalfa entomofauna and reported 4 cicada species (*Cercopis sanguinolenta* Scopoli, *Ceresa bubalus* Fabricius, *Cicadella*

Ceresa bubalus Fabricius, *Cicadella viridis* Linnaeus, *Empoasca spp.*, *Philaenus spumarius* Linnaeus), като най-многочислени са представители на род *Empoasca*. В Московска област *E. pteridis* преобладава през втората половина на вегетационния период на люцерната, заедно с видовете *Lepyronia coleoptrata* Linné и *Euscelis plebeia* Fallén, а през първата половина - *Sonronius binotata* Sahlberg и *Philaenus spumarius* (Girsova et al., 2015).

Редица автори съобщават, че *E. pteridis* е преносител на столбур по люцерната (Bogoutdinov et al., 2008; Bogoutdinov, 2012; Bakunov and Dmitrieva, 2015; Brčán, 2012).

Cicadella viridis (Cicadellidae) е един от важните неприятели и преносител на патогени при икономически важни култури (царевица, лозя, моркови, някои овощни, люцерна) (Duduk et al., 2008; Ando et al., 2010; Janse and Obradovic, 2010; Trivellone et al., 2012). Видът е поливолтинен, чието развитие преминава през пет ларвни стадия. Както и при други насекомни вектори, има нарастващ интерес към изучаване на микробното съобщество, свързани с *C. viridis*, с цел откриване на микроорганизми, които могат да бъдат използвани като алтернативни стратегии за контрол.

Macrosteles laevis Ribaut, представител на Cicadellidae, се появява във висока численост в съвременните агроценози в Европа и е един от основните видове в създадените пасища (Remane, 2005). Видът, както и другите представители от род *Macrosteles*, предпочита и обитава местообитания с нарушена структура, както и торени пасища (Nickel, 2003). Цикадата е полифаг и преносител на столбур по растенията, като развива 3 поколения на година (Tóthová et al., 2004, Olivier et al., 2009, Girsova et al., 2015).

Euscelis plebejus Fallén е друг често срещащ се вид при люцерната,

viridis Linnaeus, *Empoasca spp.*, *Philaenus spumarius* Linnaeus). They found that the most numerous were *Empoasca* genus. In the Moscow region, *E. pteridis* predominated in the second half of the alfalfa growing season, together with *Lepyronia coleoptrata* Linné and *Euscelis plebeia* Fallén, and in the first half of the season- *Sonronius binotata* Sahlberg and *Philaenus spumarius* (Girsova et al., 2015).

A number of authors reported that *E. pteridis* is a carrier of Stolbur phytoplasma in alfalfa (Bogutdinov et al., 2008; Bogutdinov, 2012; Bakunov and Dmitrieva, 2015; Brčán, 2012).

Cicadella viridis (Cicadellidae) is one of important insect pests and carrier of pathogens in economically important crops (corn, vineyards, carrots, some fruit, alfalfa) (Duduk et al., 2008; Ando et al., 2010; Janse and Obradovic, 2010; Trivellone et al., 2012).

The species is polyvoltine whose development goes through five larval stages. There is a growing interest in the study of the microbial community associated with *C. viridis* as with other insect vectors to identify micro-organisms that can be used as alternative control strategies.

Macrosteles laevis Ribaut, a representative of the Cicadellidae, occurred in high numbers in modern agrocenoses in Europe and was one of the main species in the new pastures (Remane, 2005). The cicada, like other *Macrosteles* species, preferred and inhabited disturbed habitats as well as fertilized pastures (Nickel, 2003). *Macrosteles laevis* is a polyphagous and carrier of stolbur and develops three generations per year (Tóthová et al., 2004, Olivier et al., 2009, Girsova et al., 2015).

Euscelis plebejus Fallén is another common species in alfalfa, and the

като биологията на вида е добре известна (Girsova et al., 2015).

Psammotettix striatus Linnaeus е основен неприятел по пшеница и други зърнени култури като ечемик, овес и същевременно по люцерна (Kastalyeva et al., 2016). В резултат на девет годишно проучване, авторите съобщават че 22 растителни вида от 10 семейства, са гостоприемници на вида, като сред тях *Medicago sativa* е един от основните на *P. striatus*, преносител на столбур по растенията.

Като важни вредни видове сред цикадите по люцерната, в проучвания през миналия век, се съобщават и *Paraphlepsius apertinus* Osborn & Lathrop (Nielson, 1968) и *Paraphlepsius (Sabix) irroratus* Say (Chiykowski, 1985), като последният е често срещан вид при детелина и различни тревни и плевелни видове.

Austroagallia sinuata Mulsant & Rey е вид, установен по различни гостоприемници, сред които и люцерна в Германия, Италия, Турция (Nickel, 2003; Mazzoni, 2005).

От семейство Aphrophoridae, *Philaenus spumarius* Linnaeus е един от най-често срещащите се видове при бобовите културти. В резултат на интересни аспекти от неговото биологично развитие, от десетилетия видът е обект на голямо внимание от страна на биолози. Той е един от най-широко проучвани видове в областта на екологията и генетиката (Yurtsever, 2000). Цикадата има космополитно разпространение, много голямо разнообразие на местообитания и силно изра-зен полов диморфизъм (в зависимост от различните географски райони). Видът изсмуква растителен сок от ксилемата, а нимфите чрез слюнкоотделяне образуват пянообразна смес по листата, която обгражда тяхното нежно и меко тяло и им осигурява известна защита от изсушаване и нападение от хищници (Ossiannilsson, 1978). Благодарение на своята голяма гъвкавост и приспосо-

biology of the species is well known (Girsova et al., 2015).

Psammotettix striatus Linnaeus is a major pest of wheat and other cereal crops such as barley, oats, and alfalfa at the same time (Castaleva et al., 2016). As a result of a nine-year study, the authors reported that 22 plant species from 10 families were hosts of the species among them Medicago sativa is one of the main hosts. *Psammotettix striatus* is a carrier of stolbur on the plants too.

Paraphlepsius apertinus Osborn & Lathrop (Nielson, 1968) and *Paraphlepsius* (*Sabix*) *irroratus* Say (Chiykowski, 1985) also were reported as important harmful species among alfalfa cicadas in studies of the last century (Chiykowski, 1985). The latter cicada was a common species in clover and various grass and weed species.

Austroagallia sinuata Mulsant & Rey is a species found in various hosts, including alfalfa in Germany, Italy, Turkey (Nickel, 2003; Mazzoni, 2005).

Philaenus spumarius Linnaeus (Aphrophoridae) is one of the most frequently occurring species in legumes. As a result of interesting aspects of its biological development, for decades the species had received much attention from biologists.

The species was one of the most widely studied species in the ecology and genetics area (Yurtsever, 2000). Cicada had a cosmopolitan distribution, a wide variety of habitats and strong sexual dimorphism (depending on different geographical areas). *Philaenus spumarius* sucked the plant juice from the xylem, and the nymphs, through salivary separation, formed a foamy mixture on the leaves. The foamy mixture surrounded their delicate and soft body and provided some protection from drying and predator attack (Ossiannilsson, 1978). The species was characterized by hundreds of hosts

бимост, в Европа *P. spumarius* се характеризизира със стотици гостоприемници, вариращи от тревни до дървесни видове, включително и ливадни растения, билки и храсти (Yurtsever, 1999). Най-предпочитани са азотфиксиращите тревисти бобови растения и някои други, които съдържат висока концентрация на аминокиселини (*Medicago sativa*, *Trifolium* spp., *Vicia* spp., *Xanthium strumarium* са най-предпочитани) (Byers et al., 2001).

Philaenus spumarius е поливолтинен вид, като в някои части на Гърция, Британските острови и някои области в Турция, видът се проявява като биволтинен (Yurtsever, 1999).

Hyalesthes obsoletus Signoret (Cixiidae) е широко разпространен полифаг, който предпочита тревисти гостоприемници, включително и люцерна (Milanesi et al., 2005; Riolo et al., 2012). Тъй като видът зимува в стадий ларва, само многогодишни растителни видове служат като гостоприемници, въпреки че възрастните индивиди може да се открият върху широка гама от допълнителни култури като източници на храна. *Hyalesthes obsoletus* е преносител на столбур по растенията и след като се инфектира, остава преносител на фитоплазмени инфекции за останалата част от живота си (Březíková and Linhartová, 2007; Weintraub, 2010).

Reptalus panzeri Low (Cixiidae) е също полифаг, който се появява по едно и също време заедно с *H. obsoletus*, но не е толкова широко разпространен (Weintraub, 2010). В Сърбия, Jović и други (2009) установяват, че *R. panzeri* може да е вектор на фитоплазмени инфекции, причиняващи столбур.

Семейство Membracidae Rafinesque (Hemiptera: Cicadomorpha) е голямо и включва около 3500 известни видове в света (Dietrich, 2008; Deitz et al., 2011). Представителите на това семейство са интересни не само със своите странни форми, но и необикновеното си поведение. Много от тях образуват

ranging from grasses to tree species in Europe, including meadow plants, herbs, and shrubs due to its great flexibility and adaptability (Yurtsever, 1999).

The nitrogen-fixing herbaceous legumes and some others that contain high concentrations of amino acids were the most preferred by cicadas (*Medicago sativa*, *Trifolium* spp., *Vicia* spp., *Xanthium strumarium*) (Byers et al., 2001).

Philaenus spumarius was a multivoltine species, and in some parts of Greece, the British Isles and some areas in Turkey, the species exhibited as a bivoltine (Yurtsever, 1999).

Hyalesthes obsoletus Signoret (Cixiidae) is a widespread polyphagous that prefer herbaceous hosts, including alfalfa (Milanesi et al., 2005; Riolo et al., 2012). The species wintered in a larval stage and only perennial plant species served as hosts although adult individuals can be found on a wide range of additional crops as food sources.

The species was a carrier of stolbur and once infected, remained a carrier of phytoplasma infections for the rest of its life (Březíková and Linhartová, 2007; Weintraub, 2010).

Reptalus panzeri Low (Cixiidae) was also polyphagous, which appeared at the same time with *H. obsoletus* but was not as widespread (Weintraub, 2010). In Serbia, Jović et al. (2009) found that R. panzeri may be a vector of phytoplasma infections causing stolbur.

Membracidae Rafinesque (Hemiptera: Cicadomorpha) is a large family and includes some 3500 known species in the world (Dietrich, 2008; Deitz et al., 2011). The species from that family are interesting not only for their strange shapes but also for their unusual behavior. Many of them form large and

големи и често забележими струпвания от ларви или възрастни индивиди. Освен това, някои мембрациди проявяват мутуализъм заедно със социалните мравки, които асоциации могат да бъдат полезни за растенията (Deitz et al., 2011). Като цяло, видовете не се считат за сериозни селскостопански или горски вредители, въпреки че някои механично наранява стъблата на растенията при яйцеснасяне.

Meneguzzi (2009) докладва, че *Ceresa nigripectus* Remes Lenicov (Membracidae) е един от най-често срещащите се цикадни видове по люцерната в Аржентина, като видът е същевременно преносител на фитоплазмени инфекции. *Ceresa bubalus* Fabricius е друг разпространен представител на това семейство, като предпочита да снася яйцата си върху 1-3 годишни клони на широколистни дървета и храсти, а култури като люцерна и червена детелина служат като най-добър източник за храна на ларвите (Świerczewski and Stroiński, 2011).

Опознаването на видовете от подразред Fulgoromorpha и Cicadomorpha при люцерна чрез фаунистично-екологично проучване в Централна Европа е съществено подобрено през последните десетилетия, благодарение на напредъка в познанията както на тяхната таксономия, така и на биология им (Holzinger et al., 2003; Nickel, 2003). Получените знания предоставят допълнителна информация за връзката между видовете и типичната им среда на обитание (Mazzoni, 2005).

ПРОУЧВАНИЯ В БЪЛГАРИЯ

В България, първи сведения за видов състав на цикади при люцерна съобщава Yosifov (1962) и констатира 20 вида цикади: *Empoasca pteridis*, *Laodelphax striatellus* (*Psammotettix striatus)*, *Macrosteles laevis* Ribaut, *Aphrodes costatus* Panzer, *Lepironia coleoptrata* Linnaeus, *Limotettix (Scleroracus) corniculus* Marshall, *Hardya*

often noticeable clusters of larvae or adults. In addition, some species exhibit mutualism together with social ants, which associations may be beneficial to plants (Deitz et al., 201). In general, the species are not considered to be serious agricultural or forestry insect pests, although some of them mechanically damage the plant stems during the oviposition.

Meneguzzi (2009) reported that *Ceresa nigripectus* Remes Lenicov (Membracidae) was one of the most common alfalfa cicadas in Argentina and the species is also a carrier of phytoplasma infections.

Ceresa bubalus Fabricius was another common member of that family, preferring to lay their eggs on 1-3-year-old branches of deciduous trees and shrubs. Crops such as alfalfa and red clover served as the best source of food for the larvae (Świerczewski and Stroiński, 2011).

The awareness for species from the Fulgoromorpha and Cicadomorpha suborder in alfalfa through a faunal ecological study in Central Europe has been considerably improved in recent decades thanks to advances in knowledge of both their taxonomy and biology (Holzinger et al., 2003; Nickel, 2003). The knowledge provided additional information about the relationship between species and their typical habitat (Mazzoni, 2005).

STUDIES IN BULGARIA

In Bulgaria, the first information on the species composition of cicadas in alfalfa was reported by Yosifov (1962). He found 20 species: *Empoasca pteridis*, *Laodelphax striatellus* (*Psammotettix striatus)*, *Macrosteles laevis* Ribaut, *Aphrodes costatus* Panzer, *Lepironia coleoptrata* Linnaeus, *Limotettix (Scleroracus) corniculus* Marshall, *Hardya*

(Hardya) tenuis Germar, *Caligypona minuscula* Horvath, *Selenocephalus obsoletus* Germar, *Hysteropterum grylloides* F., *Psammotettix confinis Dahlb., Tettigometra reticulates Pnz., Euscelis plebeia* Fallén, A*siraca clavicornis* Fabricius, *Dryodukgades reticulates* Sign, *Balclutha punctata* Fabricius, *Balclutha saltuella* Kirschbaum, *Hyalesthes obsoletus* Signoret, *Cicadella viridis* Linnaeus, *Dikraneura molicula* Boh. Сред тях в най-висока численост са *Empoasca pteridis* и *Psammotettix striatus*.

По-късно, Bajryamova (1976, 1982) съобщава като характерни вредители по люцерната *Empoasca pteridis*, *Macrosteles laevis*, *Euscelis plebeia* Fallén, *Aphrodes bicinctus* Schrank, *Cicadella viridis* Linnaeus, *Philaenus spumarius* Linnaeus, *Psammotettix alienus* Dahlbom, *P. provincialis* Ribaut. Popova (1968) установява 18 вида цикади при люцерната: *Cicadella viridis* Linnaeus, *Lepironia coleoptrata* Linnaeus, *Aphrodes bicinctus* Schrank, *Reptalus quinguecostatus* Dufour, *Ceresa bubalus* Fabricius, Asiraca flavicornis F., *Philaenus spumarius* Linnaeus, Cixium desertorum Fibr., *Macrosteles laevis* Ribaut, *Scleroracus decumanus* Kontk., *Empoasca pteridis*, *Deltocephalus sp., Anaceratagallia sp., Artianus sp., Philaenus spumarius* Linnaeus, *Cercopis sanguinolenta* Scopoli, *Macrosteles sp., Macrosteles quadripunctata* Kbn., *Aphrodes fuscofascitus* Gn., *Selenocephalus obsoletus* Germar. Авторът съобщава като доминантен вид *E. pteridis* и представя общата числена динамика на цикадите по люцерната. Atanasova (2011), проучвайки вредната ентомофауна по многолистна и трилистната люцерна съобщава *Cicadella viridis*, *Empoasca pteridis*, *Philaenus spumarius* и *Cercopis vulnerata* Rossi (Cercopidae).

В България информацията за тази група неприятели при *M. sativa* е оскъдна. По-голяма част от проучва-

(Hardya) tenuis Germar, *Caligypona minuscula* Horvath, *Selenocephalus obsoletus* Germar, *Hysteropterum grylloides* F., *Psammotettix confinis Dahlb., Tettigometra reticulates Pnz., Euscelis plebeia* Fallén, A*siraca clavicornis* Fabricius, *Dryodukgades reticulates* Sign, *Balclutha punctata* Fabricius, *Balclutha saltuella* Kirschbaum, *Hyalesthes obsoletus* Signoret, *Cicadella viridis* Linnaeus, *Dikraneura molicula* Boh. Among them, *Empoasca pteridis* and *Psammotettix striatus* were in the highest numbers.

Later, Bayryamova (1976, 1982) reported as characteristic cicada pests in alfalfa *Empoasca pteridis*, *Macrosteles laevis*, *Euscelis plebeia* Fallén, *Aphrodes bicinctus* Schrank, *Cicadella viridis* Linnaeus, *Philaenus spumarius* Linnaeus, *Psammotettix alienus* Dahlbom, *P. provincialis* Ribaut. Popova (1968) identified 18 species of cicadas in alfalfa: *Cicadella viridis* Linnaeus, *Lepironia coleoptrata* Linnaeus, *Aphrodes bicinctus* Schrank, *Reptalus quinguecostatus* Dufour, *Ceresa bubalus* Fabricius, Asiraca flavicornis F., *Philaenus spumarius* Linnaeus, Cixium desertorum Fibr., *Macrosteles laevis* Ribaut, *Scleroracus decumanus* Kontk., *Empoasca pteridis*, *Deltocephalus sp., Anaceratagallia sp., Artianus sp., Philaenus spumarius* Linnaeus, *Cercopis sanguinolenta* Scopoli, *Macrosteles sp., Macrosteles quadripunctata* Kbn., *Aphrodes fuscofascitus* Gn., *Selenocephalus obsoletus* Germar. The author reported *E. pteridis* as dominant species and presented the population dynamics of cicadas in alfalfa. Atanasova (2011), studying the harmful entomofauna of Multifoliate and trifoliate alfalfa varieties, reported following cicadas: *Cicadella viridis*, *Empoasca pteridis*, *Philaenus spumarius* and *Cercopis vulnerata* Rossi (Cercopidae)

In Bulgaria, information on that group of cicadas in *M. sativa* is scarce. Most cicadas studies focused on cereals

ният при цикадите се насочени към житните култури (Karadjova and Krusteva, 2017; Karadjova and Krusteva, 2016). Внимание на проблема с цикадите се отделя и при някои други култури у нас като някои зеленчукови и едногодишни бобови (Bogatsevska et al., 2008; Zhekova, 2012).

Необходимостта от по-задълбочено проучване на цикадите при люцерната произтича от недостатъчната информация за тези видове. До настоящия момент у нас са проведени преди всичко фаунистични изследвания относно представителите на подразред Fulgoromorpha и Cicadomorpha (Hemiptera) в различни географски райони на страната. Определянето на видовия състав и популационна плътност на цикадите при люцерна ще подпомогнат намирането на рационални решения за контрол на тяхната численост и определяне на сроковете за борба с тях.

(Karadjova and Krasteva, 2016; Karadjova and Krusteva, 2017). Attention to the problem of cicadas was also given to some other crops, such as vegetable and annual legumes (Bogatsevska et al., 2008; Zhekova, 2012).

The need for a more in-depth study of alfalfa cicadas is the result of insufficient information on these species.

Until now, studies have been conducted on the r Fulgoromorpha and Cicadomorpha (Hemiptera) suborder species in different geographical regions of the country.

Determination of the species composition and population density of alfalfa cicadas will help to find rational solutions for controlling their numbers and setting the term for plant protection.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Alhudaib, K., Y. Arocha, M. Wilson and P. Jones,** 2007. First Report of A 16SrI, Candidatus Phytoplasma Asteris Group Phytoplasma Associated with a Date Palm Disease In Saudi Arabia. *Plant Pathology* NDR 15, Feb. 2007.
2. **Ando, Y., S. Utsumi and T. Ohgushi,** 2010. Community Structure of Insect Herbivores on Introduced and Native Solidago Plants in Japan. *Entomologia Experimentalis et Applicata,* 136, 174-183.
3. **Atanasova, D.,** 2011. A Study of the Insect Pests and Their Entomophages on Multifoliate Alfalfa (Medicago Sativa L.). PhD thesis, Agrarian University, Plovdiv, pp.1-35 (Bg).
4. **Backus, E.A., M.S. Serrano and C.M. Ranger,** 2005. Mechanisms of Hopperburn: An Overview of Insect Taxonomy, Behavior, and Physiology. *Annual Review of Entomology*, 50, 125-51.
5. **Bajryamova, V,** 1976. Cicadas (Homoptera. Auchenorrhyncha) on Cultivated Plants in Sofia Field. Terrestrial fauna of Bulgaria. Materials, Sofia, 121-141 (Bg).
6. **Bajryamova, V,** 1982. Study of the Number Dynamics of the Cicadas Entomocenosis in Sofia Field Crops. *Ecology*, 10, 13-21 (Bg).
7. **Bakunov, A.L. and N.N. Dmitrieva,** 2015. Stolbur - A Harmful Disease of Potatoes. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 17, 4 (3), 570-572 (Ru).
8. **Bogatsevska, N., D. Hristova, S. Simova, E. Staneva, R. Nakov, Ts. Dimitrova, I. Kiryakov and P. Grigorova,** 2008. A Guide to Integrated Pest Management in Cereals. Sofia (Bg).
9. **Bogoutdinov, D.Z.,** 2012. The Role of Cicadas in Agrocenoses of Solanaceae Crops. *Brief communications*, UDC 632.753.1, 45-46.
10. **Bogoutdinov, D.Z., D. Valyunas, M. Navalinskens, M. Samuytene,** 2008. On

The Species Identification of Pathogens of Phytoplasmas of Solanaceae Crops. *Agricultural Biology*, 1, 77-80 (Ru).
11. **Brčán, J.,** 2012. Leapfhopper Amd Planthopper Vectors of Plant Disease Agents in Central and Southern Europe. In: Karl Maramorosch and H. Karris. Leafhopper Vectors and Plant Disease Agents. Elsevier, at: https://books.google.bg/books?id=ko0UM0-nz4C&dq=Empoasca+pteridis&hl=bg&source=gbs_navlinks_s
12. **Březíková, M. and S. Linhartová,** 2007. First Report of Potato Stolbur Phytoplasma in hemipterans in Southern Moravia. *Plant Protection Science*, 43, 73-76.
13. **Byers, R.A., C.C. Bahler, W.L. Stout, K.T. Leath and L.D. Hoffman**, 2001. The Establishment of Alfalfa into Different Maize Residues by Conservation-Tillage and Its Effect on Insect Infestation. Grass and Forage Science, 54(1), 77-86.
14. **Cryan, J.R. and J.M. Urban, 2**012. Higher-Level Phylogeny of the Insect Order Hemiptera: Is Auchenorrhyncha Really Paraphyletic? *Systematic Entomology*, 37 (1), 7-21.
15. **Deitz, L., M. Wallace, C. Dietrich, S. Mckamey and M. Rothschild,** 2011. Treehoppers. (http://treehoppers.insectmuseum.org/public/site/treehoppers/home),
16. **Dietrich, C.,** 2008. Treehoppers. http:// www.inhs.uiuc.edu/~dietrich/treehome.html.
17. **Duduk, B., P. Perić, D. Marčić, T. Drobnjaković, L. Picciau, A. Alma and A. Bertaccini,** 2008. Phytoplasmas in Carrots: Disease and Potential Vectors in Serbia. *Bulletin of Insectology,* 61 (2), 327-331.
18. **Engel, M.S. and D.A. Grimaldi,** 2004. New Light Shed on the Oldest Insect. *Nature*, 427, 627-630.
19. **Girsova, H.B., T.B. Kastalyeva, U.I. Sacks, K.A. Mozhaev and D.Z. Bogoutdino,** 2015. Legumes Plants Phytoplasmas. Proceedings of the TSHA, 2, 58-73 (Ru).
20. **Girsova, V., D.K. Bottner-Parker, D.Z. Bogoutdinov, T.B. Kastalyeva, Y.I. Meshkov, K.A. Mozhaeva and I-M. Lee,** 2017. Diverse Phytoplasmas Associated With Leguminous Crops In Russia. *Europian Journal of Plant Pathology*, DOI 10.1007/s10658-017-1209-6.
21. **Hall, M.L.,** 2009. A Review of Vocal Duetting in Birds. *Advances in the Study of Behavior*, 40, 67-121.
22. **Holzinger, W.E., I. Kammerlander and H. Nickel, 2**003. The Auchenorrhyncha of Central Europe: Die Zikaden Mitteleuropas. Brill, Leiden – Boston, 673 pp.
23. **Holzinger, W.E., I. Kammerlander and H. Nickel,** 2003. The Auchenorrhyncha of Central Europe: Die Zikaden Mitteleuropas. Brill, Leiden – Boston, 673 pp.
24. **Janse, J.D. and A. Obradovic,** 2010. Xylella fastidiosa: Its biology, Diagnosis, Control and risks. *Journal of Plant Pathology*, 92 (S1), 35-48.
25. **Jović, J., T. Cvrković, M. Mitrović, S. Krnjajić, A. Petrović, M.G. Redinbaugh, C. Pratt, S.A. Hogenhout and I. Toševski,** 2009. Stolbur Phytoplasma Transmission to Maize by Reptalus Panzeri and the Disease Cycle of Maize Redness in Serbia. *Phytopathology*, 99, 1053-1061.
26. **Karadjova, O. and H. Krusteva,** 2016. Species Composition and Population Dynamics of the Harmful Insect Fauna (Hemiptera: Cicadomorpha, Fulgoromorpha and Sternorrhyncha) of Winter Triticale. *Bulgarian Journal of Aricultural Science*, 22, 619-626.
27. **Karadjova, O. and H. Krusteva,** 2017. Scientific Opinion on the Spread of Cicadas (Hemiptera: Cocadomorpha And Fulgoromorpha) in Cereals and Sunflower Crops in Bulgaria and the Potential Vectors Species of Xylella Fastidiosa, A Regulated Pathogen in The EU (Bg).
28. **Kastal'eva, T.B., D.Z. Bogoutdinov, K.D. Botiner-Parker, N.V. Girsova and IM.**

Lee, 2016. Diverse Phytoplasmas Associated with Diseases in Various Crops in Russia – Pathogens and Vectors. *Agricultural Biology*, 51(3), 367-375.
29. **Kastalyeva, T.B., D.Z. Bogoutdinov, C.D. Bottnerparker, H.B. Girsova and I.M.O. Lee,** 2016. Diversity of Phytoplasmas in Agricultural Crops in Russia: Pathogens and Their Carriers. *Agricultural Biology*, 3, 367-375 (Ru).
30. **Kullaj, E., A. Çakalli, S. Shahini and S. Varaku,** 2005. Entomofaunistic Study on Alfalfa, A Precondition to The Biological Control of Its Pests. Conference: 1st Congress of Plant Protection "Environmental Concern and Food Safety" and XXXth Meeting for Plant Protection in the Republic of Macedonia.
31. **Lamp, W., G. Nielson, and S. Danielson,** 1994. Patterns among Host Plants of Potato Leafhopper, Empoasca Fabae (Homoptera: Cicadellidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 67(4), 354-368.
32. **Malenovský, I. and P. Auterer,** 2002. Species Assemblages of Auchenorrhyncha and Psylloidea (Hemiptera) in red-clover fields in the Brno environs. Pp. 69-70. In: B RYJA J. & Z UKAL J.:Zoologické dny Brno 2002. Abstrakta referátù z konference, 14.-15. února 2002. Ústav biologie obratlovcùAVÈR, Brno, 191 pp. (CZ).
33. **Mazzoni, V.,** 2005. Contribution to the Knowledge of the Auchenorrhyncha (Hemiptera Fulgoromorpha and Cicadomorpha) of Tuscany (Italy). REDIA, LXXXVIII, 85-102.
34. **Meneguzzi, N.,** 2009. Caracterización Molecular, Taxonomía Y Diagnóstico De Fitoplasmas Del Grupo Ash Yellows (VII). Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Fac. de Cs. Exactas, Físicas y Naturales. Univ. Nac. de Córdoba. 146 pp.
35. **Mifsud, D., C. Cocquempot, R. Mühlethaler, MR. Wilson and J.-C. Streito,** 2010. Other Hemiptera Sternorrhyncha (Aleyrodidae, Phylloxeroidea, and Psylloidea) and Hemiptera Auchenorrhyncha. Chapter 9.4, BioRisk – Biodiversity and Ecosystem Risk Assessment – Biodiversity and Ecosystem Risk Assessment, 4 (1), 511–552.
36. **Milanesi, L., R. Bondavalli N. Mori, D. Dradi, I. Menozzi and A. Bertaccini,** 2005. Remarks On the phytoplasma vector of black wood of the vine, Hyalesthes obsoletus, in Emilia Romagna. *Petria*, 15, 59-61 (I).
37. **Nickel, H. and J. Hildebrandt,** 2003. Auchenorrhyncha Communities as Indicators Of Disturbance In Grasslands (Insecta, Hemiptera) - A Case Study From The Elbe Flood Plains (Northern Germany). *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 98, 183-199.
38. **Nickel, H.,** 2003. The Leafhoppers and Planthoppers of Germany (Hemiptera, Uchenorrhyncha): Patterns and Strategies in a Highly Diverse Group of Phytophagous Insects. A. Pensoft publishers, 460 pp.
39. **Nielson, M.,** 1968. The Leafhooper Vectors Of Phytopathogenic Viruses (Homoptera: Cicadellidae), Taxonomy, Biology, and Virus Transmission. *Technical Bulletin №1382,* Washington, D. C., 233.
40. **Olivier, C.Y., D.T. Lowery and LW. Stobbs,** 2009. Phytoplasma Diseases and Their Relationships with Insect and Plant Hosts in Canadian Horticultural and Field Crops. *Canadian Entomologist*, 14, 425-462.
41. **Ossiannilsson, F.,** 1978. Fauna Entomologica Scandinavica: The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Scandinavian Science Press, Klampenborg*, 7, 1-222.
42. **Popova, V,** 1968. Entomofauna on Alfalfa. Academy of Agricultural Sciences, IPP, Kostinbrod, Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, 5-151 (Bg).
43. **Remane, R.,** 2005. The Cicada Fauna of Iceland, a Geologically "Old" Volcanic Island: Analysis of a 2001 by Dr. med. M. v. Tschirnhaus Collected Material (Insecta Rhyncota Auchenorrhyncha). *Marburger entomologische Publikationen*, 3(3), 111-123 (D).

44. **Rethwisch, M.D.,** 2000. Comparisons of Differing Rates of Baythroid® 2 And WarriorT® Insecticides For Insect Control In Fall Alfalfa. Pp. 21-30. In University of Arizona College of Agriculture 2000 Forage and Grain Report, Series P-124. M. Ottman, ed. 152 pp.
45. **Riolo, P., R.L. Minuz, G. Anfora, MV. Rossi Stacconi, S. Carlin, N. Isidoro and R. Romani,** 2012. Perception of Host Plant Volatiles in Hyalesthes Obsoletus: Behavior, Morphology, and Electrophysiology. *Journal of Chemical Ecology*, DOI 10.1007/s10886-012-0154-2.
46. Ritzmann, R.E., R.D. Quinn and M.S. Fischer, 2004. Convergent Evolution and Locomotion through Complex Terrain By Insects, Vertebrates and Robots. *Arthropod Structure & Development*, 33, 361-379.
47. **Shebl, M.A., S.M. Kamel, T.A. Abu Hashesh and M.A. Osman,** 2008. The Most Common Insect Species in Alfalfa Field in Egypt. *Academic Journal of Entomology*, 1(2), 27-31.
48. **Sulc, M. and W.O. Lamp,** 2007. Insect Pest Management. In Forages: The Science of Grassland Agriculture, R.F. Barnes, D.A. Miller, and C.J. Nelson (eds.), 6th ed., Vol. II, pp. 411-424. Iowa State Univ. Press.
49. **Świerczewski, D. and A. Stroiński,** 2011. The First Records of the Nearctic Treehopper Stictocephala Bisonia in Poland (Cicadomorpha: Membracidae) with Some Comments on This Potential Pest. *Polish Journal of Entomology*, 80, 13-22.
50. **Tóthová, M., P. Tóth and Ľ. Cagáň,** 2004. Leafhoppers, Planthoppers, Froghoppers and Cixiids (Auchenorrhyncha) on Pigweeds As Vectors of Plant Diseases. Acta fytotechnica et zootechnica, 7, Special Number, Proceedings of the XVI. Slovak and Czech. Plant Protection Conference organised at Slovak Agricultural University in Nitra, Slovakia, pp. 322-326.
51. **Trivellone, V., L.P. Paltrinieri, M. Jermini and M. Moretti,** 2012. Management Pressure Drives Leafhopper Communities in Vineyards In Southern Switzerland. I*nsect Conservation and Diversity*, 5, 75-85 (D).
52. **Weintraub, P. and L. Beanland,** 2006. Insect Vectors of Phytoplasmas. *Annual Review of Entomology*, 51, 91-111.
53. **Weintraub, P.G.,** 2010. Auchenorrhyncha Phytoplasma Vectors. In: M.Maixner, P. Weintraub B. Jarausch. COST Action FA0807 - Working group 2 Grapevine Yellows Vector Sampling and Monitoring Training School, pp. 7-17.
54. **Yosifov, M.,** 1962. Quantitative and Qualitative Studies of the Entomofauna of Alfalfa Fields in Sofia with a View to Insects of the Heteroptera Order. *Notifications of the Zoological Institute and Museum,* BAS, Sofia, XI, 111-140 (Bg).
55. **Yurtsever, S.,** 1999. Inheritance of Three Dorsal Colour/Pattern Morphs in Some Turkish Philaenus Spumarius (Homoptera: Cercopidae) Populations. *Israel Journal of Zoology*, 45, 361-369.
56. **Yurtsever, S.,** 2000. On the Polymorphic Meadow Spittlebug, Philaenus Spumarius (L.) (Homoptera: Cercopidae). T*urkish Journal of Zoology*, 24, 447-459.
57. **Zhekova, E.D.,** 2012. Monitoring of the Entomofauna in Ecological Crop Rotation. *Banat's Journal of Biotechnology*, III (2), 104-110.