

Morfologija ličinki krpelja šikare *Haemaphysalis concinna*, *H. punctata* i *H. sulcata*



Morphology of the hard tick larvae *Haemaphysalis concinna*, *H. punctata* and *H. sulcata*

Martinković, F.,* I. Štimac

Sažetak

44

Krpelji šikare (Acari: Ixodida: Ixodidae) jesu ektoparaziti koji se hrane krvlju divljih i domaćih kopnenih ili poluvodjenih kralježnjaka. Rasprostranjeni su po cijelom svijetu te prenose različite uzročnike bolesti i životinja i ljudi. Poznato je da rod *Haemaphysalis* Koch, 1844, sadržava 172 različite vrste od kojih se najmanje osam nalazi na području zapadnog palearktika: *Haemaphysalis inermis*, *H. punctata*, *H. sulcata*, *H. caucasica*, *H. concinna*, *H. hispanica*, *H. erinacei* i *H. parva*. Na području Republike Hrvatske do sada je pronađeno sljedećih šest vrsta: *H. concinna*, *H. erinacei*, *H. inermis*, *H. parva*, *H. punctata* i *H. sulcata*, koje su vektori uzročnika određenih zaraznih i parazitskih bolesti. S obzirom na to da su samo određene vrste roda *Haemaphysalis* dokazani vektori određenih uzročnika bolesti, točna identifikacija vrste navedenog roda krpelja šikare iznimno je važna za pravodobno dijagnosticiranje bolesti. Stoga je cilj ovog istraživanja bio prikazati ključeve za identifikaciju vrsta i morfološki, tj. slikovno prikazati tri naše najsličnije i najučestalije vrste roda *Haemaphysalis*. U ovom će istraživanju pažnja biti posvećena razlikovanju razvojnih stadija, tj. ličinki vrsta *H. concinna*, *H. punctata* i *H. sulcata*.

Ključne riječi: krpelji šikare, morfologija, *Haemaphysalis concinna*, *H. punctata*, *H. sulcata*

Abstract

Hard ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae) are ectoparasites that feed on the blood of wild and domestic, terrestrial or semi-aquatic vertebrates. They are spread worldwide and transmit various causative agents of both animal and human diseases. One of the genera, the genus *Haemaphysalis* Koch, 1844, is known to contain 172 different species. There are at least eight species of the genus *Haemaphysalis* in the Western Palearctic region: *Haemaphysalis inermis*, *H. punctata*, *H. sulcata*, *H. caucasica*, *H. concinna*, *H. hispanica*, *Haemaphysalis erinacei* and *H. parva*. So far, six species have been found in the Republic of Croatia: *H. concinna*, *H. erinacei*, *H. inermis*, *H. parva*, *H. punctata* and *H. sulcata* which are the vectors of certain causative agents of infectious and parasitic diseases. Since only certain species of the genus *Haemaphysalis* are proven vectors of causative agents, accurate species identification of the aforementioned hard tick genus

dr. sc. Franjo MARTINKOVIĆ, dr. med. vet., docent, Zavod za parazitologiju i invazijske bolesti s klinikom, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Iva ŠTIMAC, dr. vet. med., 10000 Zagreb. Dopisni autor: fmartinkovic@gmail.com

is extremely important for the early diagnosis of the diseases. Therefore, the goal of this research was to present the identification keys and morphology of the larvae of our three most similar and most common *Haemaphysalis* species. In this research, attention is paid to distinguishing the developmental stages of *H. concinna*, *H. punctata* and *H. sulcata* larvae.

Key words: hard ticks, morphology, *Haemaphysalis concinna*, *H. punctata*, *H. sulcata*

Uvod

Krpelji šikare (Acari: Ixodida: Ixodidae) jesu ekto-paraziti koji se hrane krvlju divljih i domaćih kopnenih ili poluvodenih kralježnjaka. Rasprostranjeni su svuda po svijetu i sposobni su prenijeti različite uzročnike bolesti ljudi i životinja. Svrstani su u nekoliko rodova: *Amblyomma*, *Anomalohimalaya*, *Bothriocroton*, *Compluriscutula*, *Cornupalpatum*, *Cosmiomma*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes*, *Margaropus*, *Nosomma*, *Rhipicentor* i *Rhipicephalus* (Guglielmone i sur., 2014.a).

Rod krpelja šikare *Haemaphysalis* Koch, 1844, široko je rasprostranjen te su do sada poznate 172 vrste (Guglielmone i sur., 2014.a, Apanaskevich i Tomlinson, 2019.; Apanaskevich i sur., 2020.). Stadij ličinke, nimfe te barem jedan odrasli stadij opisani su za više od 70 % poznatih vrsta unutar palearktičkog područja te za nešto više od polovice od ukupno poznatih vrsta (Guglielmone i sur., 2014.a).

Na području Europe, sjeverne Afrike s Arabijom i dijela Azije do Urala, tj. zapadnog palearktičkog područja, prisutno je najmanje osam vrsta roda *Haemaphysalis*: *H. inermis* Birula, 1895, *H. punctata* Canestrini i Fanzago, 1878, *H. sulcata* Canestrini i Fanzago, 1878., *H. caucasica* Olenov, 1928, *H. concinna* Koch, 1844, *H. hispanica* Gil Collado, 1938, *H. erinacei* Pavesi, 1884 i *H. parva* (Neumann 1897) (Guglielmone i sur., 2014a.). Na području Republike Hrvatske do sada je pronađeno šest vrsta, i to: *H. concinna*, *H. erinacei*, *H. inermis*, *H. parva*, *H. punctata* i *H. sulcata* (Krčmar, 2012.).

Haemaphysalis concinna je trikseni krpelj čiji razvojni ciklus u prirodnim uvjetima traje oko tri godine (Nosek, 1971.a), dok u laboratorijskim uvjetima, s relativnom vlažnošću zraka između 90 i 95 % i pri temperaturi između 20 i 24 °C, može završiti razvojni ciklus unutar 194 – 252 dana (Nosek i sur., 1967.; Nosek, 1971.a). Ličinke i nimfe hrane se na raznim malim i srednje velikim sisavcima i pticama, a rijetko na gmazovima (Pomerantzev, 1950.; Nosek i sur., 1967.; Nosek, 1971.a; Filippova, 1997.; Hornok i sur., 2014.). Odrasli se hrane na divljim i domaćim papkarima, mesojedima kao što su lisice i psi te insektivorima srednje veličine, npr. ježevima (Pomerantzev, 1950.; Nosek i sur., 1967.; Olsufjev i Petrov, 1968.;

Nosek, 1971.a; Filippova, 1997.; Földvári i Farkas, 2005.).

H. concinna vektor je različitih vrsta rikecija, uključujući vrste *Rickettsia heilongjiangensis*, *R. sibirica* (Jongejan i Uilenberg, 2005.; Shpynov i sur., 2006.; Dantas-Torres i sur., 2012.), *R. helvetica*, *Candidatus R. rara* i *Candidatus R. kotlanii* (Raoult i sur., 2005.; Sréter-Lancz i sur., 2006.; Hornok i sur., 2010.). Također je vektor *Anaplasma phagocytophilum*, *A. bovis*, *Coxiella burnetii* *Francisella tularensis* (Olsufjev i Petrov 1968.; Řeháček i sur., 1991.; Guryčová i sur., 1995.; Spitalska i Kocianova, 2003.; Barandika i sur., 2008.; Dantas-Torres i sur., 2012.). Do infekcije vrste *H. concinna* bakterijom *Borrelia garinii* može doći prilikom hranjenja na zaraženim miševima, međutim kod navedenog krpelja nije moguć transstadijski prijenos uzročnika (Sun i Xu, 2003.). U navedenoj vrsti krpelja otkrivena je i bakterija *Borrelia burgdorferi* s.l. (Rigó i sur., 2011.), no uloga vrste *H. concinna* kao prikladnog vektora nije razjašnjena zbog obično vrlo niske prevalencije borelija. *H. concinna* vektor je virusa krpeljnog encefalitisa (Rubel i sur., 2018.; Dantas-Torres i sur., 2012.), a u navedenoj je vrsti pronađen i virus krimsko-kongoanske hemoragijske groznice (Tekin i sur., 2012.).

Haemaphysalis punctata jest trikseni krpelj s razvojnim ciklusom koji može trajati jednu do tri godine (Nosek i sur., 1967.; Nosek, 1971b.; Yin i sur., 1996.). U laboratorijskim uvjetima ciklus može završiti za 165 – 229 dana (Nosek, 1971b.). Mali sisavci, zečevi, ježevi, ptice, pa čak i gušteri nositelji su razvojnih stadija, dok se odrasli uglavnom hrane na divljim i domaćim papkarima, osobito govedima, ovcama i kozama (Nosek, 1971b.; Guglielmone i sur., 2014.a). Ostali nositelji odraslih krpelja su psi, lisice, mustelidi, lagomorfi i ježevi (Nosek, 1971b.; Guglielmone i sur., 2014.a). Rijetko se hrane na ljudima (Nosek, 1971b.).

Haemaphysalis punctata povezuje se s Bhanja, Palma i Tribeč virusima, virusom krpeljnog encefalitisa i krimsko-kongoanske hemoragijske groznice te može prenijeti louping-ill virus (Nosek, 1971b.; Labuda i Nuttall, 2004.; De la Fuente i sur., 2008.; Farkaš i sur., 2012.). *Rickettsia sibirica*, *R. helvetica*, *R. massiliae*, *Anaplasma bovis*, *A. centrale* i *C. burnetii* otkriveni su u ovom krpelju (Stoker i Marmion, 1955.;

Nosek, 1971.b; Barandika i sur., 2008.; Hornok i sur., 2010.; Tijssse-Klasen i sur., 2013.; Palomar i sur., 2015.), a vektor je i bakterija *A. phagocytophilum* i *F. tularensis* (Olsufjev i Petrov 1968.; Nosek 1971.b; Barandika i sur., 2008.; Farkaš i sur., 2012.), različitih vrsta protista, kao što su *Babesia bigemina*, *B. major* i *B. motasi* (Nosek 1971.b; Alani i Herbert, 1988.), *Theileria mutans* te *T. ovis* (Nosek, 1971.b; Brocklesby i Barnett, 1972.). *H. punctata* smatran je uzročnikom krpeljne paralize u koza, ovaca i peradi (Mans i sur., 2008.), no to nikad nije dokazano.

Haemaphysalis sulcata jest trikseni krpelj. Odrasli se uglavnom hrane na domaćim i divljim kopitarima, dok razvojni stadiji imaju posebnu sklonost prema gmazovima, a pronađeni su i na pticama koje se gnijezde na tlu te na malim sisavcima (Filippova, 1997.; Keskin i sur., 2013.). U laboratorijskim uvjetima, gdje se dio populacije može ponašati poput diksenih krpelja, ženke polažu oko 2000 – 3000 jaja, i to 10 – 30 dana nakon otpuštanja s nositelja. Embrionalni razvoj traje oko 18 – 40 dana. Nimfe se presvlače u odrasle jedinice za 23 – 52 dana (Pomerantzev, 1950.). U prirodi ženke krpelja polažu jaja u razdoblju od ožujka do travnja, a ličinke će se izleći tijekom svibnja i lipnja. Presvlačenje nahranjenih ličinki i nimfi zbiva se u pukotinama stijena, ispod kamenja i u jazbinama malih, divljih sisavaca. Neke se presvučene nimfe hrane čak tijekom iste sezone kako bi prezimile. Cijeli razvojni ciklus traje oko jednu do dvije godine (Filippova, 1997.). Metodama molekularne dijagnostike su kod vrste *H. sulcata* dokazane rikcije *Anaplasma marginale* i *C. burnetii* (Körner i sur., 2021.; Alam i sur., 2022.). U Republici Hrvatskoj opisana je visoka prevalencija krpelja *H. sulcata* inficiranih bakterijom *Rickettsia hoogstraalii* (Duh i sur., 2006.; 2010.).

Literatura o krpeljima šikare vrlo je opsežna, međutim u nekim slučajevima kontradiktorna i konfuzna s obzirom na to da su različiti autori opisivali iste vrste krpelja pod različitim imenom ili obrnuto – različite vrste krpelja pod istim imenom (Gugliemone i sur., 2014.b). Stoga su znanstvenici često bili u nedoumici u kojoj znanstvenoj literaturi mogu pronaći točne podatke o određenoj vrsti krpelja, za potrebe istraživanja, poučavanja ili nečeg trećeg. Cilj ovog istraživanja, kao još jednog u nizu o morfologiji krpelja (Kvesić i sur., 2017.; Boban i sur., 2021.; Perez i Martinković, 2021.), jest morfološki prikaz triju naših najslabijih i najučestalijih vrsta roda *Haemaphysalis* kako bi olakšali njihovu identifikaciju, odnosno kako bi spriječili zamjenu jedne vrste s drugom. U ovom će istraživanju pažnja biti posvećena razlikovanju razvojnih stadija, tj. ličinki vrsta *H. concinna*, *H. punctata* i *H. sulcata*.

Materijali i metode

Prikupljanje i identifikacija ženki te in vitro uzgoj ličinki

Nasisane ženke krpelja skinute su s goveda i dopremljene na Zavod za parazitologiju i invazijske bolesti s klinikom u svrhu determinacije vrsta prema ključevima iz znanstvene literature (Nosek i sur., 1972.; Filippova, 1997.; Estrada-Peña i sur., 2004.). Ženke vrsta *H. concinna*, *H. punctata* i *H. sulcata* nakon toga su prebačene u zasebne epruvete od 50 mL s plastičnim čepom u svrhu uzgoja ličinki (Levin i Schumacher, 2016.) na sobnoj temperaturi (18 – 23 °C). Unutar epruvete stavljena je vlažna papirnata maramica radi sprečavanja isušivanja ženki i jaja. Svaki je dan provjeravana aktivnost krpelja i eventualna prisutnost plijesni. Nakon 10 – 14 dana ženke su počele nesti jaja. Ličinke su se počele izlijevati nakon pet tjedana. Otprilike dva tjedna nakon početka lijevanja ličinke su sakupljene i stavljene u 70%-tni alkohol. Uzorci ženki su prikupljeni u razdoblju između 2016. i 2017. godine na području otoka Brača i naselja Sjeverovca u općini Sunja.

Prikupljanje, identifikacija i ključevi za identifikaciju krpelja

Ličinke krpelja izvađene su iz arhiva, stavljene na predmetnicu i prosvijetljene laktofenolom te zatvorene DPX-om (engl. *dibutylphthalate polystyrene xylene*) ili uklopljene u kanadski balzam – u svrhu pripreme trajnih preparata za identifikaciju i fotografiranje. Takve su ličinke potom mikroskopom Olympus Bx51 identificirane prema relevantnim i najnovijim ključevima za identifikaciju ličinki krpelja (Nosek i sur., 1972.; Filippova, 1997.; Cringoli sur., 2005.; Estrada-Peña i sur., 2017.). Trajni preparati ličinki fotografirani su mikroskopskom kamerom, a fotografije su obrađene računalnim programom Quick-PHOTO MICRO 2.3.

Kako bi morfologija krpelja bila jasno prikazana na fotografijama, fotografiranje je provedeno tzv. slaganjem fokusa (engl. *focus stacking*). Naime svaka je ličinka fotografirana više puta u različitim visinama (prema potrebi). Zatim su njezine fotografije spojene u jednu jedinstvenu fotografiju na kojoj su bile sve morfološke osobitosti. Fotografije su spajane pomoću računalnog programa Zarene Stacker, T2022-04-21-0715, nakon čega su obrađene u računalnom programu Corel Draw X3.

Ključevi za identifikaciju prikazani su u tekstualnom obliku koji je popraćen prethodno navedenim fotografijama.

Rezultati

Opis utvrđenih morfoloških karakteristika ličinki krpelja *H. sulcata*:

1. Palpi su kratki, s posterolateralnim rubovima članka palpa II, koji više ili manje strše u odnosu na zamišljenu okomitu liniju s lateralnim rubovima ovratnika (*basis capituli*).

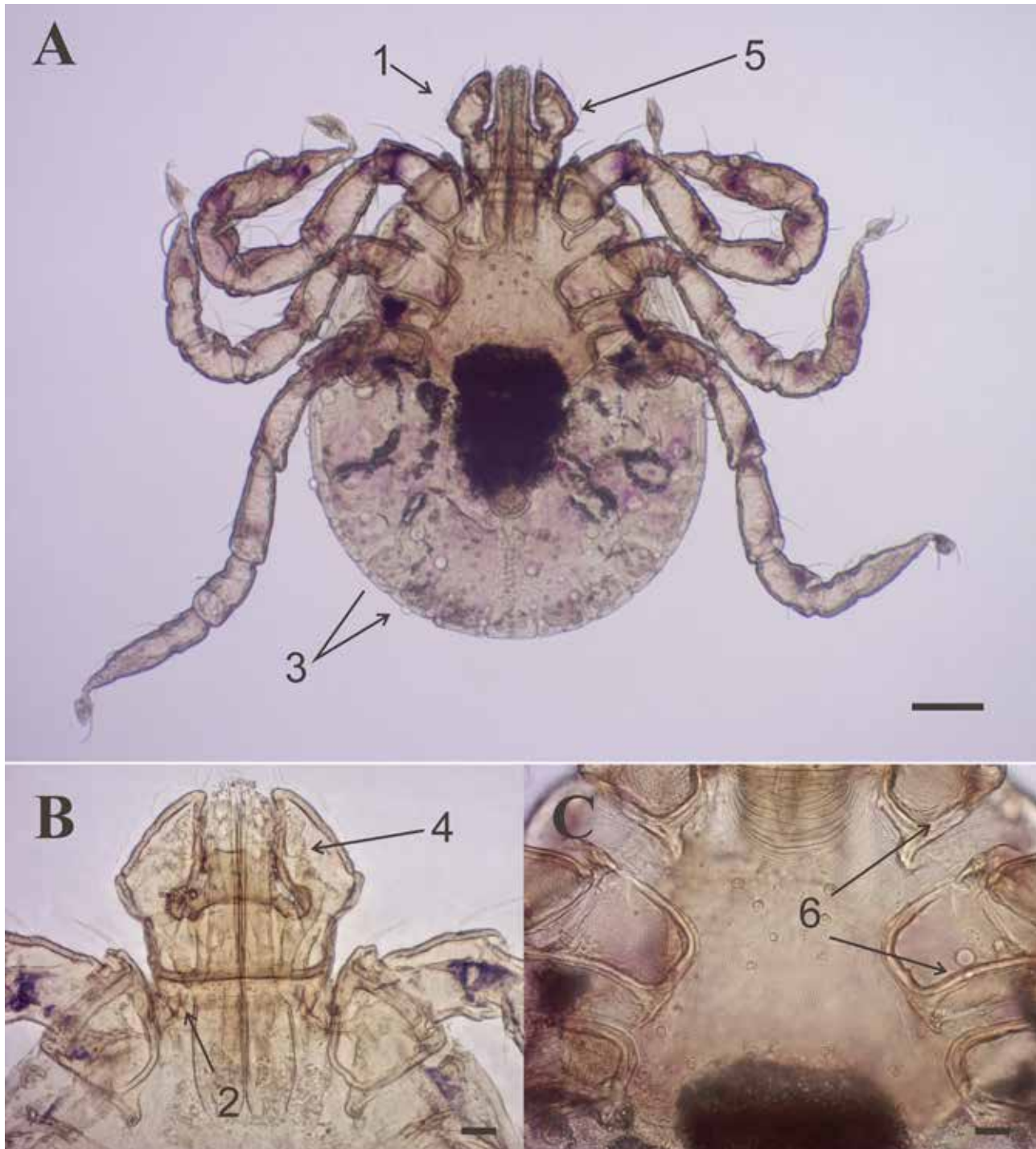
2. Rogova (*cornua*) nema.

3. Idiosoma s devet festuna.

4. Ne posjeduje ventralni izdanak (trn) na III članku palpa.

5. Članak II palpa s posterolateralnim rubovima koji se sužavaju.

6. Nema koksalne izdanke ni na jednoj koksi.



Slika 1. Prikaz ličinke krpelja *H. sulcata*. A. Mjerka = 100 μ m, B. i C. Mjerka = 20 μ m.

Opis utvrđenih morfoloških karakteristika ličinki krpelja *H. punctata*:

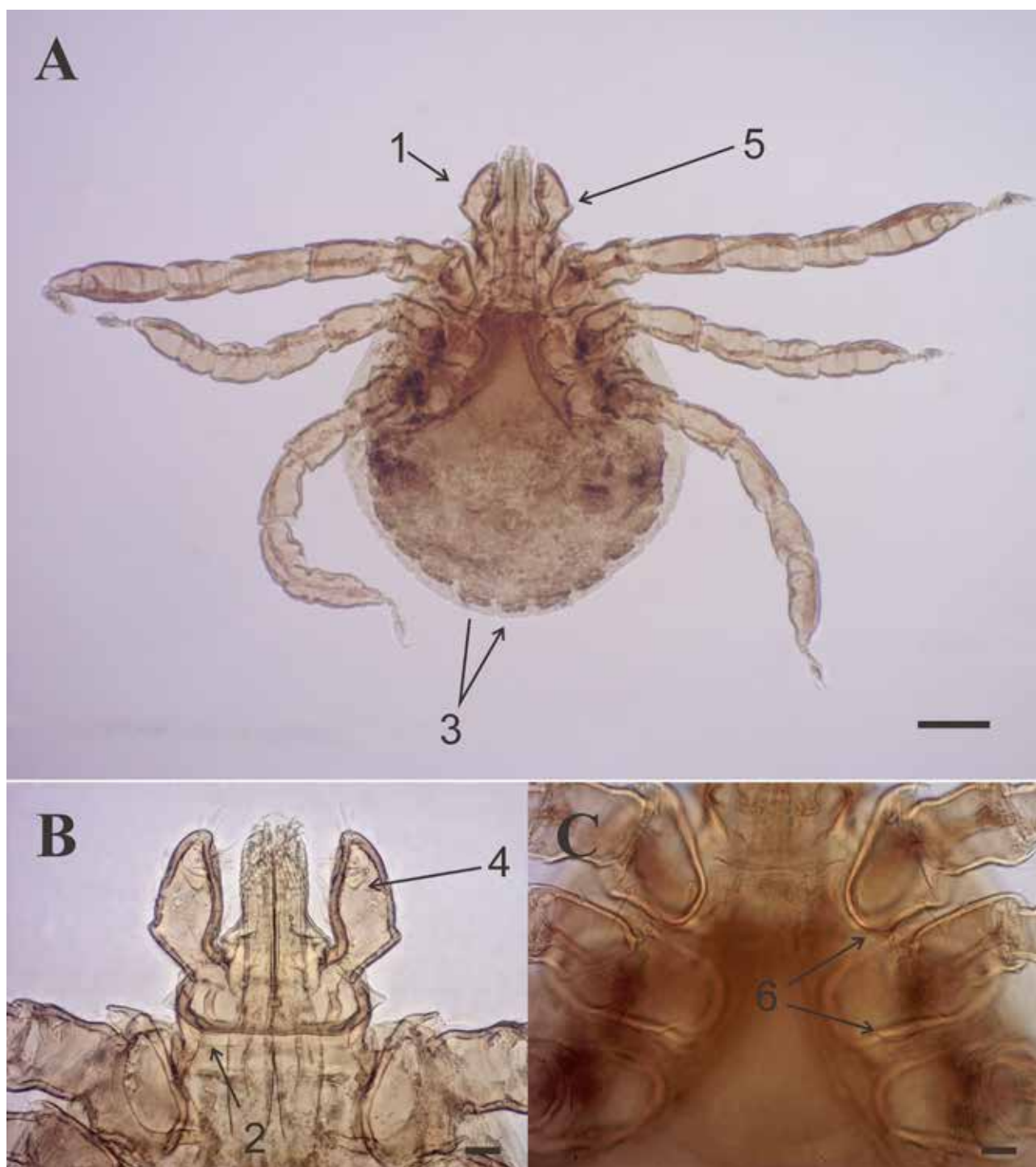
1. Palpi su kratki, s posterolateralnim rubovima članka palpa II, koji više ili manje strše u odnosu na zamišljenu okomitu liniju s lateralnim rubovima ovratnika.
2. Rogova nema, ovratnik s dorzalne strane lateralno trokutast.

3. Idiosoma s 11 festuna.

4. Članak III palpa sa šiljastim ventralnim izdankom.

5. Članak II palpa s posterolateralnim rubovima koji se sužavaju u oštri vrh.

6. Sve kokse s izdancima.



Slika 2. Prikaz ličinke krpelja *H. punctata*. A. Mjerka = 100 μ m, B. i C. Mjerka = 20 μ m.

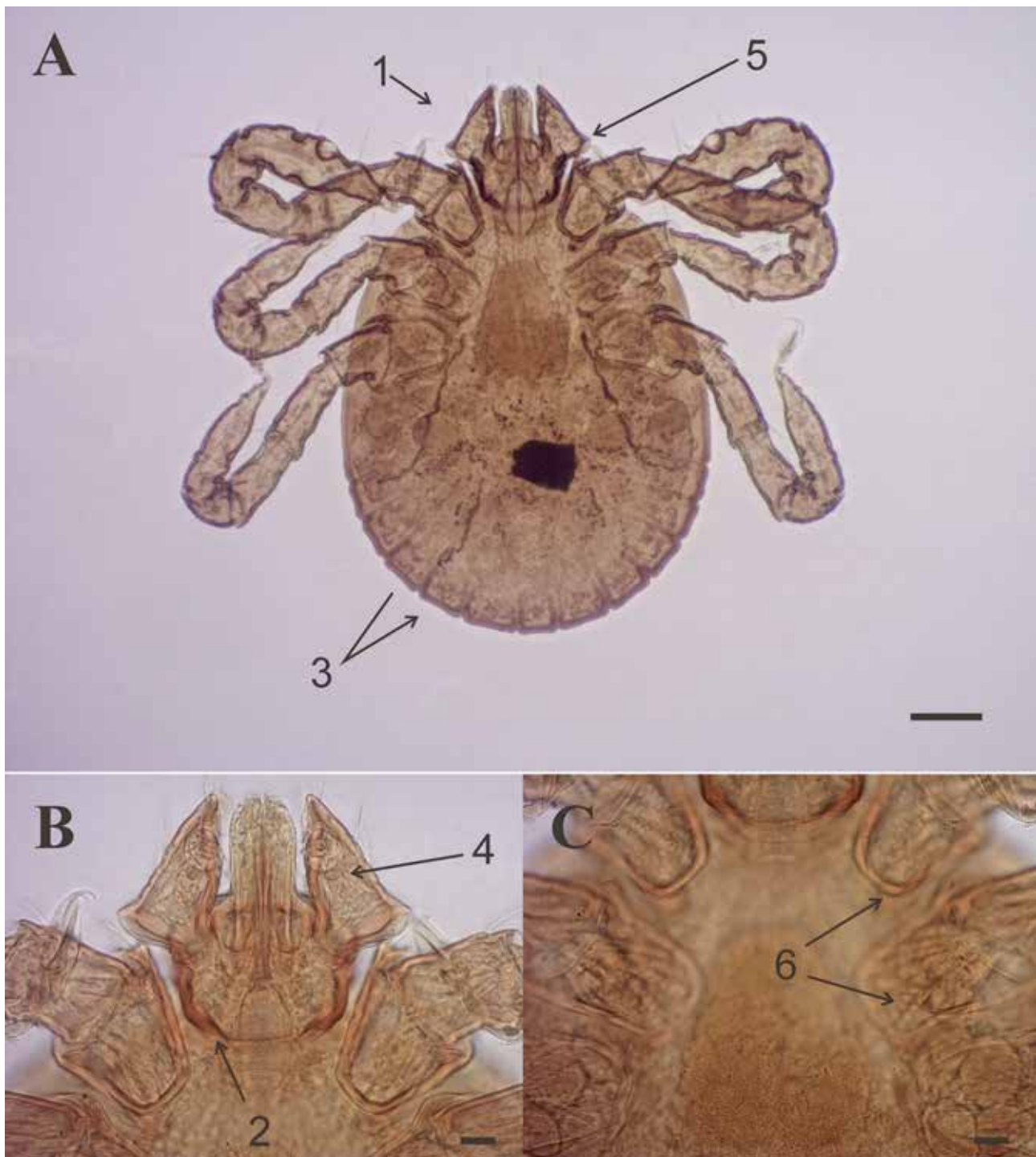
Opis utvrđenih morfoloških karakteristika ličinki krpelja *H. concinna*:

1. Palpi su kratki, s posterolateralnim rubovima članka II palpa, koji više ili manje strše u odnosu na zamišljenu okomitu liniju s lateralnim robovima ovratnika.
2. Rogovi su prisutni, mali i široko zaobljeni.
3. Idiosoma s 11 festuna.

4. Ventralni izdanak na palpnom članku III je kratak.

5. Vanjska kontura palpa konkavna je, s jasnom lateralnom izbočinom na bazi drugog članka palpa, sužavajući se na III članak palpa.

6. Koksalni izdanak vidljiv je na koksama I, vrlo mali grebeni na koksama II i III.



Slika 3. Prikaz ličinke krpelja *H. concinna*. A. Mjerka = 100 μ m, B. i C. Mjerka = 20 μ m.

Revidirani ključevi za identifikaciju ličinki krpelja roda *Haemaphysalis*

1.a. Palpi su izduženi, s bočnim rubovima koji ne strše sa strane ovratnika, tj. ne prelaze zamišljenu okomitu liniju s lateralnim rubovima ovratnika; članci II i III su spojeni.....*Haemaphysalis inermis*.

1.b. Palpi su kratki, s posterolateralnim rubovima članka II koji više ili manje strše u odnosu na zamišljenu okomitu liniju s lateralnim rubovima ovratnika....2.

2.a. Rogovi su odsutni; idiosoma s devet festuna, ne posjeduje ventralni izdanak na III. članku palpa, nema koksalne izdanke ni na jednoj koksi (kuku).....*H. sulcata* (Slika 1).

2.b. Rogovi odsutni ili prisutni; idiosoma s 11 festuna.....3.

3.a. Rogovi su odsutni. Članak II palpa s posterolateralnim rubovima koji se sužavaju u oštri vrh; članak III sa šiljastim ventralnim izdankom koji se proteže do šava s člankom II. Sve su kokse s izdancima.....*H. punctata* (Slika 2.).

3.b. Rogovi su prisutni ili odsutni. Palpi su trokutasti ili zvonoliki, s ventralnim izdancima ili bez njih - 4.

4.a. Rogovi su prisutni. Stražnji rub članka II palpa s ventralnim izdankom koji strši prema natrag.....5.

4.b. Rogovi prisutni ili odsutni. Stražnji rub članka II palpa bez ventralnog izdanka koji strši prema natrag.....6.

5.a. Koksalni izdanci samo na koksi I, s nešto hitinskih grebena na koksama II i III. Rogovi su prisutni i dugi.....*H. parva*.

5.b. Koksalni izdanci na svakoj koksi. Rogovi su prisutni i zaobljeni.....*H. caucasica*.

6.a. Rogovi su odsutni. Koksalni izdanci samo na koksama I, s malim hitinskim grebenom na koksama II i III. Članak I palpa s unatrag usmjerenim izdankom na ventralnoj strani.....*H. erinacei*.

6.b. Rogovi su prisutni ili odsutni. Članak III palpa s izdankom na ventralnoj strani, koji gotovo doseže šav s člankom II palpa. Članak I bez izdanka na ventralnoj strani.....7.

7.a. Vanjska je kontura palpa konkavna, s jasnom lateralnom izbočinom na bazi drugog članka palpa, sužavajući se na III. članak palpa. Ventralni izdanak na III. palpnom članku kratak je. Rogovi su prisutni, mali i široko zaobljeni. Koksalni izdanak vidljiv je na koksama I, vrlo mali grebeni na koksama II i III.....*H. concinna* (Slika 3).

7.b. Vanjska kontura palpa konveksna je, zvonasta, s jasnom bočnom izbočinom na bazi drugog palpnog članka, zatim ravna ili blago konveksna prema III. članku. Rogovi su prisutni, relativno du-

gački i široki. Koksalni izdanci vidljivi su na tri kokse.*H. hispanica*.

Rasprava i zaljučak

Vrste *H. concinna*, *H. punctata* i *H. sulcata* sposobne su prenijeti uzročnike velikog broja različitih bolesti od veterinarske i/ili javnozdravstvene važnosti. Unatoč neznatnoj veličini ličinki ne smije se zanemariti njihova sposobnost prijenosa uzročnika bolesti. Stoga je identifikacija vrste iznimno važna za postavljanje pravodobne sumnje i brže dijagnostike bolesti, s obzirom na činjenicu da su samo neke vrste dokazani vektori određenih bolesti. Pri identifikaciji ličinki krpelja u ovom je istraživanju uočen nesklad između opaženih morfoloških svojstava i objavljenih ključeva za identifikaciju (Estrada-Pena i sur., 2017.). Premda se u ovom slučaju radi o novijoj znanstvenoj literaturi renomiranih istraživača, u ovom istraživanju nije bilo moguće u potpunosti upotrijebiti navedene podatke. Točnije, primijećena je pogreška u opisu ključeva za identifikaciju ličinki roda *Haemaphysalis* kao i slikovnim prikazima, gdje je vrsta *H. sulcata* zamijenjena s vrstom *H. punctata* (Estrada-Pena i sur., 2017., stranica 228, 240 i 246). S tim, nažalost, pada kredibilitet cijelog izdanja (knjige). Zbog toga je znanstvenu literaturu i u njoj navedene podatke uvijek potrebno provjeriti iz više različitih izvora, ne zanemarujući stariju znanstvenu literaturu pisanu ne samo na engleskom nego i na drugim svjetskim jezicima (Filipova, 1997.; Cringoli i sur., 2005.). Prikazani rezultati analize ličinki krpelja u skladu su s podacima Noseka i suradnika (1972.), Filipove (1997.) te Cringolia i suradnika (2005.). Na osnovi prikazanih rezultata i nakon usporedbe s podacima drugih autora (Nosek i sur., 1972.; Filipova, 1997.; Cringoli i sur., 2005.) revidirali smo ključeve za identifikaciju ličinki krpelja roda *Haemaphysalis* na području zapadnog palearktika. U konačnici, nadamo se da će prikazani ključevi olakšati identifikaciju navedenih vrsta krpelja te potrebitim ekspertima omogućiti pravodobno postavljanje sumnje na bolesti čije uzročnike određene vrste mogu prenijeti.

Literatura

- ALAM, S., M. KHAN, A. ALOUFFI, M. M. ALMUTAIRI, S. ULLAH, M. NUMAN, N. ISLAM, Z. KHAN, O. AIMAN, S. ZAMAN SAFI, T. TANAKA, A. ALI (2022): Spatio-temporal patterns of ticks and molecular survey of *Anaplasma marginale*, with notes on their phylogeny. *Microorganisms* 10, 1663.
- ALANI, A. J., I. V. HERBERT (1988): The morphometrics of *Babesia motasi* (Wales) and its transmission by *Haemaphysalis punctata* (Canestrini and Fanzago 1877) to sheep. *Vet. Parasitol.* 30, 87-95.

- APANASKEVICH, D. A., J. A. TOMLINSON (2019): Description of four new species of *Haemaphysalis* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) from the *H. (Rhipistoma) spinulosa* subgroup, parasites of carnivores and rodents in Africa. *Syst. Parasitol.* 96, 625-657.
- APANASKEVICH, D. A., S. M. GOODMAN (2020): Description of a new species of *Haemaphysalis* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) from the *H. (Rhipistoma) asiatica* subgroup, parasite of an endemic Malagasy carnivore (Carnivora: Eupleridae). *Syst. Parasitol.* 97, 591-599.
- BARANDIKA, J. F., A. HURTADO, J. GARCÍA-SANMARTÍN, R. A. JUSTE, P. ANDA, A. GARCÍA-PÉREZ (2008): Prevalence of tick-borne zoonotic bacteria in questing adult ticks from northern Spain. *Vector Borne Zoonot. Dis.* 8, 829-835.
- BOBAN, A., T. KVESIĆ, F. MARTINKOVIĆ (2021): Morfološka karakterizacija krpelja šikare roda *Ixodes*, važnih vektora uzročnika bolesti na području Republike Hrvatske. *Hrvatski veterinarski vjesnik*, 29, 40-47.
- BROCKLESBY, D., S. BARNETT (1972): The tick *Haemaphysalis punctata*, shown to be a vector of *Theileria mutans* in Britain. *Vet. Rec.* 90, 512-513.
- CRINGOLI, G., A. IORI, L. RINALDI, V. VENEZIANO, C. GENCHI (2005): *Mappe parassitologiche - Zecche*. Series Edit, Giuseppe Cringoli, Napoli, 263 s.
- DANTAS-TORRES, F., B. B. CHOMEL, D. OTRANTO (2012): Ticks and tick-borne diseases: a one health perspective. *Trends Parasitol.* 28, 437-446.
- DE LA FUENTE, J., A. ESTRADA-PEÑA, J. M. VENZAL, K. M. KOCAN, D. E. SONENSHINE (2008): Overview: ticks as vectors of pathogens that cause disease in humans and animals. *Front. Biosci.* 13, 6938-6946.
- DUH, D., V. PUNDA-POLIC, T. AVSIC-ZUPANC, D. BOUYER, D. H. WALKER, V. L. POPOV, M. JELOVSEK, M. GRACNER, T. TRILAR, N. BRADARIC, T. J. KURTTI, J. STRUS (2010): *Rickettsia hoogstraalii* sp. nov., isolated from hard and soft-bodied ticks. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 60, 977-984
- DUH, D., V. PUNDA-POLIĆ, T. TRILAR, M. PETROVEC, N. BRADARIĆ, T. AVSIC-ZUPANC (2006): Molecular identification of *Rickettsia felis*-like bacteria in *Haemaphysalis sulcata* ticks collected from domestic animals in southern Croatia. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1078, 347-351.
- ESTRADA-PEÑA, A., A. D. MIHALCA, T. N. PETNEY (2017): *Ticks of Europe and North Africa: A guide to species identification*. Springer International Publishing AG, 2017. 404 s.
- FARKAS, R., A. ESTRADA-PEÑA, T. G. T. JAENSON, I. PASCUCCI, M. MADDER (2012): Basic biology and geographical distribution of tick species involved in the transmission of animal pathogens, including zoonoses. U: Salman M, Tarrés-Call J (eds) *Ticks and tick-borne diseases: geographical distribution and control strategies in the Euro-Asian region*. CABI, Boston, 6-26.
- FILIPE, A. R., M. J. ALVES, N. KARABATSOS, A. P. DE MATOS, M. S. NÚNCIO, F. BACELLAR (1994): Palma virus, a new bunyaviridae isolated from ticks in Portugal. *Intervirology* 37, 348-51.
- FILIPPOVA, N. A. (1997): Ixodid ticks of subfamily Amblyomminae. In the fauna of Russia and neighboring countries. New Series no. 145: Arachnoidea, vol 4, St. Petersburg, Nauka.
- FÖLDVÁRI, G., R. FARKAS (2005): Ixodid tick species attaching to dogs in Hungary. *Vet. Parasitol.* 129, 125-131.
- GUGLIELMONE, A. A., R. G. ROBBINS, D. A. APANASKEVICH, T. N. PETNEY, A. ESTRADA-PEÑA, I. G. HORAK (2014a): The hard ticks of the world (Acari: Ixodida: Ixodidae). Springer, Dordrecht, 738 s.
- GUGLIELMONE, A. A., S. NAVA (2014b): Names for Ixodidae (Acari: Ixodoidea): valid, synonyms, incertae sedis, nomina dubia, nomina nuda, lapsus, incorrect and suppressed names—with notes on confusions and misidentifications. *Zootaxa* 3767, 1-256.
- GURYČOVÁ, D., E. KOCIANOVÁ, V. VÝROSTEKOVÁ, J. ŘEHÁČEK (1995): Prevalence of ticks infected with *Francisella tularensis* in natural foci of tularemia in western Slovakia. *Eur. J. Epidemiol.* 11, 469-474.
- HORNOK, S., M. L. MELI, A. PERRETEN, R. FARKAS, B. WILLI, F. BEUGNET, R. HOFMANN-LEHMANN (2010): Molecular investigation of hard ticks (Acari: Ixodidae) and fleas (Siphonaptera: Pulicidae) as potential vectors of rickettsial and mycoplasmal agents. *Vet. Microbiol.* 140, 98-104.
- HORNOK, S., D. KOVÁTS, T. CSÖRGŐ, M. L. MELI, E. GÖNCZI, Z. HADNAGY, N. TAKÁCS, R. FARKAS, R. HOFMANN-LEHMANN (2014): Birds as potential reservoirs of tick-borne pathogens: first evidence of bacteraemia with *Rickettsia helvetica*. *Parasit. Vectors* 7, 128.
- JONGEJAN, F., G. UILENBERG (2005): The global importance of ticks. *Parasitology* 129, Suppl. 53-14.
- KESKIN, A., A. BURSALI, Y. KUMLUTAS, C. ILGAZ, S. TEKIN (2013): Parasitism of immature stages of *Haemaphysalis sulcata* (Acari: Ixodidae) on some reptiles in Turkey. *J. Parasitol.* 99, 752-755.
- KVESIĆ, T., A. BOBAN, F. MARTINKOVIĆ (2017): Morfološka karakterizacija krpelja šikare roda *Dermacentor*, važnih vektora uzročnika bolesti na

- području Republike Hrvatske. Hrvatski veterinarski vjesnik, 25, 61-66.
- KÖRNER, S., G. R. MAKERT, S. ULBERT, M. PFEFFER, K. MERTENS-SCHOLZ (2021): The prevalence of *Coxiella burnetii* in hard ticks in Europe and their role in Q fever transmission revisited-A systematic review. *Fron. Vet. Sci.* 8, 655715.
 - KRČMAR, S. (2012): Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. *ZooKeys* 234, 19-57.
 - LABUDA, M., P. A. NUTTALL (2004): Tick-borne viruses. *Parasitology* 129, 221-245.
 - LEVIN, M. L., L. B. SCHUMACHER (2016): Manual for maintenance of multi-host ixodid ticks in the laboratory. *Exp. Appl. Acarol.* 70, 343-367.
 - NOSEK, J., M. LICHARD, M. SZTANKAY (1967): The ecology of ticks in the Tribec and Hronský Inovec mountains. *Bull. World Health Organ.* 36 (Suppl 1), 49-59.
 - NOSEK, J. (1971a): The ecology, bionomics and behaviour of *Haemaphysalis (Haemaphysalis) concinna* tick. *Z. Parasitenkd.* 36, 233-241.
 - NOSEK, J. (1971b): The ecology, bionomics, and behaviour of *Haemaphysalis (Aboimialis) punctata* tick in Central Europe. *Z. Parasitenk.* 37, 198-210
 - NOSEK, J., W. SIXL, P. KVIČALA, H. WALTINGER (1972): Central European ticks (Ixodoidea), keys for determination. *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie am Landesmuseum, Joanneum in Graz* 1, 61-92.
 - OLSUFYEV, N. G., V. G. PETROV (1968): Discovery of *Haemaphysalis concinna* Koch ticks naturally infected by the tularemia agent. *Tr. Inst. Zool. Akad. Kazakh SSR* 12, 54-56.
 - PALOMAR, A. M., A. PORTILLO, P. SANTIBÁÑEZ, D. MAZUELAS, L. RONCERO, L. GARCÍA-ÁLVAREZ, S. SANTIBÁÑEZ, Ó. GUTIÉRREZ, J. A. OTEO (2015): Detection of tick-borne *Anaplasma bovis*, *Anaplasma phagocytophilum* and *Anaplasma centrale* in Spain. *Med. Vet. Entomol.* 29, 349-353.
 - PEREZ, K., F. MARTINKOVIĆ (2021): Ključevi za morfološku determinaciju razvojnih stadija nimfe i larve krpelja šikare vrste *Ixodes ricinus*. *Hrvatski veterinarski vjesnik*, 29 (4), 44-48.
 - POMERANTZEV, B. I. (1950): Fauna of U.S.S.R. Arachnida, IV (2) Ixodid ticks (Ixodidae). *Academy of Sciences USSR, Leningrad.*
 - RAOULT, D., P. E. FOURNIER, M. EREMEEVA, S. GRAVES, P. J. KELLY, J. A. OTEO, Z. SEKEYOVA, A. TAMURA, I. TARASEVICH, L. ZHANG (2005): Naming of rickettsiae and rickettsial diseases. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1063, 1-12.
 - ŘEHÁČEK, J., J. ÚRVÖLGYI, E. KOCIANOVÁ, Z. SEKEYOVÁ, M. VAVREKOVÁ, E. KOVÁČOVÁ (1991): Extensive examination of different tick species for infestation with *Coxiella burnetii* in Slovakia. *Eur. J. Epidemiol.* 7, 299-303.
 - RIGÓ, K., M. GYURANECZ, A. G. TÓTH, G. FÖLDVÁRI (2011): Detection of *Borrelia burgdorferi* sensu lato and *Anaplasma phagocytophilum* in small mammals and ectoparasites in Hungary. *Vector Borne Zoonot. Dis.* 11, 1499-1501.
 - RUBEL, F., K. BRUGGER, M. WALTER, J. R. VOGELGESANG, Y. M. DIDYK, S. FU, O. KAHL (2018): Geographical distribution, climate adaptation and vector competence of the Eurasian hard tick *Haemaphysalis concinna*. *Ticks Tick. Borne Dis.* 9, 1080-1089.
 - SHPYNOV, S., P. E. FOURNIER, N. RUDAKOV, I. TARASEVICH, D. RAOULT (2006): Detection of members of the genera *Rickettsia*, *Anaplasma*, and *Ehrlichia* in ticks collected in the Asiatic part of Russia. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1078, 378-383.
 - SPITALSKA, E., E. KOCIANOVA (2003): Tick-borne microorganisms in southwestern Slovakia. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 990, 196-200.
 - SRÉTER-LANCZ, Z., Z. SZÉLL, G. KOVÁCS, L. EGYED, K. MÁRRIALIGETI, T. SRÉTER (2006): Rickettsiae of the spotted-fever group in ixodid ticks from Hungary: identification of a new genotype ('*Candidatus Rickettsia kotlani*'). *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 100, 229-236.
 - STOKER, M. G. P., B. P. MARMION (1955): Q fever in Britain: Isolation of *Rickettsia burnetii* from the tick *Haemaphysalis punctata*. *J. Hyg. (Lond.)* 53, 322-327.
 - SUN, Y., R. XU (2003): Ability of *Ixodes persulcatus*, *Haemaphysalis concinna* and *Dermacentor silvarum* ticks to acquire and transstadially transmit *Borrelia garinii*. *Exp. Appl. Acarol.* 31, 151-160.
 - TEKIN, S., A. BURSALI, N. MUTLUAY, A. KESKIN, E. DUNDAR (2012): Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in various ixodid tick species from a highly endemic area. *Vet. Parasitol.* 186, 546-552.
 - TIJSSE-KLASSEN, E., K. M. HANSFORD, S. JAHFARI, P. PHIPPS, H. SPRONG, J. M. MEDLOCK (2013): Spotted fever group rickettsiae in *Dermacentor reticulatus* and *Haemaphysalis punctata* ticks in the UK. *Parasit. Vectors* 6, 212.
 - YIN, H., W. LU, J. LUO, Q. ZHANG, W. LU, H. DOU (1996): Experiments on the transmission of *Babesia major* and *Babesia bigemina* by *Haemaphysalis punctata*. *Vet. Parasitol.* 67, 89-98.