

ANALIZA TEMPERATURE SATJA Z ZALEGO V GNEZDIH ČMRLJEV

Janez GRAD¹, Anton GRADIŠEK²

Izveček

Prispevek obravnava in analizira temperaturni interval satja s čmrljo zalego, v okviru katerega so se opazovane čmrlje družine uspešno razvijale do trenutka, ko so iz njih pričele izletavati na plano mlade matice in samčki. V raziskavi je bilo upoštevanih 15 čmrljih družin petih vrst čmrljev, ki živijo v Sloveniji in drugod po srednji Evropi in tudi v Sloveniji: *Bombus hypnorum*, *B. pratorum*, *B. pascuorum*, *B. lapidarius* in *B. humilis*. Dobljeni rezultati kažejo, da čmrlja zalega lahko normalno preživi tudi pri določenem nihanju temperature v satju. Najnižja izmerjena temperatura satja je bila 24,1 °C, najvišja pa 35,5 °C.

Ključne besede: čmrlji, čmrlja zalega, satje z zalego, temperatura satja

BROOD TEMPERATURE ANALYSIS IN BUMBLEBEE NESTS

Abstract

We discuss and analyze the temperature interval of the comb filled with the bumblebee brood within which the observed bumblebee nests successfully developed until the young queens and males emerged and started to fly outside the nest in order to mate. 15 nests of 5 bumblebee species founded by the queens emerging in March, April and May of the year 2017 took part in the research. Studied species are common in Slovenia and Central Europe: *Bombus hypnorum*, *B. pratorum*, *B. pascuorum*, *B. lapidarius* and *B. humilis*. The obtained results show that brood can successfully survive certain temperature oscillations. The lowest obtained comb temperature was 24.1 °C and the highest one 35.5 °C.

Key words: *Bombus*, bumblebee, bumblebee brood, brood comb, comb temperature

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za upravo, Ljubljana, Slovenija

² Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija



UVOD

Vsa živa bitja živijo v določenem življenjskem okolju, ki jim zagotavlja obstoj in razvoj. Za različne vrste bitij se zanje primerna življenjska okolja medsebojno lahko razlikujejo, odvisna pa so od mnogo možnih in potrebnih sestavnih faktorjev, elementov, kot so hranilne snovi, vlaga, voda, zrak in seveda tudi temperatura. Merili smo temperaturo v gnezdu oz. na satju z zalego v gnezdih uspešno se razvijajočih čmrljih družin izbranih vrst čmrljev, ki živijo v Sloveniji. Opravljene meritve temperature satja kažejo temperaturni interval satja z zalego, v okviru katerega so opazovane čmrlje družine preživele in se razvijale do izleganja samčkov in mladih matic. V analizi smo zajeli pet vrst čmrljev: *Bombus hypnorum*, *B. pratorum*, *B. lapidarius*, *B. pascuorum* in *B. humilis* (Goulson, 2003; Grad et al., 2010; Hagen, 1994), meritve pa so potekale v času od 17. 5. 2017 do 26. 7. 2017, vse dokler niso pričele izletavati mlade matice in samčki.

V Sloveniji v začetnem obdobju razvoja čmrljih družin temperatura okolja precej niha. V takšnih okoliščinah se nekatere vrste čmrljev sicer uspešno razvijajo, vendar mnogo njihovih gnezd, predvsem spomladi, propade, ko se iznenada temperatura spustijo pod 0 °C, zapade sneg ali nastopi več dni trajajoče hladno deževno obdobje. Po različnih virih je bilo v Sloveniji do sedaj opaženih 35 vrst čmrljev; od teh je najbolj razširjenih 12 vrst, vključno z *B. haematurus*, ki prihaja iz vzhodnega Sredozemlja in zadnja desetletja osvaja Balkan in države severno od njega (Grad et al., 2010; 2016).

Temperaturo notranjosti čmrljih gnezd je obravnavalo ali navajalo v svojih delih že več avtorjev prispevkov o čmrljih; na primer: (Goulson, 2003), (Hagen, 1994), (Heinrich, 1994), (Hintermeier, 1997), (Matheson-editor, 1996), (Weidenmueller, A., 2004), (Witte, Seger, 1999). D. Goulson piše, po viru (Seeley and Heinrich, 1981), da je pri velikem številu delavk temperatura gnezda približno konstantna pri 30-31 °C. Poglobljeno je tematiko obravnaval B. Heinrich, ki je analiziral temperaturo v gnezdih čmrljev *B. vosnesenskii* in *B. polaris*. Med drugim je ugotovil, da temperatura zalege lahko variira med 24-34 °C. A. Weidenmueller pa je pri analizi temperature v gnezdu 4 družin čmrljev *B. terrestris* zabeležila kot ugodno povprečno temperaturo 27.7-28.7 °C, pri temperaturi nad 30 stopinjami pa so čmrlji gnezdo hladili z bolj ali manj intenzivnim brenčanjem (angleško: *fanning*). Ostali avtorji navajajo, da je optimalna temperatura notranjosti čmrljega gnezda okrog 30-32 °C. Navajajo tudi, da je temperatura satja, v katerem ni zalege, lahko za nekaj stopinj nižja kot v satju z zalego. Zanimivi so še drugi prispevki, ki obravnavajo temperaturo gnezda z različnih vidikov in v povezavi z drugimi za preživetje čmrljih družin pomembnimi

okoliščinami in faktorji. Oyen s sod., (2016) je analiziral prilagajanje mejnih vrednosti temperature čmrljev ob višinskih spremembah okolja in njegovih temperatur; Dean (2016) pa je analiziral vpliv temperature gnezda na barvne vzorce izleženih čmrljev in na hitrost rasti čmrlje zalege. Jones in Oldroyd (2007) sta obravnavala pasivni in aktivni pristop socialnih žuželk pri regulaciji toplote v gnezdih; Weidenmuehller s sodelavci (2002) piše o vzdrževanju za razvoj družine primerne temperature gnezda čmrljev *B. terrestris*; izgubo toplote in termoregulacijo gnezda čmrljev vrste *B. lapidarius* pa je obravnaval Schultze-Motel (1991).

METODE

Eksperiment je bil opravljen na petnajstih čmrljih družinah: štirih družinah *Bombus hypnorum*, eni družini *B. pratorum*, dveh družinah *B. lapidarius*, eni družini *B. pascuorum* in sedmih družinah *B. humilis*, naseljenih v panje na lokaciji občine Dol pri Ljubljani. Panji so bili postavljeni v lesenem čmrljaku - predelanem kranjskem čebelnjaku in dveh manjših lesenih hišicah na prisojnih legah. Nekateri panji so bili ves čas v senci, na druge pa je sonce sijalo do največ 9. ure dopoldne. Ko so zunanje temperature v senci presegle 32 °C, so družine z večjim številom delavk hladile notranjost panjev ob vhodu v panj. Pri družinah s kratko življenjsko dobo, to so čmrlji *B. hypnorum* in *B. pratorum*, je merjenje potekalo do 10. 6., pri ostalih vrstah čmrljev, z daljšo življenjsko dobo, pa do 26. 7.

Za vsako družino so bili pri vsakem merjenju evidentirani oznaka družine, maksimalna izmerjena temperatura satja v gnezdu, datum in ura merjenja, zunanja temperatura zraka, dnevna temperatura zraka okolja (minimalna temp. – maksimalna temp.) in okvirno število delavk v gnezdu. Zabeležen pa je bil tudi datum prvega izleta mlade matice iz vsake posamezne družine.

Opravljenih je bilo do osem merjenj s časovnimi presledki 7 – 11 dni. Zaradi napadalnosti delavk vrste *B. hypnorum* so bila merjenja opravljena v popoldanskem času, na lokaciji panja z družino. Pri ostalih vrstah so meritve potekale bodisi popoldne na mestu, kjer je stal panj, bodisi zvečer v zaprtem prostoru (kleti).

Temperaturo smo merili z vboдным termometrom »TFA LT-101« firme Conrad Electronic SE iz Nemčije. Pri vsakem merjenju je bilo tipalo inštrumenta potisnjeno na satje z zalego, pomikano po satju, na koncu pa je bila zabeležena maksimalna temperatura satja. Dotik konice tipala površine satja je bil odločujoč pri meritvi temperature satja in temperatura notranjosti čmrljega gnezda ni vplivala na meritve.

REZULTATI

Rezultati meritev so prikazani v spodnjih tabelah. V posamezni tabeli so podani podatki za posamezno čmrljo družino. Povprečna temperatura se nanaša na obdobje, ko je bilo v gnezdu veliko delavk (ravnovesno obdobje). Struktura tabele je sledeča (vse temperature so podane v °C):

Oznaka družine, datum naselitve lanskoletne matice, datum izleta prve mlade matice, povprečna temperatura

1.–3. vrstica, po stolpcih (4 ali 8 stolpcev):

datum posameznega merjenja, **izmerjena temperatura**

dnevni čas merjenja (ura, minute), zunanja temperatura gnezda

(okvirno) število delavk v družini (glej legendo), interval dnevne temperature okolja

Bombus pratorum, 3. 3., 21. 5., 31.2

17.5., 32,1	24.5., 32,2	31.5., 31,3	7.6., 29,0
21.00, 17	21.15, 19	21.40, 22	20.35, 14
v, 13 - 22	v, 13 - 22	v, 16 - 29	m, 13 - 15 (že brez stare matice in skoraj brez zalege)

Bombus hypnorum-1, 21. 3., 2. 6., 33.9

18.5., 32,0	25.5., 33,9	1.6., 35,0	10.6., 34,6
12.25, 24	12.25, 20.7	17.55, 25	14.45, 24
v, 9 - 25	zv, 13 - 23	zv, 16 - 30	zv, 13 - 24

Bombus hypnorum-2, 24. 3., 1. 6., 33.8

18.5., 35,5	25.5., 32,8	1.6., 33,6	10.6., 33,2
12.45, 24	12.40, 22.5	18.15, 24	15.05, 24
v, 9 - 25	zv, 13 - 23	zv, 16 - 30	v, 13 - 24

Bombus hypnorum-3, 29. 3., 30. 5., 34.4

18.5., 35,0	25.5., 34,0	1.6., 34,9	10.6., 33,7
13.05, 24	13.05, 23	18.30, 24	15.20, 23
v, 9 - 25	zv, 13 - 23	zv, 16 - 30	zv, 13 - 24

Bombus hypnorum-4, 30. 3., 30. 5., 31.7

18.5., 29,2	25.5., 32,2	1.6., 34,6	10.6., 30,7
13.35, 24	12.05, 20.8	17.45, 25	14.30, 24
m, 9 - 25	v, 13 - 23	v, 16 - 30	v, 13 - 24

Bombus lapidarius-1, 27. 4., 21. 7., 31.9

19.5., 27,1	26.5., 31,9	2.6., 31,9	8.6., 31,6	24.6., 33,4	5.7., 32,5	15.7., 33,4	25.7., 33,5
22.15, 18	21.30, 18	21.50, 20	21.30, 15	22.05, 23	15.30, 29	22.00, 20	21.15, 16
zm, 10 - 27	10, 10 - 22	10, 16 - 30	v, 9 - 21	v, 19 - 34	v, 14 - 32	v, 14 - 24	v, 14 - 25

Bombus lapidarius-2, 10. 4., 20. 7., 32.2

18.5., 30,7	25.5., 31,4	1.6., 32,3	8.6., 30,6	24.6., 32,7	5.7., 34,0	15.7., 33,0	25.7., 32,8
21.25, 20	21.30, 17	21.15, 22	22.10, 14	22.20, 23	16.15, 29	21.00, 20	18.20, 16
m, 9 - 25	m, 13 - 23	v, 16 - 30	v, 9 - 21	19 - 34	v, 14 - 32	v, 14 - 24	v, 14 - 25

Bombus pascuorum, 29. 4., 16. 8., 31.2

20.5., 28,5	27.5., 30,4	31.5., 30,3	7.6., 30,6	24.6., 31,4	5.7., 34,6	15.7., 31,4	25.7., 32,5
21.00, 14	21.30, 18	21.10, 22	20.10, 15	21.40, 23	15.50, 29	17.20, 22	14.30, 23
zm, 12 - 16	zm, 12 - 26	10, 16 - 29	m, 13 - 15	v, 19 - 34	v, 14 - 32	zv, 14 - 24	zv, 14 - 25

Bombus humilis-1, 3. 4., 22. 7., 31,9

22.5., 24,1	29.5., 33,0	5.6., 31,1	12.6., 31,9	25.6., 32,2	6.7., 33,7	16.7., 34,9	26.7., 34,5
21.25, 20	22.10, 19	21.50, 21	21.50, 21	19.05, 20	21.45, 22	22.55, 16	21.20, 16
0, 11 - 24	4, 13 - 29	5, 15 - 26	5, 16 - 31	v, 20 - 24	v, 18 - 33	v, 13 - 24	v, 12 - 23

Bombus humilis-2, 9. 4., 21. 7., 31,4

22.5. 28,1	29.5., 28,7	5.6., 29,8	12.6., 32,3	25.6., 32,2	6.7., 33,3	16.7., 33,0	26.7., 33,4
21.15, 20	21.20, 21	21.15, 21	21.15, 22	18.15, 20	21.20, 23	21.40, 17	20.30, 17
1, 11 - 24	2, 13 - 29	5, 15 - 26	5, 16 - 31	v, 20 - 24	v, 18 - 33	v, 13 - 24	v, 12 - 23

Bombus humilis-3, 10. 4., 16. 7., 31,7

23.5., 26,2	30.5., 28,6	6.6., 31,4	13.6., 32,0	25.6., 32,6	6.7., 35,0	16.7., 34,3	26.7., 33,5
21.15, 20	22.30, 21	20.35, 21	21.15, 23	19.40, 19	21.40, 23	22.20, 16	20.45, 17
1, 13 - 26	3, 15 - 30	8, 14 - 24	12, 16 - 31	v, 20 - 24	v, 18 - 33	v, 13 - 24	v, 12 - 23

Bombus humilis-4, 14. 4., 9. 7., 31,9

21.5., 30,4	28.5., 29,7	4.6., 30,2	11.6., 32,0	24.6., 33,7	5.7., 32,8	15.7., 33,4	25.7., 32,6
20.55, 18	20.50, 20	21.15, 21	21.10, 18	23.05, 22	21.35, 23	20.30, 21	14.55, 23
4, 12 - 22	6, 13 - 27	11, 14 - 28	20, 14 - 28	v, 19 - 34	v, 14 - 32	v, 14 - 24	v, 14 - 25

Bombus humilis-5, 2. 5., 18. 7., 31,4

23.5., 26,4	30.5., 28,8	6.6., 31,2	13.6., 32,8	25.6., 34,4	6.7., 32,8	16.7., 31,1	26.7., 34,0
21.30, 20	22.00, 21	20.05, 21	21.40, 23	19.20, 20	22.05, 21	22.30, 16	21.05, 16
0, 13 - 26	4, 15 - 30	5, 14 - 24	10, 16 - 31	v, 20 - 24	v, 18 - 33	v, 13 - 24	v, 12 - 23

Bombus humilis-6, 1. 5., 18. 7., 32,8

22.5. -	29.5., 31,9	5.6., 31,4	12.6., 31,6	25.6., 32,8	6.7., 34,3	16.7., 34,2	26.7., 33,5
- -	21.50, 20	21.30, 21	21.30, 22	18.35, 20	21.00, 23	21.55, 17	20.15, 17
0, 11 - 24	4, 13 - 29	6, 15 - 26	7, 16 - 31	v, 20 - 24	v, 18 - 33	v, 13 - 24	v, 12 - 23

Bombus humilis-7, 13. 6.(gnezdo ogrebeno v panj, matica in 2 delavki), 22. 8., 31,4

24.6., 30,8	5.7., 31,5	15.7., 31,9	25.7., 31,5
22.45, 22	21.50, 23	20.15, 21	18.00, 16
2, 19 - 34	4, 14 - 32	5, 14 - 24	9, 14 - 25

Legenda: **zm** = manj od 10, **m** = manj od 20, **v** = več od 20, **zv** = več od 100.

Tekom opazovanja je nekatera čmrlja gnezda napadla voščena večča vrste *Aphomia socielle* (Lepidoptera: Pyralidae), ki jo opisujejo različni avtorji, na primer v (Goulsen, 2003; Hagen, 1994). Napadi so se izvršili že po zaključku meritev temperatur, razen pri *B. lapidarius* 1 in *B. humilis* 3. Napadeni panji so bili vsakič sproti očiščeni ličink, zato pojav ni vplival na razvoj družin.

RAZPRAVA Z ZAKLJUČKI

V raziskavi smo upoštevali čmrle družine, ki so preživele v marcu leta 2017 zelo toplo obdobje, ko so lanskoletne matice že zalegale, in nato v drugi polovici aprila nenavadno mrzel več dni trajajoč interval z nočnimi temperaturami pod lediščem in snegom v višjih predelih. Ta vremenski zaobrat je povzročil množičen propad čmrlih gnezd z že obstoječo zalego.

Vse obravnavane družine so bile uspešne; v vseh so se izlegle in iz njih odletele mlade matice in samčki. Izmerjene temperature satja z zalego so bile v različnih panjih in ob različnih merjenjih različne, od najnižje temperature 24,1 °C pri družini *B. humilis*-1, do najvišje temperature 35,5 °C pri čmrlih *B. hypnorum*-2. Pogojene so bile tudi s številom delavk v gnezdu: pri zelo majhnem številu delavk je bila temperatura nižja kot pri velikem številu delavk, ko je temperatura tudi stabilnejša, kar se sklada z ugotovitvami nekaterih raziskovalcev čmrlejev, kot je na primer Bernd Heinrich (Heinrich, 1994). Na primer pri *B. humilis*-5: 0 delavk 26,4 °C; 4 d. 28,8 °C, 5 d. 31,2 °C, 10 d. 32,8 °C, več d. 34,4 °C. To je smiselno, saj posamezna delavka ne more učinkovito zagotavljati termoregulacije gnezda, večje število delavk pa lahko. Pri družinah z dvajsetimi ali več delavkami so le-te pri temperaturah okolice

nad 32 °C hladile notranjost panja z ventilacijo pred vhodom v panj.

Časovno izleganje oziroma izletanje mladih matic je potekalo v skladu z dolžino življenjskega obdobja posameznih vrst čmrlejev. Najbolj zgodnje so bile matice vrst s kratkim življenjskim obdobjem, *B. pratorum* in *B. hypnorum*. Tako smo zabeležili za vrsto *B. pratorum* 21. 5., za vrsto *B. hypnorum* 30. 5., za vrsto *B. humilis* 9. 7., za vrsto *B. lapidarius* 20. 7. in za vrsto *B. pascuorum* 16. 8.. Zanimivo je, da so se mlade matice iste vrste čmrlejev iz različnih družin pojavile približno istočasno, ne glede na datum naselitve lanskoletne (stare) matice.

Opazovanja so pokazala, da je bilo število mladih matic v različnih panjih različno, tudi v okviru iste vrste čmrlejev, in ni bilo pogojeno s temperaturo satja. Največ mladih matic je izletelo iz družin *B. hypnorum*, okrog dvajset, najmanj pa iz *B. humilis*-4 in *B. humilis*-7, do tri matice. Povprečne vrednosti izmerjenih temperatur se med družinami razlikujejo in ležijo na intervalu od 31,2 °C pri *B. pascuorum* do 34,4 °C pri *B. hypnorum*-3. Rezultati meritev kažejo na to, da so čmrli trdoživi in dobro prilagojeni na možne letne vremenske spremembe, nevšečnosti in nevarnosti, ki jih lahko povzroči spreminjajoča se narava.

LITERATURA

- **Dean, C. A. E. (2016):** Developmental timing of pupation and analysis of color pattern response to thermal stress in *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). Thesis, The Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Campaign, 2016. Urbana, Illinois.
- **Goulson, D. (2003):** Bumblebees: Their Behaviour and Ecology. Oxford University Press, Oxford.
- **Grad, J., Gogala, A., Kozmus, P., Jenič, A., Bevk, D. (2010):** Pomembni in ogroženi opraševalci – Čmrli v Sloveniji. Čebelarska zveza Slovenije, Lukovica, Slovenija.
- **Grad, J., Oštir, T., Jenič, A. (2016):** Redkejšje vrste čmrlejev v Sloveniji, Značilnosti čmrlejev in zanimivosti. Celjska Mohorjeva družba, 2016, Celje, Slovenija.
- **Hagen, E. von (1994):** Hummeln: bestimmen, ansiedeln, vermehren, schuetzen. Naturbuch Verlag, Augsburg, Germany.
- **Heinrich, B. (1994):** Bumblebee Economics. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England. Fifth Printing, 1994.
- **Hintermeier, H., Hintermeier, M. (1997):** Bienen, Hummeln, Wespen im Garten und in der Landschaft. Bayerischer Landesverband fuer Gartenbau und Landespflege, Muenchen. 2. Auflage 1997.
- **Jones, J. C. and Oldroyd, B. P. (2007):** Nest Thermoregulation in Social Insects. Advances in Insect Physiology, Vol. 33, 153 – 191.
- **Kearns, C. A., Thomson, J. D. (2001):** The Natural History of Bumblebees: A Sourcebook for Investigations. The Univesity Press of Colorado, Boulder
- **Matheson, A. – editor (1996):** Bumblebe Bees for pleasure and profit. IBRA – International Bee Research Association, UK
- **Oyen, K. J., Giri, S., Dillon, M. E. (2016):** Altitudinal variation in bumble bee (*Bombus*) critical thermal limits. Journal of Thermal Biology 59 (2016) 52 – 57.
- **Prys-Jones, O. E. and Corbet, S. A. (1987):** Bumblebees. Naturalists' Handbooks 6, Cambridge University Press, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney.
- **Schultze-Motel, P. (1991):** Heat loss and thermore-

gulation in a nest of the bumblebee *Bombus lapidarius* (Hymenoptera, Apidae). *Thermochimica Acta* 193 (1991) 57 – 66.

- **Seeley, T. D. and Heinrich, B. (1981):** Regulation of temperature in nests of social insects. *Insect Thermoregulation*, edited by B. Heinrich, pp. 159 – 234. John Wiley, New York.
- **Weidenmueller, A. (2004):** The control of nest climate in bumblebee (*Bombus terrestris*) colonies: Interindividual variability and self reinforcement in fanning response. *International Society for Behavioral Ecology* 2004, *Behavioral Ecology* Vol. 15 No. 1: 120 – 128 (2004).
- **Weidenmueller, A., Kleineidam, C., Tautz, J. (2002):** Collective control of nest climate parameters in bumblebee colonies. *Animal Behaviour*, 2002, 1065 – 1071.
- **Witte, G. R., Seger, J. (1999):** Hummeln brauchen blühendes Land. Westarp Wissenschaften-Verlags-gesellschaft mbH, Hohenwars leben.

