



НАБЛЮДЕНИЯ ВЪРХУ МОРФОЛОГИЧНИ И АНАТОМИЧНИ ИЗМЕНЕНИЯ НА ПЛЕВЕЛА *DIPSACUS LACINIATUS* L. (DIPSACACEAE), СВЪРЗАНИ С НАПАДЕНИЕТО НА ЕРИОФИДНИЯ АКАР *LEIPOTHRIX DIPSCACIVAGUS* (ACARI: ERIOPHYIDAE)
OBSERVATIONS ON THE MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL ALTERATIONS OF CUTLEAF TEASEL *DIPSACUS LACINIATUS* L. (DIPSACACEAE) INFESTED BY THE ERIOPHYID MITE *LEIPOTHRIX DIPSCACIVAGUS* (ACARI: ERIOPHYIDAE)

Атанаска Стоева^{1*}, Вили Харизанова¹, Браян Ректор²
Atanaska Stoeva^{1*}, Vili Harizanova¹, Brian Rector²

¹Аграрен университет – Пловдив

²Министерство на земеделието – САЩ, Център за агрономически проучвания, Отдел за изследване на чужди инвазивни плевели, 920 Valley Road, Рино, Невада 89512, САЩ

¹Agricultural University – Plovdiv

²USDA-ARS, Exotic and Invasive Weeds Research Unit, 920 Valley Road, Reno, NV 89512, USA

*E-mail: astoeva@au-plovdiv.bg

Резюме

Плевелите *Dipsacus fullonum* L. (сукнена лугачка) и *D. laciniatus* L. (нарязанолистна лугачка) (Dipsacaceae) с произход Евразия са били интродуцирани в Северна Америка през XVII век, като през последните 20-30 години се разпространяват широко и придобиват статут на вредни инвазивни видове. От 2000 г. в Европа започват проучвания за установяване на подходящи биоагенти за контрол на тези плевели. *Leipothrix dipsacivagus* Petanovic et Rector, 2007, е първият ериофиден акар, описан по *Dipsacus* spp., при това строго специализиран към растението гостоприемник. Морфологичните и анатомичните промени на растения *D. laciniatus*, нападнати от *L. dipsacivagus*, са проучени при лабораторни и при полски условия съответно в инсектариум на Аграрния университет – Пловдив, и в райони на Южна България през 2007-2008 г. Симптомите при полски условия през различните фенофази са: дребни розетки с набръчкани червеникави листа, стрелкуващи растения с потиснат растеж, скъсени междувъзлия и деформирани листа с антоцианово оцветяване. Цветните глави са по-дребни, силно деформирани, без цветчета и бодли, наподобяват помпони, не образуват семена. При лабораторни условия симптомите на нападнатите растения са пожълтяване на най-старите листа, които впоследствие изсъхват. Младите листа в розетката са набръчкани и хрущят при смачкване. Анатомичните промени на листата засягат както двата епидермиса, така и паренхимните слоеве. Необходими са допълнителни проучвания, за да се установи, че наблюдаваните симптоми се дължат само на храненето на подвижните стадии на акара, а не и на фитопатогени, които той би могъл да пренася.

Abstract

Common teasel (*Dipsacus fullonum* L.) and cutleaf teasel (*D. laciniatus* L.) Eurasian species from Dipsacaceae were introduced into North America in the 1700s and have spread rapidly in the last 20–30 years in the USA. Since 2000 surveys for finding of bio-control agents are being carried out in Europe. *Leipothrix dipsacivagus* Petanovic et Rector the first eriophyid mite described on *Dipsacus* spp. was shown to be host specific by previous tests. Morphological and anatomical alterations of *D. laciniatus* plants infested by *L. dipsacivagus* were studied under laboratory conditions at the Agricultural University – Plovdiv and under field conditions in several regions in South Bulgaria in 2007-2008. The symptoms of the infested plants observed in the field at different stages were: smaller rosettes, with reddish wrinkled leaves, stunted bolting plants with shortened internodes and deformed reddish leaves. The flower heads were smaller, strongly deformed, without florets and spines resembling pompoms, no seeds were produced. At lab conditions the symptoms of the infested plants were yellowing and senescing of the oldest leaves, the younger leaves were wrinkled and crispy. Anatomical alterations were observed in all leaf layers: upper and lower epidermis, palisade and spongy parenchyma. Further investigations are necessary to prove that the described symptoms in the field are caused solely by the feeding of the mite and not by a plant pathogen.

Ключови думи: *Leipothrix dipsacivagus*, *Dipsacus laciniatus*, лугачка, ериофиден акар, биологичен контрол с плевели, анатомични промени на листата, взаимоотношения акар–растение.

Key words: *Leipothrix dipsacivagus*, *Dipsacus laciniatus*, cutleaf teasel, eriophyid mite, biological control of weeds, plant-mite interactions.

ВЪВЕДЕНИЕ

Лугачката - *Dipsacus laciniatus* L. (Dipsacaceae), е двугодишно растение, размножаващо се чрез семена. Видът, както и цялото семейство, произхожда от Стария свят и сред представителите му няма видове с икономическо значение, което ги прави подходящи цели за биологичен контрол, тъй като редуцира риска потенциалните биоагенти за борба с тях да атакуват други растения (Rector et al., 2006). *Dipsacus* spp. са внесени в Северна Америка през XVII век със семена от културния вид *D. sativus* (L.) Honck. – растение, използвано в миналото при преработката на вълна. През последните 20-30 години видовете *D. fullonum* и *D. laciniatus* се разпространяват бързо в САЩ и са обявени за вредни в 5 щата, за инвазивни в 14 щата и в 4 национални парка (Bargeron and Swearingen, 2010).

Нарязанолистната лугачка (*D. laciniatus*) е масово разпространена в България, като най-големи популации има около градовете София, Вакарел, Ихтиман, Троян, Севлиево, Луковит, Елхово и селата Клокотница и Горски извор, Хасковско. Сукнената лугачка (*D. fullonum*) е много по-слабо разпространена и се среща предимно в Югоизточна България. От 2000 г. започват проучвания за установяване на насекоми, хранещи се с *Dipsacus* spp. (Sforza, 2004).

В България са установени повече от 50 вида насекоми и акари като монофаги и олигофаги по сем. Dipsacaceae. Десет от видовете са ограничени в хранителната си специализация до род *Dipsacus* или поне до семейство Dipsacaceae (Harizanova et al., 2006; 2008), в това число и ериофидният акар *Leipothrix dipsacivagus* Petanovic et Rector (Stoeva et al., 2008).

L. dipsacivagus е наскоро описан нов вид ериофиден акар, установен по *D. laciniatus* в България и Сърбия и по *D. fullonum* във Франция (Petanovic and Rector, 2007). Това е първият ериофиден акар, описан по вид от род *Dipsacus* (Amrine, 2003; Petanovic and Rector, 2007). Тестовете за хранителна специализация показват, че *L. dipsacivagus* е строго специализиран и се храни, развива, размножава и създава популация само върху *Dipsacus* spp., което го превръща в потенциален биоагент за борба с този вид (Stoeva et al., 2008). Род *Leipothrix* Keifer принадлежи към групата на така наречените свободно живеещи ериофидни акари, тъй като живеят върху повърхността на растението гостоприемник, не индуцират образуване на гали или други забележими листни деформации (Pećinar et al., 2011).

Според класификацията на повредите, причинявани от ериофидни акари, тези видове се свързват с така наречените токсемии и промени, свързани с неголеми деформации на растението гостоприемник (Oldfield, 1996). Съвременни проучвания за съдържанието на слюнчените секрети на някои ериофидни акари установяват наличие на вещества с ефект на растежни регулатори като индол-3-оцетна киселина и цитокининподобни вещества (De Lillo and Monfreda, 2004). Тези проучвания, наред с предишни, разкриващи наличие на хормонални вещества в слюнката на редица ериофидни акари, потвърждават твърдението, че фитохормони в слюнчения секрет могат да бъдат секретирани в епидермалните клетки и да предизвикат ненормален растеж и развитие, засягайки не само пряко повредените епидермални клетки, но и близките растителни тъкани (Petanović and Kielkiewicz, 2009).

Морфологичните промени, индуцирани от ериофидните акари, са добре познати и детайлно описани (Boczek and Petanovic, 1996; Craemer et al., 1996), но информацията за анатомичните, в това число цитологични и хистологични, промени в растенията, нападнати от тези акари, са оскъдни (Westphal, 1983; Royalty and Perring, 1988). До момента проучвания върху повредите от *L. dipsacivagus* са провеждани само в Сърбия и описаните симптоми по *D. laciniatus* са: потиснат растеж, почервяване на листата, ръждивост, скъсяване на междувъзлията, набръчкване и завиване на листата, издребняване на листата, нетипични пролиферации, деформации на цветните глави (Pećinar et al., 2007, 2009, 2011).

Целта на настоящото проучване е да се установят повредите от ериофидния акар *L. dipsacivagus* по лугачката (*D. laciniatus*).

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучванията върху повредите и анатомичните промени в листата на плевела *D. laciniatus* в резултат от храненето на ериофидния акар (*L. dipsacivagus*) са проведени през периода 2007-2008 г. при лабораторни и при полски условия.

При полски условия

Събрани са листни проби от растения *D. laciniatus* във фенофаза стрелкуване с ясно изразени външни симптоми, характеризиращи нападение от ериофиден акар, в района на Първомай през юни 2008 г. За контрола са събирани листа от растения в същата



фенофаза, но без съответните симптоми. С помощта на хладилна чанта събраните проби са пренесени в лаборатория за по-нататъшни анализи. Под бинокулар са проверявани както симптоматичните, така и асимптоматичните листа за констатиране съответно на наличие или на отсъствие на ериофиден акар. Видовата принадлежност на акара е потвърдена от Prof. Petanović по микроскопски препарати, приготвени по стандартна методика (Amrine and Manson, 1996; De Lillo et al., 2010).

Анатомичният анализ на листата е извършен след приготвяне на временни микроскопски препарати от напречни прерези по стандартна методика, използвана в ботаниката (Stoychev et al., 2006).

Измервани са следните показатели: обща дебелина на листа (ОД), височина на клетките на горен (ГЕ) и долен (ДЕ) епидермис, дебелина на мезофила (М), дебелина на палисадна паренхима (ПП), дебелина на гъбчеста паренхима (ГП). За всеки показател са направени по 15 измервания при увеличение 200x (окуляр 10x, обектив 20x) или 400x (окуляр 10x, обектив 40x).

Статистическият анализ на данните е направен с пакет приложни програми SPSS 15.0. Използван е еднофакторен дисперсионен анализ (One-Way ANOVA), за да се установят разликите в анатомичните показатели на нападнати и ненападнати листа.

При лабораторни условия

Лабораторните проучвания са извършени в учебен инсектариум към катедра „Ентомология“ през периода септември 2007–юни 2008 г. Растенията, използвани при изследването, са отглеждани от семена и до момента на заразяването с акара са поставяни в големи плексигласови кафези с цел да се предпазят от нападение от други неприятели. При формиране на втори същински лист растенията са заразявани с ериофиден акар. С помощта на фина четка, под бинокулар, върху всяко опитно растение са премествани по 10 акара. Опитът включва 10 повторения – съответно 10 растения, заразени с акар, и 10 без акар (контрола). Заразените с акар растения, както и контролите, са изолирани (поединично) в плексигласови кафези и са отглеждани при температура 24-26°C и фотопериод 16:8. Продължителността на този експеримент е 7 месеца.

Непосредствено преди приготвянето на напречните прерези от листата за анатомичен анализ е отчитана плътността на акарите в опитния вариант, а листата, взети от контролата, са проверени под бинокулар, за да се потвърди отсъствието на каквито и да е неприятели – акари, насекоми и др. Плътността на акарите е представена като брой подвижни преимагинални стадии и възрастни на единица листна площ 5 cm².

Подготовката на напречните прерези от листата, отчитането на анатомичните показатели, както

и статистическата обработка на данните са извършени по вече описаната методика за проучванията при полски условия.

РЕЗУЛТАТИ

При полски условия повреди от храненето на подвижните стадии на *L. dipsacivagus* са наблюдавани по растения лугачка в района на Клокотница, Лозен, Горски извор, Дълбок извор и Първомай. Ериофидният акар *L. dipsacivagus* напада и поврежда всички части на растението гостоприемник *D. laciniatus*, а именно – розетка, листа, стъбло и цветове. Във фенофаза розетка (април) растенията, нападнати от ериофиден акар, са по-дребни, листата са силно деформирани, набръчкани, придобиват червеникаво оцветяване (фиг. 1).



Фиг. 1. *D. laciniatus* във фенофаза розетка, растение с установено нападение от *L. dipsacivagus*

Fig. 1. *D. laciniatus* plant at the rosette stage, infested by *L. dipsacivagus*

Във фенофаза стрелкуване (май-юни) нападнатите от акара растения са с потиснат растеж, скъсени междувъзлия, деформирани листа, с характерно червеникаво или червено-виолетово оцветяване. Тези растения достигат на височина до 0,5 m за разлика от останалите, без ериофиден акар, които могат да достигнат до 2-3 m.

Във фенофаза формиране на съцветията нападнатите растения се отличават с изключително силна деформация на цветните глави и липса на бодли (фиг. 2). В крайна сметка повредените растения не образуват семена (фиг. 3). Освен това листата, разположени по цветоносното стъбло на заразените растения, са набръчкани, с хлоротични петна и/или с червено-кафяво оцветяване, цветовете са със силно редуциран размер. По същото време са наблюдавани и растения с височина, близка до нормалната, но с подобни деформации на съцветията.

Листата на плевела *D. laciniatus*, ненападнати от акари, насекоми, патогени или други неприятели,



Фиг. 2. *D. laciniatus* във фенофаза образуване на цветни глави с установено нападение от *L. dipsacivagus*
Fig. 2. *D. laciniatus* bolting plant, infested by *L. dipsacivagus*



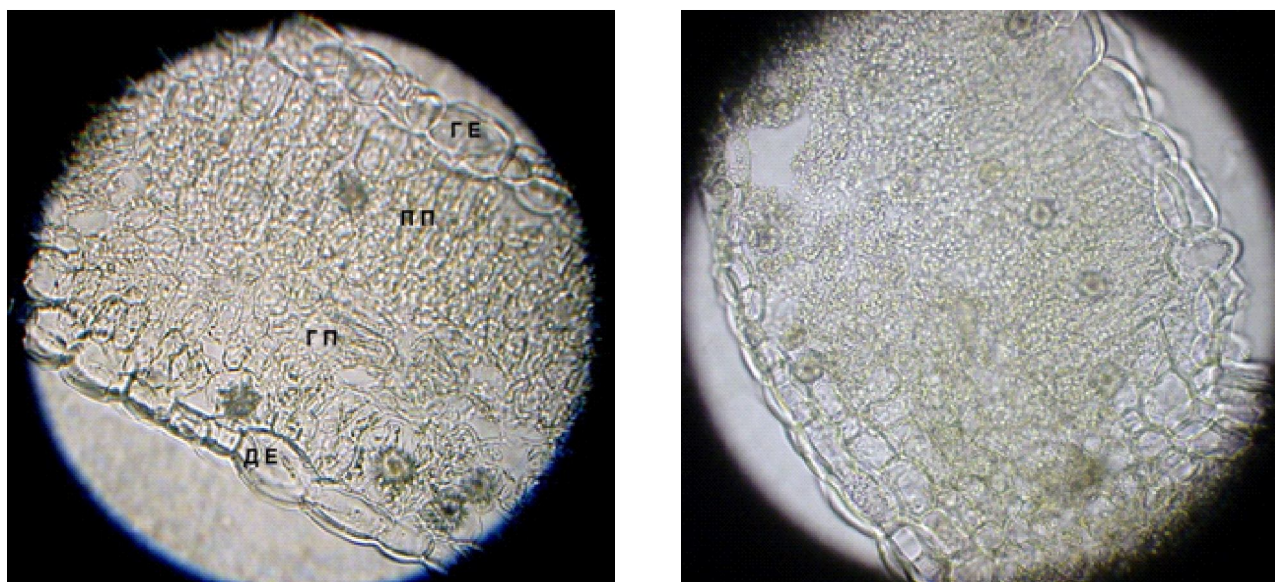
Фиг. 3. *D. laciniatus* във фенофаза образуване и узряване на семената (в средата - растение с установено нападение от *L. dipsacivagus*)
Fig. 3. *D. laciniatus* plant at seed formation (the plant in the middle, infested by *L. dipsacivagus*)

имат типичен дорзо-вентрален строеж. Двата епидермиса (горен и долен) са съставени от по един ред клетки и са снабдени с устица (фиг. 4, вляво). Мезофилът е диференциран в няколко слоя палисадна паренхима (най-често 3) и от 1 до 3 слоя гъбчеста паренхима. Клетките на палисадната паренхима са плътно подредени в правилни редици, докато тези на гъбчестата са с големи междуклетъчни пространства.

Напречните прерези на листа с ясно изразени външни деформации и с установено нападение от ериофиден акар показват, че е налице сериозна промяна в анатомичната им структура. Листата на нападнатите от ериофиден акар растения имат по-голяма дебелина (361,91 μm) в сравнение с листата на ненападнатите (252,63 μm) (табл. 1). Мезофилът на тези листа е съставен от 2-3 слоя палисадна паренхима и няколко слоя неспецифично (нехарактерно) диференцирана гъбчеста паренхима (фиг. 4, вдясно). Дебелината му е съответно 313,24 μm в листата с повреди и 186,27 μm в здравите листа. Това различие е резултат от увеличаване и на двата мезофилни слоя, но най-вече на широката, дифузна, нехарактерно диференцирана гъбчеста паренхима с видимо по-големи междуклетъчни пространства. Дебелината на този слой в неповре-

дените листа е 95,93 μm и почти два пъти по-голяма в листата, нападнати от акар - 161,29 μm . Промените, наблюдавани в структурата на палисадната паренхима, се различават съществено от описаните за гъбчестата. Средната стойност (151,94 μm) за дебелина на палисадна паренхима е по-висока в повредените листа, но варирането е между 0 и 200 μm , т.е. има участъци, в които този слой е почти изцяло разрушен (табл. 1). Това може да се обясни с факта, че подвижните стадии на акара атакуват и се хранят не от цялата листна площ, а от отделни нейни участъци.

Направените измервания за височината на клетките на горен и долен епидермис показват, че в нападнатите от акара листа тези показатели варират в много по-широки граници, в сравнение със здравите листа – от 0 до 45 μm (табл. 1). Повредите на епидермалните клетки варират от разрушаване до пълна некроза. Освен това от напречните прерези на повредените листа установихме, че върху отделни участъци от повърхността им има образуван дебел неклетъчен слой - калус, който замества разрушените клетки на единия или на другия епидермис (фиг. 5). Дебелината на този калусен слой достига 15-20 μm .



Фиг. 4. Напречен пререз на лист от растение *D. laciniatus*, съответно без симптоми и установено нападение (вляво) и с установено нападение от *L. dipsacivagus* (вдясно) при полски условия (10x 20x)

Fig. 4. Cross section of non-infested (on the left) and infested (on the right) by *L. dipsacivagus* leaf under field conditions (10x 20x)

Таблица 1. Анатомични показатели на листа от лугачка (*D. laciniatus*), събрани от растения при полски условия
Table 1. Anatomical parameters of the leaves of cutleaf teasel *D. laciniatus*, collected from the plants under field conditions

Показатели	Вариант ¹	\bar{x}	S	$S_{\bar{x}}$	Мин.	Макс.	F	p
Дебелина на листа	1	252,63	15,88	4,10	230,00	297,50	50,46	0,000
	2	361,91	57,58	13,96	280,00	470,00		
Дебелина на мезофила	1	186,27	17,99	4,64	162,50	237,50	75,21	0,000
	2	313,24	54,03	13,10	212,50	400,00		
Дебелина на палисадната паренхима	1	90,33	6,80	1,75	80,00	107,50	21,96	0,000
	2	151,94	50,41	12,22	,00	200,00		
Дебелина на гъбчестата паренхима	1	95,93	14,41	3,72	75,00	130,00	29,85	0,000
	2	161,29	44,23	10,72	95,00	260,00		
Височина на клетките на горен епидермис	1	33,80	4,77	1,23	25,00	42,50	1,25	0,272
	2	29,68	3,52	3,27	,00	45,00		
Височина на клетките на долен епидермис	1	32,57	5,78	1,49	22,50	42,50	10,49	0,003
	2	19,00	5,26	3,70	,00	45,00		

¹Вариант: 1 – без нападение от *L. dipsacivagus*; 2 – с нападение от *L. dipsacivagus*.

Степен на доказаност на разликите – при $p < 0,001$ (***); $p < 0,01$ (**); $p < 0,05$ (*); няма статистически доказана разлика – (-).

Тестът за доказаност на разликите между средните величини на измерваните показатели показва, че най-високо ниво на статистически доказани различия между двата варианта (листа със и без нападение от ериофиден акар) съществува по отношение на показателите обща дебелина, дебелина на мезофил, съответно на палисадна и гъбчеста паренхима (табл. 1).

Не е установена статистически доказана разлика по отношение на височината на клетките на горния епидермис (табл. 1).

Експериментът при лабораторни условия, проведен при точно определена първоначална плътност на ериофиден акар – 10 броя на растение, включва

проследяване на растежа на популацията и отчитане на плътността на акара в момента на вземането на проби за установяване на анатомичните промени в листата. При тези условия е гарантирано отсъствието на каквито и да е други неприятели или патогени върху тестваните растения.

В лаборатория акарът се развива върху двете листни повърхности, като плътността на популацията е по-голяма върху горната повърхност. Подвижните преимагинални стадии са преобладаващи в структурата на популацията. Тази тенденция се наблюдава и върху двете повърхности на листа (фиг. 6).



Фиг. 5. Напречен пререз на лист от растение *D. laciniatus* с установено нападение от *L. dipsacivagus* при полски условия - клетъчен слой калус, заменящ разрушения горен епидермис (10x 40x)
Fig. 5. Cross section of infested by *L. dipsacivagus* leaf under field conditions – acellular layer replacing the destroyed upper epidermis (10x 40x)

При лабораторни условия първоначалните повреди на *D. laciniatus*, причинени от *L. dipsacivagus*, се изразяват в появата на съвсем слабо забележими хлоротични петна в резултат от храненето на подвижните стадии на акара. На по-късен етап листата пожълтяват изцяло, а впоследствие изсъхват. След няколкомесечно нападение картината на повреда е следната – най-старите листа в розетката изсъхват, а останалите са набръчкани, при смачкване хрущят. Когато растенията са заразени в много ранна фенофаза (преди и около появата на 1-вия същински лист), част от тях загиват в резултат от повредите от ериофидния акар.

И при лабораторни условия заразените с ериофиден акар растения имат значително по-голяма дебелина на листата в сравнение със здравите, съответно 193,09 и 164,86 μm (табл. 2). Това основно се дължи на различия в дебелината на мезофила – 150,98 в заразените и 116,48 μm в здравите листа. Наблюдава се нарастване на дебелината както на гъбчестата, така и на палисадната паренхима. По отношение на двата епидермиса в повредените от акар листа средните стойности показват намаляване на дебелината им. В отделни участъци от направените отрезки клетките на единия или другия епидермис са напълно разрушени. Тестът за доказване на значимостта на разликите по отношение на измерваните показатели между листата на растенията със и без ериофиден акар показват, че са налице статистически доказани разлики по отношение

на следните показатели: обща дебелина на листа, дебелина на мезофила и палисадната паренхима (табл. 2).

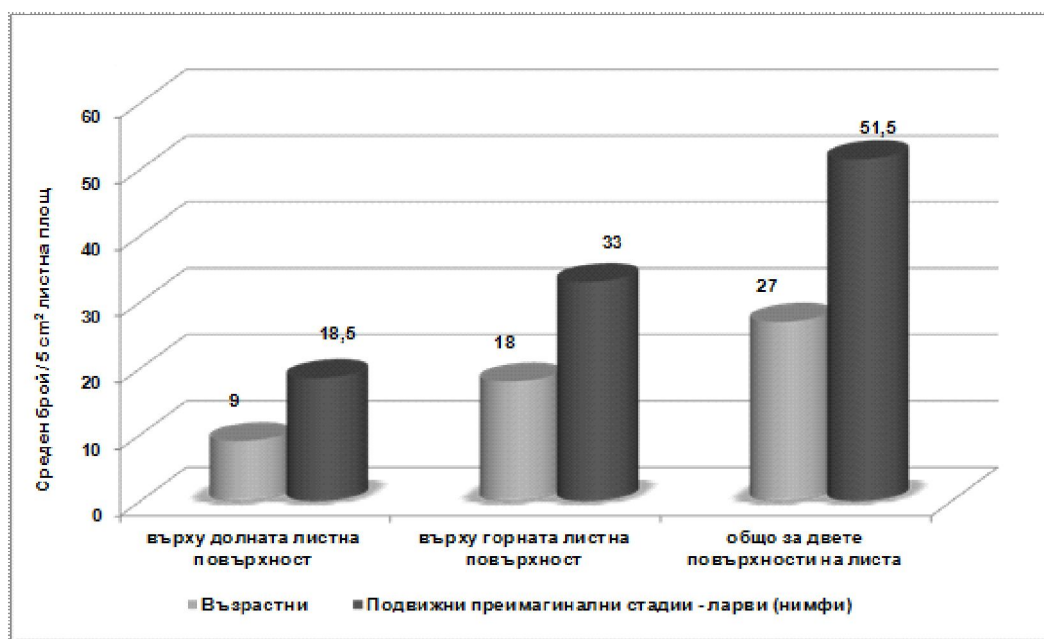
ДИСКУСИЯ

Данните, представени в настоящата статия, представляват обобщение на наблюденията върху симптомите и проведените проучвания върху анатомичните промени на листата, свързани с нападението на ериофидния акар *L. dipsacivagus* на плевела *D. laciniatus*, при лабораторни и полски условия в България.

Очевидно различията в структурата на листата, нападнати от *L. dipsacivagus* и тези без нападение, са свързани с промени както в епидермалните клетки, така и в дебелината и структурата на мезофила, съответно гъбчестата и палисадната паренхима.

Настоящото проучване показва известни различия в промените, които акарът предизвиква при контролирани лабораторни условия и наблюдаваните при растения, нападнати от същия вид при полски условия, установявани за други видове (Rančić et al., 2006). Като цяло здравите листа на лабораторно отглежданите растения се различават съществено от тези, развиващи се на полето. В лаборатория растенията са отглеждани в саксии, които предоставят по-ограничено пространство за развитие на кореновата система, а това се отразява и на надземната част. Освен това условията, като светлина, температура, относителна влажност на въздуха и др., се различават съществено от външните. Измерванията показват, че листата на растенията в лаборатория имат по-малка обща дебелина и мезофил в сравнение с полските.

В листата, събрани от полето от растения с ериофиден акар, се наблюдава по-голямо увеличение на дебелината на листа и паренхимните слоеве в сравнение с тези от лаборатория. Налице е статистически доказано различие ($p < 0,001$) за дебелината на листа, мезофила и двете паренхимни между вариантите без и със нападение от акар. В лаборатория увеличаването на тези слоеве е по-слабо, като различията между двата варианта са статистически доказани ($p < 0,05$) по отношение на общата дебелина на листа, мезофила и палисадната паренхима. Няма статистическа доказаност на разликата по отношение на дебелината на гъбчестата паренхима. Фактът, че гъбчестата паренхима в листата, събрани от растения, нападнати от акара при полски условия, е по-силно променена, може да се обясни с поведението на акара при тези условия. Нашите наблюдения показват, че при полски условия популацията на *L. dipsacivagus* е предимно върху долната повърхност на листата, където е защитена от пряка слънчева светлина и като цяло намира по-подходящ микроклимат. Тъй като при



Фиг. 6. Плътност на подвижни стадии на ериофидния акар *L. dipsacivagus* върху листата на *D. laciniatus* 7 месеца след заразяване на растенията при лабораторни условия през 2007-2008 г.

Fig. 6. Population density of *L. dipsacivagus* on *D. laciniatus* under lab conditions - 7 months after mite infestation

Таблица 2. Анатомични показатели на листа от лугачка (*D. laciniatus*), събрани от растения, отглеждани при лабораторни условия

Table 2. Anatomical parameters of the leaves of cutleaf teasel *D. laciniatus*, collected from the plants grown under lab conditions

Показатели	Вариант ¹	\bar{x}	S	$S_{\bar{x}}$	Мин.	Макс.	F	p
Дебелина на листа	1	164,86	16,65	7,44	152,32	192,64	6,933	0,030
	2	193,09	17,23	7,70	172,48	215,04		
Дебелина на мезофила	1	116,48	20,40	9,12	96,32	150,08	5,287	0,051
	2	150,98	26,62	11,90	123,20	179,20		
Дебелина на палисадната паренхима	1	58,69	10,19	4,55	47,04	73,92	6,598	0,033
	2	75,26	10,21	4,56	60,48	85,12		
Дебелина на гъбчестата паренхима	1	57,79	12,90	5,77	40,32	76,16	2,980	0,123
	2	75,71	19,29	8,62	53,76	100,80		
Височина на клетките на горен епидермис	1	25,54	3,00	1,34	22,40	29,12	0,277	0,613
	2	24,19	4,85	2,17	17,92	29,12		
Височина на клетките на долен епидермис	1	22,85	3,68	1,64	17,92	26,88	0,833	0,396
	2	18,37	1,55	4,71	,00	26,88		

¹Вариант: 1 – без нападение от *L. dipsacivagus*; 2 – с нападение от *L. dipsacivagus*.

Степен на доказаност на разликите – при $p < 0,001$ (***); $p < 0,01$ (**); $p < 0,05$ (*); няма статистически доказана разлика – (-).

лабораторни условия абиотичните фактори са благоприятни и постоянни, това би могло да обясни предпочитанието на подвижните стадии към горната листна повърхност (по-близо до палисадната паренхима), което се потвърждава и от по-високата им плътност върху нея. Подобни наблюдения за *L. dipsacivagus* имат и Pećinar i saavtori (2011). Други свободно живеещи ериофидни акари, имащи такова поведение и предпочитание към долната страна на листата при полски условия, са *Aceria anthocoptes* (Nal.) по *Cirsium arvense* (L.) (Rančić et al., 2006) и *Aculus*

schlechtendali (Nal.) при ябълка (Easterbrook and Fuller, 1986). Ериофидните акари, особено свободно живеещите, които не образуват гали, търсят места, които ги предпазват от неблагоприятни климатични условия и хищници и поради тази причина при полски условия много често са върху долната страна на листата или, ако листата са силно овласени, скрити между власинките.

Височината на епидермалните клетки, които обикновено са най-силно, пряко засегнати от храненето на свободно живеещите ериофидни акари, намалява

(анализирайки средната стойност) както в листата, събрани от полето, така и в тези, взети от лабораторно отглеждани растения. Подобно на мезофила, по-силна промяна в епидермалните слоеве се наблюдава при полски условия. Максималните стойности за височина на клетките на горен и долен епидермис при тези условия са по-високи в нападнатите от акар листа. Това показва, че има епидермални клетки, които са увеличили височината си. В някои участъци на двата епидермиса има пълно разрушаване на клетките и заменянето им от нектетъчен слой – калус, характерна реакция на растенията към стрес, причинен от абиотични или биотични фактори (Westphal and Manson, 1996; David et al., 2000). Обобщавайки редица литературни източници за този тип специфична реакция на растението, атакувано от патогени и други вредители, Petanović and Kielkiewicz (2009) заключават, че появата на калусен слой в растения, нападнати от ериофидни акари, би могло да е резултат от подобна реакция на растението гостоприемник.

При полски условия промяната засяга по-силно долния епидермис поради посоченото по-горе предпочитание на подвижните стадии към тази повърхност ($p < 0,01$). Промяната във височината на клетките на горния епидермис не е статистически значима, въпреки че има вариране от 0 до 45 μm , т.е. има напълно разрушени клетки.

Трябва да отбележим, че при полски условия нито растенията с явни симптоми, нито тези без симптоми за нападение от акар са били изолирани по какъвто и да било начин, което от своя страна не изключва появата на други акари, насекоми или патогени върху тях. При събирането на пробите са взети под внимание наличието или липсата на външни признаци за нападение от други вредители и са избягвани такива растения. Посочените промени в анатомията на листата при наличие на ериофиден акар са очевидни, но, за да се твърди със сигурност, че те са резултат само от храненето на подвижните стадии на акара, са необходими повече и по-задълбочени проучвания. През 2011 г. в района на гр. Пловдив в популации на лугачка са наблюдавани растения със симптоми, подобни на описаните по-горе. В събраните листни проби обаче не установихме наличие на ериофидни акари (непубликувани данни).

За разлика от галообразуващите акари свободно живеещите се считат за причиняващи така наречените комплексни симптоми, трудни за различаване от симптомите, дължащи се на пренесените от тях патогени или от едновременното нападение от акар и/или заразяване с патоген. Много от симптомите, наблюдавани при нападение от ериофиден акар, се свързват и с видове, като трипсове, гъби, вируси, фитоплазми, или се дължат на дефицит

на микроелементи (Petanović and Kielkiewicz, 2010). Много често ериофидните акари са преносители (вектори) на важни патогени или пък нападат с предпочитание вече заразени растения. Съществуват примери, при които симптоми, свързвани единствено с нападение от ериофиден акар, впоследствие се оказват резултат от заразяване с фитоплазма (Rančić et al., 2006). Ериофидните акари са известни като вектори на растителни вируси, но засега ролята им като преносители на фитоплазми не е изяснена (Petanović and Kielkiewicz, 2010).

Всички наблюдавани промени в анатомичната структура на листата, както и фактът, че част от розетките при лабораторни условия, заразени в ранна фенофаза, загиват в резултат от повредите от *L. dipsacivagus*, дават основание проучванията за изясняване на взаимоотношенията акар–растение–гостоприемник да продължат, за да се обяснят сериозните малформации, наблюдавани по *D. laciniatus* при полски условия. Доказването на категорична връзка между редуцирания растеж, деформациите на цветните глави, липсата на семена при растение, размножаващо се единствено по този начин, и нападението от *L. dipsacivagus*, би имало огромно значение в общата оценка на този вид ериофиден акар като потенциален биоагент за борба с *D. laciniatus*.

ИЗВОДИ

1. Нападението от ериофидния акар *L. dipsacivagus* предизвиква различни симптоми при полски и лабораторни условия върху растението гостоприемник *D. laciniatus* (нарязанолистна лугачка):
 - При полски условия се наблюдават дребни розетки с набръчкани червеникави листа, стрелкуващи растения с потиснат растеж, скъсени междувъзлия, силно деформирани цветни глави, наподобяващи помпони, без цветчета и бодли, не се образуват семена;
 - При лабораторни условия симптомите са пожълтяване на най-старите листа, които впоследствие изсъхват, а по-младите са набръчкани и хрущят при смачкване. При заразяване в ранна фенофаза част от растенията загиват.
2. Анатомичните промени на листата от растения лугачка, нападнати от *L. dipsacivagus*, засягат както двата епидермиса, така и паренхимните слоеве:
 - Общата дебелина на листа, дебелината на мезофила, гъбчестата и палисадната паренхима нарастват, а промяната в епидермалните слоеве достига до разрушаване и пълна некроза на клетките;
 - Разрушените епидермални клетки се заместват от дебел нектетъчен слой – калус.



3. Необходими са допълнителни проучвания за доказване на категорична връзка между наблюдаваните симптоми и нападението от ериофидния акар *L. dipsacivagus*.

LITERATURA

- Stoychev, G., K. Kozhuharova, Hr. Anastasov, 2006. Rykovodstvo za uprazhneniya po botanika, AI na AU - Plovdiv.
- Harizanova, V., B. Rektor, A. Stoeva, 2008. V tyrsene na podhodiashti bioagenti za control na lugachkata. – Rastitelna zashita, br. 10.
- Amrine, J.W. Jr, 2003. Catalog of the Eriophyoidea. A working catalog of the Eriophyoidea of the world. Ver. 1.0. <http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/acari/eriphyidae>. Accessed 6 April 2011.
- Amrine, J.W. Jr, D. Manson, 1996. Preparation, mounting and descriptive study of eriophyid mites. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J (eds) Eriophyid mites—their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam. – World Crop Pest, 6:383–396.
- Bargeron, C., J. Swearingen, 2010. Invasive plant atlas of the United States. University of Georgia Center for Invasive Species and Ecosystem Health. <http://www.invasiveplantatlas.org/index.html>. Accessed 6 April 2011.
- Boczek, J. and R. Petanović, 1996. Eriophyid mites as agents for the biological control of weeds. – In: Moran V.C. and Hoffmann J.H. (eds), Proceedings of the IX Internat. Symp. Biol. Control Weeds 19–26, January, 1996, Stellenbosch South Africa. University of Cape Town, 127–131.
- Craemer, C., N. S. and Smith Meyer M.K.P., 1996. Eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea: Eriophyoidea) as control agents of weeds in South Africa. – SA Tydskrif vir Naturwetenskap en Tehnologie, 15: 99–109.
- David, M. Orcutt, Erik T. Nilsen, Maynard G. Hale, 2000. The Physiology of Plants Under Stress: Soil and biotic factors. John Wiley and Sons, 683 p.
- De Lillo, E., R. Monfreda, 2004. 'Salivary secretions' of eriophyids (Acari: Eriophyoidea): first results of an experimental model. – Exp Appl Acarol, 34(3–4):291–306.
- De Lillo, E., C. Craemer, J.W. Amrine, G. Nuzzaci, 2010. Recommended procedures and techniques for morphological studies of Eriophyoidea (Acari: Prostigmata). – Experimental and Applied Acarology, 51, 283–307.
- Easterbrook, M., M. Fuller, 1986. Russetting of apples caused by apple rust mite *Aculus schlechendali* (Acarina: Eriophyoidea). – Ann Appl Biol, 109:1–9.
- Harizanova, V., B. Rektor, A. Stoeva, 2006. Insect and mite species, feeding on *Dipsacus* spp. (Dipsacaceae) in Bulgaria and their potential as bio-control agents. – Plant Science, v. 43(5), 476–480.
- Oldfield, G., 1996. Toxemias and other non-distortive feeding effects. – In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J (eds) Eriophyid mites—their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam, 243–250.
- Pećinar, I., B. Stevanović, B. Rektor, R. Petanović, 2007. Anatomical Injury Induced by *Leipotrix dipsacivagus* on cut-leaf teasel, *Dipsacus laciniatus* L. (Dipsacaceae). – Arch Biol Sci Belgrade, 59:363–367.
- Pećinar, I., B. Stevanović, B. Rektor, R. Petanović, 2009. Morphological injury of cut-leaf teasel, *Dipsacus laciniatus* L. (Dipsacaceae) induced by the eriophyid mite *Leipotrix dipsacivagus* Petanovic et Rektor (Acari: Eriophyoidea). – J Plant Interact, 4:1–6.
- Pećinar, I., B. Stevanović, B. Rektor, R. Petanović, 2011. Micro-morphological alterations in young rosette leaves of *Dipsacus laciniatus* L. (Dipsacaceae) caused by infestation of the eriophyid mite *Leipotrix dipsacivagus* Petanovic et Rektor (Acari: Eriophyoidea) under laboratory conditions. – Arthropod-Plant Interactions, vol. 5, number 3, 201–208.
- Petanović, R., M. Kielkiewicz, 2009. Plant–eriophyid mite interactions: cellular biochemistry and metabolic responses induced in mite-injured plant. Part I. – Exp Appl Acarol, 51:61–80.
- Petanović, R., M. Kielkiewicz, 2010. Plant-Eriophyid Mite (EM) interactions: specific and unspecific morphological alterations, Part II. – Exp Appl Acarol, 51:81–91.
- Petanović, R., B. Rektor, 2007. A new species of *Leipotrix* (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) on *Dipsacus* spp. in Europe and reassignment of two *Epitrimerus* spp. (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) to the genus *Leipotrix*. – Ann Entomol Soc Am, 100:157–163.
- Rančić, D., B. Stevanović, R. Petanović, B. Magud, I. Tosevski, A. Gassmann, 2006. Anatomical injury induced by the eriophyid mite *Aceria anthocoptes* on the leaves of *Cirsium arvense*. – Exp Appl Acarol, 38: 243–253.
- Rektor, B., V. Harizanova, R. Sforza, T. Widmer, R. Widenmann, 2006. Prospects for biological control of teasels, *Dipsacus* spp., a new target in the United States. – Biol Control, 36:1–14.
- Royalty, R., T. Perring, 1988. Morphological analysis of damage to tomato leaflets by tomato russet mite (Acari: Eriophyoidea). – J Econ Entomol, 81(3):816–820.
- Sforza, R., 2004. Candidates for biological control of teasel, *Dipsacus* spp. – In: Cullen JM, Briese DT, Kriticos DJ, Lonsdale WM, Morin L, Scott JK (eds) Proceedings of the XI international symposium on biological control of weeds. CSIRO Entomology, Canberra, 155–161.
- Stoeva, A., B.G. Rektor, V. Harizanova, 2008. Host-specificity testing on *Leipotrix dipsacivagus* (Acari: Eriophyoidea), a candidate for biological control of *Dipsacus* spp. – In: Julien MH, Sforza R, Bon MC, Evans HC, Hatcher PE, Hinz HL, Rektor BG (eds) Proceedings

of the XII international symposium on biological control of weeds. CAB International Wallingford, UK. April 22–27, 2007. Montpellier, France, 328–332.

Westphal, E., D. Manson, 1996. Feeding effects on host plants: gall formation and other distortions. – In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J (eds) *Eriophyoid Mites—their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, 231–250.

Westphal, E., 1983. Adaptation of gall mites (Acari, Eriophyoidea) to live in galls. – In: Margaris N.S. et al.

(eds), *Plant, Animal, and Microbial Adaptations to Terrestrial Environment*. Plenum Publishing Corporation, 69–75.

Статията е приета на 28.11.2011 г.

Рецензент – доц. д-р Анна Карова

E-mail: annakarova@gmail.com