

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Janez VERBIČ

**OSNOVNE MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI ČEBEL DELAVK PRI
EVIDENTIRANIH ČEBELARJIH Z LASTNO VZREJO ČEBELJIH
MATIC NA ŠIRŠEM OBMOČJU DOLENJSKE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE BASIC MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
HONEYBEE WORKERS OBTAINED FROM BEEKEEPERS WITH
THEIR OWN BREEDING OF QUEEN BEES IN WIDER REGION OF
DOLENJSKA**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija zootehnikе. Opravljeno je bilo na Katedri za fiziologijo, antropologijo in etologijo na Oddelku za biologijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij je za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. Janka Božiča in recenzenta prof. dr. Petra Dovča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Janko BOŽIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Peter DOVČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Janez VERBIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 638.1(043.2)=163.6
KG	čebele delavke/kranjska sivka/značilnosti/morfologija/Slovenija
KK	AGRIS L01/7110
AV	VERBIČ, Janez
SA	BOŽIČ, Janko
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2015
IN	OSNOVNE MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI ČEBEL DELAVK PRI EVIDENTIRANIH ČEBELARJIH Z LASTNO VZREJO ČEBELJIH MATIC NA ŠIRŠEM OBMOČJU DOLENJSKE
TD	Diplomsko delo (univerziteni študij)
OP	IX, 25 str., 4 pregl., 8 sl., 1 pril., 22 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Dolenjska je v preteklosti slovela po kakovostnih čebelah. V naši raziskavi smo ugotavljali, ali na tem območju obstaja ekotip kranjske sivke, ki se morfološko razlikuje od drugih čebel. V ta namen smo vzorčili čebele delavke 16 čebelarjev, ki so trdili, da vsaj 20 let sami obnavljajo svoj stalež po materini liniji. V raziskavo je bilo vključenih 78 vzorcev. Skupno je bilo morfološko analiziranih 602 kril čebel delavk. Vsakemu krilu smo izračunali kubitalni indeks (KI) in dobljene rezultate primerjali med sabo in z rezultati prejšnjih raziskav. Ugotovili smo, da so vse vrednosti povprečnih KI za posamezno čebelarstvo v mejah, določenih za kranjsko sivko. Rezultati statistične obdelave so pokazali, da je bila razlika med KI med krajema Vajndol in Cerovec pri Črešnjevcu statistično značilna ($p < 0,05$), razlike med KI ostalih krajev pa niso bile statistično značilne ($p \geq 0,05$). Čebelarstvo Cerovec pri Črešnjevcu ima majhno vrednost povprečnega kubitalnega indeksa. Ta je primerljiva z vrednostjo, ki je bila leta 1998 določena za panonski ekotip kranjske sivke.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 638.1(043.2)=163.6
CX honeybee workers/Carniolan bee/characteristics/morphology/Slovenia
CC AGRIS L01/7110
AU VERBIČ, Janez
AA BOŽIČ, Janko
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Animal Science
PY 2015
TI THE BASIC MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HONEYBEE
WORKERS OBTAINED FROM BEEKEEPERS WITH THEIR OWN BREEDING
OF QUEEN BEES IN WIDER REGION OF DOLENJSKA
DT Graduation thesis (University studies)
NO IX, 25 p., 4 tab., 8 fig., 1 ann., 22 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The Dolenjska region was always famous for its high quality bees. The focus of our research was to determine whether there can be found an ecotype of Carniolan bee, which differs morphologically from other bees. Therefore, worker bees from 16 beekeepers have been sampled and all the beekeepers claim to renew their stocks on maternal line for at least 20 years. There have been 78 samples included into the research and 602 wings of worker bees have been morphologically analysed. For each wing cubical index (CI) was calculated and the statistic results have been compared between themselves and with the results from the previous researches. We have come to a conclusion that all the values of the average CI for a particular beekeeping are within limits that are determined for Carniolan bee. The results of statistic research have shown that the difference between CI of places Vajndol and Cerovec pri Črešnjevcu was statistically significant ($p < 0,05$) while the differences in CI between other places were not ($p \geq 0,05$). The value of CI of the beekeeping Cerovec pri Črešnjevcu is low and can be compared to the value, which was determined for the Panonnian ecotype of the Carniolan bee in 1998.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PRILOG	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IIX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 PRVA OMEMBA KRANJSKE SIVKE V LITERATURI	2
2.2 SISTEMATIKA ČEBEL	2
2.2.1 Kranjska sivka – <i>Apis mellifera carnica</i>	3
2.3 KRILA ČEBEL	4
2.4 BIOMETRIČNA STATISTIČNA ANALIZA GEOGRAFSKO RAZLIČNIH RAS MEDONOSNE ČEBELE <i>Apis mellifera</i>	5
2.5 GENETSKE RAZISKAVE MEDONOSNOH ČEBEL	8
2.5.1 Ugotavljanje genetske pestrosti medonosnih čebel v Srbiji	8
2.6 EKOTIPI KRANJSKE SIVKE	9
2.7 PARJENJE MEDONOSNIH ČEBEL	10
2.8 POGLEDI NA SVETOVNO OHRANJANJE ČEBELJIH VRST	11
3 MATERIAL IN METODE	13
3.1 VZORČENJE	13
3.2 PPRIPRAVA VZORCEV	14
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	16
5 SKLEPI	22
6 POVZETEK	23
7 VIRI	24
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Povprečna vrednost (\bar{x}), standardni odklon (σ) in število meritev (n) za KI po družini in skupno za čebelarstvo	16
Preglednica 2: Povprečje KI čebel Dolenjske in Bele krajine	17
Preglednica 3: Enosmerna analiza variance vzorčnih krajev id Doljenske in Bele krajine, brez vzorcev iz Špetra in Italije	19
Preglednica 4: Tri ocenjene razlike med štirimi kraji z uporabo Tukey-evega testa za lastnost KI, ki nakazujejo prisotne razlike med kraji	20

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Prednje desno krilce za izračun kubitalnega indeksa (foto: Verbič, 2010)	4
Slika 2: Grafična predstavitev rezultatov analize z nekaterimi glavnimi komponentami (Ruttner in sod., 1978)	6
Slika 3: Tri glavne veje morfo-genetskega razvoja <i>A. mellifera</i> (Ruttner in sod., 1978)	7
Slika 4: Razporeditev ekotipov kranjske sivke (Poklukar, 1999)	10
Slika 5: Kraji jugovzhodne Slovenije kjer smo vzorčili čebele (Zemljevid Slovenije, 2013)	14
Slika 6: Okvir z ročaji kubitalnih indeksov belokranjskih čebel in čebel iz Špetra	18
Slika 7: Okvir z ročaji kubitalnih indeksov dolenjskih čebel in čebel iz Špetra	19
Slika 8: Varijacijske krivulje kubitalnih indeksov štirih krajev	21

KAZALO PRILOG

str.

Priloga A: Vprašalnik o izvoru čebel

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

KI kubitelni indeks

ANOVA enosmerna analiza variance

1 UVOD

Čebelarstvo je ena izmed zelo pomembnih panog v kmetijstvu. Ne samo zaradi proizvodnje čebeljih proizvodov, ampak tudi zaradi njihovega velikega pomena pri opraševanju žužkocvetnih rastlin. Slovenska avtohtona rasa čebele kranjska sivka (*Apis mellifera carnica* Pollman 1879) spada med gospodarsko najpomembnejše podvrste čebel na svetu.

V preteklosti je bila v Sloveniji na podlagi morfoloških kriterijev razdeljena na več skupin oziroma ekotipov (Kozmus, 2008). Ker pa se je kmetijstvo proti koncu 20. stoletja moderniziralo, vedno bolj se je uveljavljalo gojenje monokultur, je tako prihajalo do pomanjkanja vira nektarja (Gregorc, 2002). Ravno tako je prekomerna uporaba fitofarmaceutskih sredstev ter pogosto pojavljanje čebeljih bolezní v zadnjih letih pripeljalo do pogina številnih družin. Velika večina čebelarjev si ni mogla zagotoviti svojega lastnega vzrejnega materiala. Ker pa področje jugovzhodne Slovenije nima svojega vzrejnega središča za kranjsko sivko, so bili primorani dokupovati matice in drug vzrejni material iz cele Slovenije. Pri čebelarjih so se hkrati začele pojavljati čebele z rumenim obročkom na zadku, značilnim za italijansko čebelo. To nakazuje možnost, da je kljub zakonskim predpisom, ki z zakonom o živinoreji v 70 členu določa: »Zaradi varovanja obstoja avtohtone kranjske čebele na območju Republike Slovenije nista dovoljena reja in promet s plemenskim materialom drugih pasem čebel« (Zakon o živinoreji, 2002), prišlo do vnosa tujerodnega genetskega materiala.

Moja naloga je bila zbrati čim bolj avtentične vzorce kranjske čebele na Dolenjskem in opredeliti nekatere morfološke lastnosti v vzorčeni populaciji glede na v znanstveni in strokovni literaturi opredeljene lastnosti za kranjsko čebelo.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PRVA OMEMBA KRANJSKE SIVKE V LITERATURI

Prva strokovna omemba kranjske sivke sega v leto 1857, ko je dr. Philip Rothschütz iz Podsmreke pri Višnji Gori v reviji *Beinenzeitung* objavil članek »Aus Unterkrain«, v katerem opisuje čebelo, ki je pridna, rojiva in mirna. Njegov sin baron Emil Rothschütz, priznan čebelar in prvi trgovec s kranjsko čebelo, je napisal številne poglobljene strokovne članke o čebeli in tako pomembno vplival na to, da je leta 1879 Pollman zbral in objavil opise kranjske čebele v svoji knjigi »Vrednost različnih čebeljih pasem in njihovih varietet«. S tem je bila kranjska čebela kot kranjska avtohtona podvrsta priznana in je našla svoje mesto v sistematiki medonosnih čebel (Šalehar, 2010).

2.2 SISTEMATIKA ČEBEL

Čebela je v živalskem sistemu uvrščena med členonožce v razred žuželk (lat. *Insecta*). Nadalje jo uvrščamo med žuželke, ki se prehranjujejo z rastlinskim sokom in pelodom, v red kožekrilcev (lat. *Hymenoptera*). Mednje sodi velika večina socialnih žuželk. Ena od njih je družina čebel (lat. *Apidae*). Družino razdelimo na več rodov, čebela pa je uvrščena v rod pravih čebel (lat. *Apis*).

Rod pravih čebel delimo na štiri skupine vrst, ki se med seboj precej razlikujejo. V Aziji živijo tri skupine vrst, ki so jih včasih imeli kot enovite vrste. Danes poznamo dve vrsti orjaških čebel: *A. dorsata* Fabricius (1793) in *A. laboriosa* F. Smith (1871) (Hepburn in Radloff, 2011). *A. dorsata* živi v predelih jugovzhodne Azije. Ljudje sicer nabirajo njen med, vendar za gospodarstvo ni pomembna (Javornik in sod., 1982). Zgradi velik odprt sat na drevesih ali skalnih previsih (Babnik in sod., 1998). Nadalje poznamo štiri vrste srednje velikih čebel: *A. cerana* Fabricius (1793), *A. koschevnikovi* Enderlein (1906), *A. nigrocincta* F. Smith (1861) in *A. nuluensis* Tingek in sod. (1996) (Hepburn in Radloff, 2011). V Aziji čebelarijo predvsem z *A. cerana*, ker je zelo dobro prilagojena tropskemu in subtropskemu podnebnju (Javornik in sod., 1982). V zadnjo skupino pa sodita dve pritlikavi azijski vrsti: *A. andreniformis* F. Smith (1858) in *A. florea* Fabricius (1787) (Hepburn in Radloff, 2011).

Gospodarsko najpomembnejša vrsta pravih čebel je medonosna čebela (lat. *Apis mellifera*) (Javornik in sod., 1982). Ko se je ločila od azijske čebele, se je širila proti zahodu. Na bližnjem vzhodu se je populacija razcepila na del, ki se je širil proti jugu v Afriko in del, ki se je širil proti severozahodu v Sredozemlje (Babnik in sod., 1998). Avtohtono je prisotna na ozemlju Evrope, Afrike in Prednje Azije, kjer se je tekom let prilagajala okoljskim razmeram (Gregori, 2009). Delimo jo v štiri velike skupine, znotraj katerih je 24 ras: afriška skupina (*A. m. andansonii* Latreille (1804), *A. m. capensis* Escholtz (1821), *A. m. lamarckii* Cockerell (1906), *A. m. litorea* Smith (1961), *A. m. monticola* Smith (1961), *A.*

m. scuteliata Lepeletier (1836), *A. m. unicolor* Latreille (1804), *A. m. yemenitica* Ruttner (1975)), centralno-sredozemska in jugovzhodna evropska skupina (*A. m. carnica* Pollman (1879), *A. m. cecropia* Kiesenwetter (1860), *A. m. ligustica* Spinola (1806), *A. m. macedonica* Ruttner (1988), *A. m. sicula* Montagano (1911)), zahodno-sredozemska in severozahodno-evropska skupina (*A. M. iberica* Goetze (1964), *A. m. intermissa* Buttel-Reepen (1906), *A. m. mellifera* Linnaeus (1758), *A. m. sahariensis* Baldensperger (1922)), bližnjevzhodna skupina (*A. m. adami* Ruttner (1975), *A. m. anatoliaca* Maa (1953), *A. m. armeniaca* Sorikov (1929), *A. m. caucasica* Gorbachev (1916), *A. m. cypria* Pollman (1879), *A. m. meda* Sorikov (1929), *A. m. syriaca* Buttel-Reepen (1906)). Sistematika medonosne čebele ni dokončna, saj lahko pričakujemo še kakšno na novo opisano raso (Babnik in sod., 1998).

2.2.1 Kranjska sivka – *Apis mellifera carnica*

Evropske rase so se izoblikovale po zadnji ledeni dobi pred približno 50 000 leti. Zgornja Kranjska, Koroška in Štajerska, oz. območje današnje Slovenije, je izvorno področje v svetu zelo cenjene rase čebel, kranjske sivke (Babnik in sod., 1998). Rasa je razširjena tudi preko meja Slovenije, na Balkanu na področju Dinarskega gorstva, do reke Bistrice v Grčiji, v Srbiji in Bolgariji, na severu pa na Koroškem, Štajerskem, Češkem in na Slovaškem do Galicije in Karpatov (Rihar, 2003). Ker so prve pošiljke kranjske čebele na angleško govoreče območje prišle iz Kranjske, se je uveljavilo sedanje ime Carniolan bee (Babnik in sod., 1998). Zaradi njenih pozitivnih lastnosti se je v prejšnjem stoletju razvila močna trgovina s čebelami in maticami na našem območju (Javornik in sod., 1982). Transport s čebeljimi družinami so olajšali tradicionalni majhni panji kranjiči. Tako je bila v 18. stoletju kranjska čebela že dobro poznana po vsej Evropi (Ruttner, 1988, cit. po De la Rua in sod., 2009). Razširila se je v mnoge dežele in v velikem deležu izpodrinila temno čebelo v nemško govorečih deželah (Javornik in sod., 1982). Po razširjenosti je druga na svetu, v Evropi celo vodilna rasa (Babnik in sod., 1998).

Zanjo je značilen izrazito dolg rilček in rjavkasto sive dlačice na oprsju. Zadkovi obroči so usnjeno rjave barve, le ob straneh ima lahko svetlo rjave lise. Od drugih pasem se loči tudi po kubitalnem indeksu (KI) in drugih značilnosti čebeljega krila. Ravno pri teh morfoloških lastnostih obstaja velika razlika znotraj rase. Glavna odlika čebele pa je njena mirnost, nenapadalnost, zaradi česar jo nekateri imenujejo damska čebela. Poleg tega je še zelo delavna, dobro izkorišča pašo, dobro prezimuje v majhnem številu, za kar ne porabi veliko hrane. Je nadpovprečna graditeljica satja. Med pokriva s svetlimi pokrovčki. Se zelo dobro orientira, zato z lahkoto najde svoj panj, kar pripomore tudi k manjšem ropanju tujih panjev. Nagnjena je k rojenju, vendar so razlike med posameznimi družinami velike (Babnik in sod., 1998). Lepi manj kot katerakoli evropska čebelja rasa (Rihar, 2003). Zato je delo v panjih z našo čebelo lažje in hitrejše (Babnik in sod., 1998).

2.3 KRILA ČEBEL

Čebela ima dva para kril. Sprednji par je večji. Pripenja se na stransko vez med hrbtnim in trebušnim okrovom mezotoraksa. Zadnji par pa izhaja iz področja stranskega stika metatoraksa. V mirovanju ju ima zložena preko zadka, večji par prekriva manjši par. Z vzletom se zadnji krili s kaveljci zapneta za roževinasto gubo na zadnjem robu prvega para kril. (Gregorc, 2002). Ob podrobnem pogledu na krilno kožno opno vidimo, da je poraslo z dlačicami. Krilo ojačujejo žile ali rebra iz hitina, pri tem pa krilo razdeljujejo na več polj (Sulimanović in Jenčič, 1996).

Žile vsebujejo hemolimfo in živčna vlakna. Glede na razporeditev žil v krilu se določajo rase medonosnih čebel (Gregorc, 2002)

Pod zgornjim robom sprednjega krila se nahaja daljše radialno polje. Tik pod njim pa so tri manjša kubitalna polja. Pri določanju čistosti rase gledamo tretje, zadnje krilno ali kubitalno polje. Razmerje med daljšo in krajšo žilo tega polja imenujemo kubitalni indeks. Za kranjsko čebelo je značilno, da ima KI od 2,4 do 3,0 (Sulimanović in Jenčič, 1996).



Slika 1: Prednje desno krilce za izračun kubitalnega indeksa (foto: Verbič, 2010)

a = daljša žila tretjega krilnega polja
b = krajša žila tretjega krilnega polja

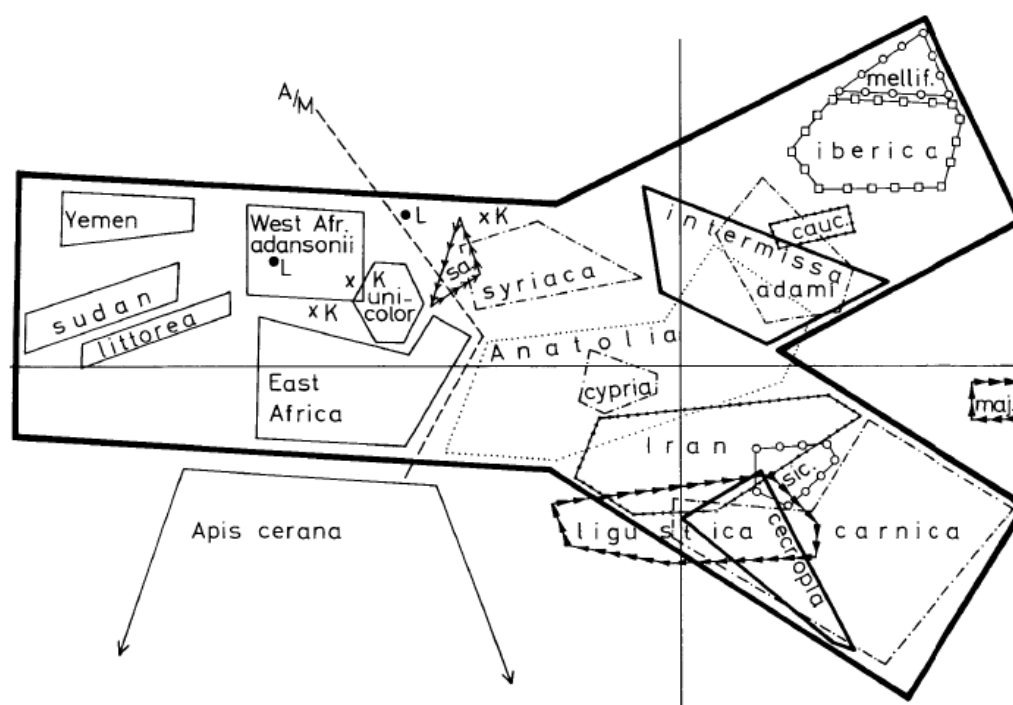
Čebela lahko leti navzgor naprej, navzdol naprej ali pa lebdi. Tako gibanje kril omogočata direktno in indirektno mišičje. Prvo je pritrjeno na bazo prvega in drugega para kril, skrbi za uravnavanje smeri leta, za kroženje in za uravnavanju višine glede na gibanje zraka. Drugo pa ni vezano na bazo kril in omogoča gibanje kril naprej in nazaj (Gregorc, 2002).

Delavka leti s povprečno hitrostjo 24 km/h, krajše razdalje pa celo s 40 km/h. Med letom krilo naredi od 250 do 300 kroženj v sekundi, če pa zelo hitro leti, se frekvenca še poveča. Razdaljo 6 do 7 km preleti v 15-ih minutah s polnim mednim želodcem. Z vmesnim počivanjem pa čas in razdaljo še lahko podaljša (Gregorc, 2002).

2.4 BIOMETRIČNA STATISTIČNA ANALIZA GEOGRAFSKO RAZLIČNIH RAS MEDONOSNE ČEBELE *Apis mellifera*

Vrsta *Apis mellifera* ali medonosna čebela živi na zelo širokem področju. Razširjena je od južne Skandinavije na severu do Rta dobrega upanja na jugu, od Dakarja na zahodu do gorovja Ural ter do obale Omana na vzhodu (Ruttner in sod., 1978). Ker živi na tako obširnem ozemlju, so se zaradi geografskih pregrad in prilagoditev na določeno okolje in podnebje izoblikovali različni tipi čebel. Razlikujejo se morfološko, etološko in v biološkem značaju (De La Rua in sod., 2009).

Da bi jih strokovno uvrstili in določili natančno osnovo za določevanje različnih čebeljih ras, sta znanstvenika Alpatov in Goetze med leti 1925 in 1940 razvila biometrično statistično analizo (Ruttner in sod., 1978). V analizo sta zajela morfološke značilnosti čebel, ki so bile natančno merjene. To so dolžina laskov na tergitu, širina obročkov na tergitu, dolžina iztegnjenega rilčka, dolžina zadnjih nog, širina metatarzalke, pigmentacija na tergitu ocenjena s skalo od 1 do 10, razdalja med območjem, kjer se izloča vosek in tergitom, dolžina in širina sprednjega krilca, pigmentacija vrhnje strani oprsja, pigmentacija zgornje ustnice, dolžina daljice kubitalne celice a in b, enajst kotov v sprednjem krilcu, povezanih med točkami, ki se stikajo med žilami in število kaveljčkov na zadnjem krilcu (Ruttner in sod., 1978). Analizirala sta 404 vzorce. Vsak vzorec je vseboval po 20 čebel. Rezultate sta dobila z metodo multivariatne analize. Interpretirala sta jih tako, da sta določila dva faktorja, ki so ju prenesli v koordinatni sistem. Faktor 1 je pomenil vodoravno os, izračunan je bil z metodo glavnih kvadratov za 33 značilnosti. Faktor 2, ki predstavlja navpično os, pa predstavlja 10 % vse variabilnosti predvsem na podlagi odlakanosti in različnosti krilnih žil. S pomočjo primarnih meritev sta izračunala še sekundarne vrednosti. To so metatarzalni, tomentum, kubitalni indeks in indeks vitkosti (Ruttner in sod., 1978). Tako sta dobila jasne rezultate, ki so nakazovali, da vzorci pripadajo dveh čebeljim vrstam, *A. mellifera* in *A. cerana*. Podatki, ki so pri določitvi pripadali vrsti *A. mellifera*, so z upoštevanjem vseh variabilnosti prekrivali polje točk v obliki ležeče črke Y (Ruttner in sod., 1978).



Slika 2: Grafična predstavitev rezultatov analize z nekaterimi glavnimi komponentami (Ruttner in sod., 1978)

Vodoravna os: faktor 1,

navpična os: faktor 2.

Vsako polje prikazuje shemo skupka točk geografskih tipov čebel.

K = *capensis*,

L = *lamarckii*,

sa = *sahariensis*,

cauc. = *caucasica*,

sic. = *sicula*,

maj. = *major*.

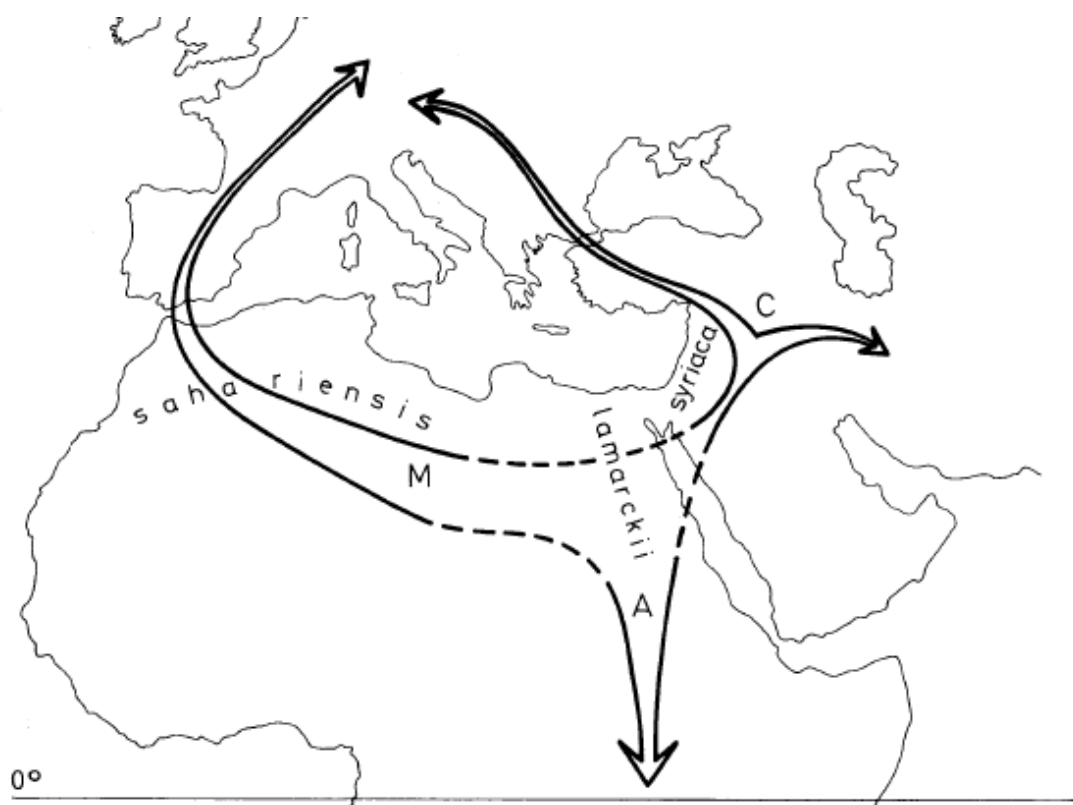
Vzorci iz Afrike, nabrani južno od Sahare, se niso prekrivali z drugimi vzorci, zato so jih umestili na rep Y. To so predvsem najmanjše čebele iz vrste *mellifera*, ki so jih odkrili do takrat (*nubica*, *litorea*, *jemenitica*), razen nekaterih vzorcev temne, velike in miroljubne gorske čebele iz Afrike (*A. mellifera monticola*), ki so se prekrivali z drugimi vzorci in so jo zato umestili okoli centra koordinatnega sistema črke Y (Ruttner in sod., 1978).

Vzorci čebel s področja Anatolije, Irana in Cipra so umestili v začetek spodnje veje, katerim proti obrobju sledijo vzorci *A. mellifera ligustica*, *A. mellifera sicula*, *A. mellifera cecropia* in kot krajna točka spodnje veje naša čebela *A. mellifera carnica*. Zgornja veja ležeče črke Y na začetku kaže zaporedje *A. mellifera intermissa* in *A. mellifera adami*, nato so umeščeni vzorci iz iberijskega polotoka in proti koncu veje še *A. mellifera mellifera* (Ruttner in sod., 1978).

Raso *sahariensis* so našli v oazah Sahare, Maroka in vzhodne Alžirije. To nakazuje, da je bila včasih na predelu od gorovja Atlas pa vse do centralne Afrike obširna populacija

čebel, ki jo je nasledila današnja populacija *sahariensis*, katera se še nahaja v posameznih oazah, ki so ostanki nekoč obširne savane (Ruttner in sod., 1978). Rezultati te analize namigujejo, da rase *A. m. sahariensis*, *lamarchia in syriaca* predstavljajo, ne samo morfološko, ampak tudi geometrijsko in zgodovinsko središče vrste *Apis mellifera*. Vendar pa bi bilo potrebnih več podrobnih raziskav na tem področju, da bi potrdili to hipotezo (Ruttner in sod., 1978).

Predvidevajo, da iz teh treh ras čebel, ki so bile nastanjene na področju jugovzhodnega mediterana, izhajajo tri evolucijske poti *Apis mellifere*. Prva veja se je razvijala južno proti centralnim in južnoafriškim tipom, druga je šla severovzhodno skozi rase Anatolije in se je razcepila na dve podveji. Ena se obrne na vzhod proti Iranskim tipom čebel (še neraziskane), druga pa proti severu do *A. m. carnica* ter *A. m. linguistica* in *A. m. sicula* v Italiji. Tretja veja evolucije je potekala proti severozahodu do *A. m. intermisa* na severnoafriški obali, nato čez Iberski polotok do *A. m. mellifere*, čebele celotnega severnega področja Evrope (Ruttner in sod., 1978).



Slika 3: Tri glavne veje morfogenetskega razvoja rase *A. mellifera* (Ruttner in sod., 1978)

Ta klasifikacija je bila izoblikovana le z združevanjem morfoloških karakteristik, ki so merljive. Analiza nakazuje skoraj popolno ujemanje podatkov, in sicer južni del afriškega kontinenta in Mediterana z dvema kopenskima mostovoma na vzhodu in zahodu, ki nujno rezultirata v obliki črke Y na začetku geografskega širjenja. Vseeno ti podatki ne dajejo

nobenega direktnega dokaza za filogenetsko evolucijo ali zgodovinsko migracijo (Ruttner in sod., 1978).

Tekom let so se metode določevanja čebeljih ras izpopolnjevale. Začetne opisne metode so zaradi pomanjkljivih dokazov pri določevanju podvrst zamenjali z morfometričnimi. Te temeljijo na številnih meritvah z veliko značilnosti (Alpatov, 1929, cit. po Tofilski, 2008). Ruttner in sodelavci so leta 1978 zbrali 42 najbolj določljivih značilnosti za analizo na čebelah delavkah. Analizo s temi določenimi značilnostmi je Ruttner poimenoval standardna morfometrija, ki se je izkazala za najbolj pogosto uporabljeno metodo številnih raziskav na medonosnih čebelah (Ruttner in sod., 2000, cit. po Tofilski, 2008; Randoff in sod., 2003, cit. po Tofilski, 2008; Diniz-Filho in sod., 2000, cit. po Tofilski, 2008). Standardno morfometrične značilnosti vključujejo razdalje, kote in ločene razrede obarvanosti (Tofilski, 2008).

V zadnjih letih je morfometrična analiza zelo napredovala. Namesto razdalj in kotov uporabljamo koordinate točk, tako imenovane stičiščne točke (Tofilski, 2008). Te točke se označijo in postavijo v tak položaj, da se lahko primerjajo med sabo. Po tej postavitvi se konfiguracije točk razlikujejo samo po obliki tako, da se jih potem lahko analizira s statistično metodo več kvadrantov (Zelditch in sod., 2004, cit. po Tofilski, 2008). Metoda se imenuje geometrična morfometrija (Bookstein, 1991, cit. po Tofilski, 2008). Je hitra in natančna, saj avtomatično meri ožiljenost prednjih kril čebeljih delavk. Njena značilnost je, da razlike v ožiljenosti med podvrstami prikaže kot vektorje na raztreseni mreži. Rezultati pa so v primerjavi s standardno morfometrijo še bolj natančni (Tofilski, 2008).

2.5 GENETSKE RAZISKAVE MEDONOSNIH ČEBEL

2.5.1 Ugotavljanje genetske pestrosti medonosnih čebel v Srbiji

Srbsko ozemlje naseljujeta dve rasi medonosnih čebel. Obe imata vzhodno Mediteransko C evolucijsko poreklo. To sta *A. mellifera carnica* in *A. mellifera macedonica*. Z genetsko raziskavo so hoteli preveriti ali tema dvema rasama lahko določijo ekotipe in prikazati sorodstvene odnose medonosnih čebel s sosednimi rasami (Munoz in sod., 2012).

Vzorčili so čebele delavke na štirih področjih Srbije: Timok (T, severovzhodni predel), Banat (B, severozahodni predel), Sjeničko-Perhterski (S, jugozahodni predel) in jugovzhodni (SE, predel države). V preteklosti so bili v teh področjih dokazani ekotipi. Opaženih je bilo sedem polimorfnih mest. Ta polimorfna mesta določujejo sedem haplotipov, C1a, C2c, C2d, C2e, C2i, C2o, C2p. Odkritja vseh sedmih haplotipov nakazujejo, da ima Srbija večjo molekularno pestrost medonosne čebele v primerjavi s sosednjimi balkanskimi državami (Munoz in sod., 2012). To je lahko posledica geološke starosti, reliefne oblike, podnebnih razmer in tudi vloge, ki jo je Srbija imela kot zatočišče

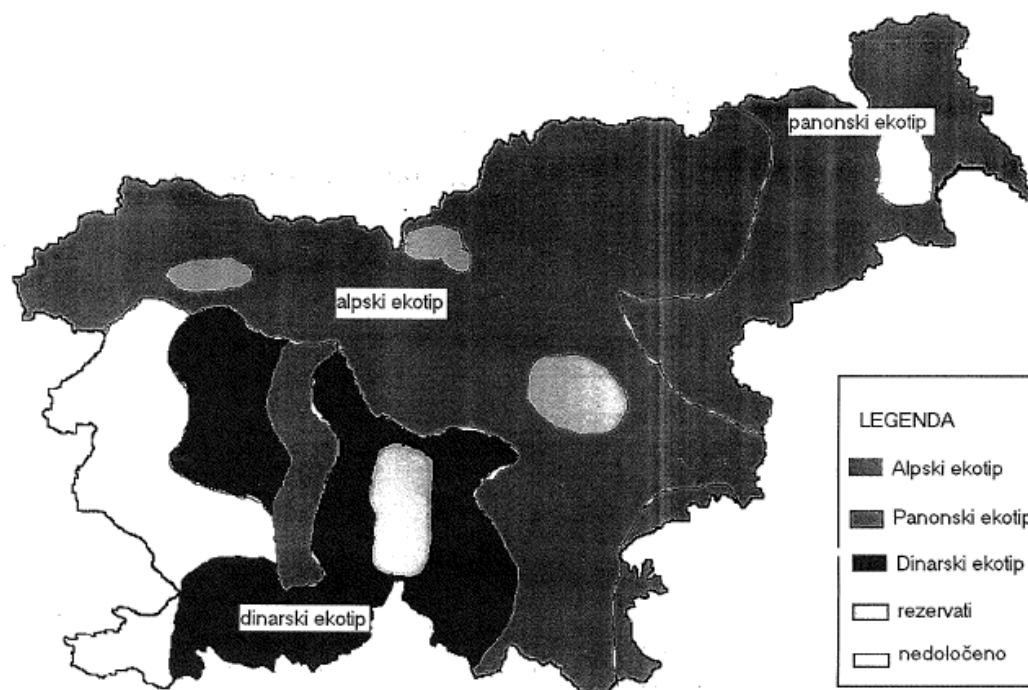
številnih vrst med pleistoceno ledeno dobo (Hewitt in sod., 1999, cit. po Munoz in sod., 2012). Ni pa izključen človeški vpliv na veliko pestrost zaradi trgovanja s čebeljimi maticami (Munoz in sod., 2012).

Haplotip C2d je bil odkrit v vseh štirih regijah. Glede na to, da je zastopan v vseh regijah z visoko pogostostjo, je mogoče C2d predniški haplotip v Srbiji. Na dveh področjih so odkrili haplotip C2i, ki je bil opažen tudi v Italiji, Sloveniji in Grčiji, kar nakazuje bližnje sorodstvo med rasami evolucijske skupine C ali pa je to posledica intenzivnega izmenjevanja med čebelarji teh držav. Na enem področju so odkrili haplotip C1a, ki nakazuje introgresijo tamkajšnjih čebel z *A. m. linguistica*. Odkrili so dva nova haplotipa, C2o na področju B s frekvenco 0,077 in C2p na področju S s frekvenco 0,200, ki naj bi bila domnevna označevalca ekotipov na teh dveh področjih. Za jasnejše rezultate bi bilo potrebno vzorčenje v širšem obsegu. Na splošno pa čebele v Srbiji predstavljajo križanke med *A. m. carnica* in *A. m. macedonica*, pa tudi introgresija z *A. m. linguistica* je bila zaznana (Munoz in sod., 2012).

2.6 EKOTIPI KRANJSKE SIVKE

Zaradi različnih podnebnih razmer v Sloveniji, za alpsko in kontinentalno podnebje so značilne mrzle, dolge zime in kratke pomladi, za mediteransko pa mile zime, so se tekom evolucije razvili različni krajevni tipi čebel, imenovani ekotipi. Ekotip predstavlja živo bitje z določeno, okolju prilagojeno obliko in različno dedno osnovo (Slovar slovenskega knjižnega jezika, 2000).

V letu 1998 je bilo dokazano, da ima Slovenija pet različnih skupin kranjske sivke. Vzorce čebel so nabrali enakomerno po vsej Sloveniji od 104-ih čebelarjev, ki vsaj tri leta niso kupili matice ali drugega vzrejnega materiala. Ugotovitve so postavili na osnovi treh morfoloških meritev: vrednosti kubitalnega indeksa, lateralne površine goleni (koška) in dolžine rilčka (Poklukar, 1999).



Slika 4: Razporeditev ekotipov kranjske sivke (Poklukar, 1999)

Največ ozemlja naj bi pokrival alpski ekotip, več kot polovico države, ki na vzhodni strani meji s Panonskim ekotipom, na jugozahodu pa z Notranjskim oziroma Dinarsko-Kraškim ekotipom. Zahodno od Notranjske so zaznali obstoj ločene skupine in so jo poimenovali južno primorska skupina. Zahodni del Slovenije pa so poimenovali severna primorska (Poklukar, 1999).

Evropska unija v svoji odredbi o organskem čebelarjenju daje prednost avtohtonim medonosnim čebelam na ravni krajevnih ekotipov (De La Rua in sod., 2009). Te naravne podvrste z edinstvenimi vedenjskimi in morfološkimi značilnostmi prispevajo k pomembnim zalogam lokalnih prilagoditev in navsezadnje določajo preživetje medonosnih čebel v naravnem okolju (Randi, 2008, cit. po De la Rua in sod., 2009).

2.7 PARJENJE MEDONOSNIH ČEBEL

Medonosne čebele imajo enega izmed najdovršenejših sistemov naključnega parjenja med kopenskimi živalmi. Mlade matice se pariyo v zraku s troti med paritvenim letom, imenovanim tudi praha. Pariyo se na področjih zbirališč trotov. Njihov premer je 30-200 metrov in ostaja na isti lokaciji več let. Višina izvajanega leta pa je med 15 in 40 metri. Ocenjujejo, da naj bi paritvenemu letu prisostvoval podoben delež trotov iz vsakega panja in iz kar dvesto različnih družin. V povprečju je razdalja od panja do področja zbirališč trotov 2,5 km (Baudry in sod., 1998), vendar lahko troti priletijo na to mesto iz panjev

oddaljenih 10 km, matice pa do 8 km oddaljenih družin (Božič, 2005). Matica se med letom pari s sedem do dvajset trotov zapovrstjo, ki takoj po parjenju poginejo (Baudry in sod., 1998). Večina trotov, ki osemenijo matico, je iz različnih družin (Božič, 2005). Parjenje čebel v sorodstvu zelo prizadene razvoj družine. Tako parjenje poveča verjetnost, da so potomci homozigoti na spolnem lokusu, kar vodi v izvalitev diploidnih trotovskih ličink, ki jih delavke kmalu po izvalitvi odstranijo. To predstavlja dodatno obremenitev za čebeljo družino, predvsem pa upočasni njen razvoj (Baudry in sod., 1998).

Nadzorovanje parjenja matice je zelo težavno (Neumann in sod., 1999a, cit. po De la Rua in sod., 2009). Če hočemo imeti parjenje povsem nadzorovano, moramo matico osemeniti umetno. To pa je dolgotrajen, tehnično zapleten postopek, ki od čebelarja zahteva visoko stopnjo izurjenosti, pa še instrumenti za ta poseg so dragi. Zato večina čebelarjev ne prakticira umetne oploditve (Lodesani in Costa, 2003, cit. po De la Rua in sod., 2009). Zaradi prisotnosti velikega števila trotov iz različnih družin pri parjenju z matico lahko zelo hitro pride do introgresije in zamenjave genov (Schneider in sod., 2004, cit. po De la Rua in sod., 2009), zato lahko človeški vnos tuje medonosne rase v prostor, poseljen z avtohtono raso, povzroči takojšnje križanje med njima (De la Rua in sod., 2009).

2.8 POGLEDI NA SVETOVNO OHRANJANJE ČEBELJIH VRST

S povečevanjem prebivalstva, do leta 2050 na 9,6 milijard (World Population Prospects: The 2012 Revision, 2012), bo prihajalo do povečanega spreminjanja ruralnih predelov v kmetijske obdelovalne površine, pri čemer se bo pokazala pomembnost čebel za preživetje človeštva in ohranjanje biološke pestrosti na zemlji (Brown in Paxton, 2009). Okoli 38 % zemeljske površine se uporablja za kmetovanje, od tega velika večina za intenzivno kmetovanje (Foley in sod., 2005, cit. po Brown, Paxton, 2009). Monokulturna raba kmetijskih zemljišč zmanjšuje ne samo dostopnost rastlinskih virov, ampak tudi primerna mesta za življenje čebel (De la Rua in sod., 2009). Ravno izgubljanje življenjskega okolja je glavni vzrok za upad čebel, saj razpadanje njihovega okolja povzroča genetsko izolacijo in poznejše parjenje v sorodstvu, pri tem pa negativno vpliva na preživetje populacije (Zayed, 2009, cit. po Brown, Paxton, 2009).

Tudi spreminjanje podnebja bo v prihodnosti imelo velik vpliv in bo grožnja za čebeljo populacijo, prav tako pa bo tudi spremenilo razpon njihovih vrst. Ohranjanje čebel bo temeljilo na prostorsko omejenih rezervatih (Parmesan in sod., 1999, cit. po Brown, Paxton, 2009). Velik negativen vpliv na čebele imajo tujerodne vrste, tako rastlinske kot živalske, še posebej paraziti in patogeni organizmi (Stout in Morales, 2009, cit. po Brown, Paxton, 2009). Izguba življenjskega prostora, njegova razdrobljenost, tujerodne vrste in klimatske spremembe so medsebojno povezani dejavniki, zato njihovega vpliva na čebeljo populacijo ni enostavno predvideti (Brown in Paxton, 2009).

O čebelah in dejavnikih, ki jim grozijo in o katerih se moramo še veliko naučiti, zasledimo podatke v kar nekaj raziskavah. Pomanjkanje podatkov o vrstni porazdelitvi čebel in zdravju je velik problem (Brown in Paxton, 2009). To ne drži samo za države v razvoju, ampak tudi za Evropo. Prav tako še veliko čebeljih vrst ostaja neopisanih (Eardly in sod., 2009, cit. po Brown, Paxton, 2009). Še vedno ne vemo veliko o biologiji opravevanja številnih poljščin in cvetnic (Klein in sod., 2007, cit. po Brown, Paxton, 2009). Raziskave o opravevalcih so pokazale, da povezavo med rastlinami in opravevalci vzpostavlja le nekaj opravevalskih vrst (Memmot in sod., 2004, cit. po Brown, Paxton, 2009) in da v zadnjih letih svetovni pridelek, ki je odvisen od opravevalcev, ni upadel (Aizen in sod., 2008, cit. po Brown, Paxton, 2009).

V prihodnosti se bomo primorani soočiti z vedno večjim številom invazivnih vrst (Brown in Paxton, 2009). Evropsko čebelo medarico je že napadla zajedalska pršica *Varroa destructor*, ki prenaša virusne povzročitelje bolezni, katerih posledica je pogosto propad družine (Cox-Foster in sod., 2007, cit. po Brown, Paxton, 2009). Prenos eksotičnih patogenov iz domačih čebel na divje čebele pa je glavni vzrok za vdor drugih vrst čebel (Williams, Osborne, 2009, cit. po Brown, Paxton, 2009).

Če hočemo ohraniti čebeljo pestrost, moramo kot prvo ohranjati biološko pestrost v okviru razvoja kmetijstva. To pomeni, da moramo zmanjšati obseg intenzivnega kmetijstva (Brown in Paxton, 2009). Omejiti moramo vnašanje ekonomsko uspešnejših ras v okolje, ki je že naseljeno z avtohtono medonosno čebelo in ohranjati genetsko pestrost avtohtone populacije (De la Rúa in sod., 2009). Pomembno je tudi usposabljanje in podpirati znanstvenike, ki iščejo, opisujejo in poimenujejo čebelje vrste, saj število le-teh na splošno upada. Čeprav nam DNK analiza pomaga meriti in razumeti bogastvo čebeljih vrst, še vedno ni idealen način za zamenjavo tradicionalne taksonomije (Elias in sod., 2007, cit. po Brown, Paxton, 2009). Potrebujemo osnovne študije opravevanja, ki ne zajemajo samo običajnih kulturnih in cvetočih rastlin ter čebeljih vrst. Ti podatki bodo skupaj s študijami klimatskih sprememb pomembni za določitev, kako bodo spremembe našega planeta vplivale na razporeditev opravevalcev. Nenazadnje moramo razumeti kako lokalni in tujerodni invazivni paraziti in patogeni organizmi vplivajo na posamezne čebele. Na znanstvenikih in raziskovalcih čebel je, da z argumenti prepričajo vlade, da so za zdrav planet in zdravo človeštvo nujno potrebne čebele (Brown in Paxton, 2009).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORČENJE

V Sloveniji je na področju Dolenjske in Bele krajine registriranih 950 čebelarjev. Kljub temu čebelarjev, ki bi ustrezali našim pogojem, ni veliko. Vzorci čebel so bili odvzeti pri čebelarjih, ki čebelarijo najmanj dvajset let, vseskozi po matični liniji s svojimi čebelami. Čebelariti pa morajo najmanj s petimi družinami. Naše vzorčno področje je bila širša Dolenjska pokrajina. Sprva smo si zastavili mejo od Stične na zahodu do Krškega oziroma reke Save na vzhodu, od Šmarjete, Škocjana, Rake na severu do Gorjancev na jugu, vendar smo bili zaradi pomanjkanja čebelarjev, ki bi ustrezali našim pogojem čebelarjenja, prisiljeni zajeti še čebelarje iz Bele krajine. Tako se je naša južna meja pomaknila jugozahodno do reke Kolpe.

Vzorci čebel smo zbrali pri šestnajstih čebelarjih. Pri petnajstih čebelarjih smo vzorčili pet družin, pri enem pa tri. Tako je bilo v raziskavo vključenih 78 vzorcev. Vsak vzorec predstavlja čebeljo družino in je vseboval najmanj 4 in največ 15 delavk. Tako je bilo skupno analiziranih 602 kril čebel. Vzorčili smo žive čebele delavke v času od 29.10.2009 do 12.05.2010. Vsak čebelar, pri katerem smo vzorčili, je izpolnil še kratko anketo o njegovi zgodovini čebelarjenja.

Lokacija vzorčenih čebeljakov je označena na zemljevidu (sl. 5).



Slika 5: Kraji jugovzhodne Slovenije, kjer smo vzorčili čebele (Zemljevid Slovenije, 2013)

- | | |
|------------------------------------|---------------------|
| 1. Cerovec pri Dolenjskih toplicah | 9. Vajndol |
| 2. Mali Rigelj | 10. Vrbovce |
| 3. Pribiše | 11. Gruča |
| 4. Damelj | 12. Ivanjše |
| 5. Brezje pri Semiču | 13. Straža pri Raki |
| 6. Brezova Reber | 14. Slinovce |
| 7. Cerovec pri Črešnjevcu | 15. Veniše |
| 8. Krvavčji Vrh | 16. Vihre |

Čebele smo nabrali na bradi panja v steklene kozarce tako, da smo k odprtini prislonili kozarec in ga držali pod kotom 45° toliko časa, dokler ni v njega vzletelo dovolj delavk. Čebele smo nato shranili v 70 % etanolu in jih primerno označili. Po 24 urah smo vzorce predstavili v posebne vzorčne kozarčke in jih ponovno prelili s 70 % etanolom.

3.2 PRIPRAVA VZORCEV

S škarjicami smo pri bazi previdno ločili prednje desno krilce od toraksa in ga položili na krovno stekelce. Čezenj smo z lepilom pritrdili drugo krovno stekelce. Tako pripravljene preparate smo nato skenirali s skenerjem Canonscan 5000 F pri resoluciji 4800 dpi. Kot možnost smo uporabili skeniranje diazitivov, nastavitvev pozitiv. Skenirane slike smo nato obdelali.

S programom Gimp smo izrezali odvečne bele predele na sliki, jih obrnili in povečali na velikost 2400 pik ter shranili v formatu jpg. Nato smo s programom Image J spremenili sliki kontrast tako, da je program lahko prepoznal krilne žile in omogočil analizo krilnega skeleta.

S programom Drawwing (Tofilski, 2008) smo naknadno analizirali vzorec italijanskih čebel. Drawwing je programska oprema, ki se uporablja za analiziranje žuželk s pomočjo ožiljenosti njihovih kril. Vsaka vrsta žuželk ima specifično ožiljenost kril, ki se jo uporablja v taksonomiji (Comstock, 1940, cit. po Tofilski, 2004). Na krilu smo označili nekaj značilnih točk. To so mesta, kjer se vene križajo ali končajo. Program sprogramira koordinate točk v tekstovno obliko, da jih lahko nadalje obdelamo.

Z dobljenimi vrednostimi KI smo naredili osnovno statistiko v programskem okolju Microsoft Excel. V programskem okolju R je bila opravljena enosmerna analiza variance (ANOVA), s katero smo testirali odvisnost KI od kraja vzorčenja. Nadalje smo s Tukey-evim testom razlik ugotavljali statistično značilnost razlik med vsemi pari. Na podlagi p-vrednosti ($p > 0,05$ sprejmemo ničelno hipotezo) smo ničelno hipotezo, ki predpostavlja, da med pari ni razlik, sprejeli ali zavrgli.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

V poskus je bilo vključenih šestnajst čebelarstev. Od tega jih sedem čebelari več kot dvajset let, pet več kot štirideset in štirje več kot petdeset. Pri desetih je čebelarjenje družinska tradicija, čebele so dobili od očetov, dedov ali stricev. Trije so jih dobili od lokalnih čebelarjev (radij desetih kilometrov), dva sta začela čebelariti z rojema, ki sta ga ulovila v bližnjem gozdu, eden pa jih je dobil od čebelarja oddaljenega več kot deset kilometrov. Vsi čebelarijo s čebeljimi družinami, ki po matični strani vsaj dvajset let niso bile prinesene od drugod. Matice vzrejajo sami in s tem obnavljajo svoj stalež čebel.

Na vprašanje, če bi bili pripravljene postati vzrejevalci matic, jih je enajst odgovorilo z ne. Navajajo, da imajo premalo časa za vodenje vzrejališča, da so pogoji za pridobitev vzrejnega dovoljenja in samo vodenje vzrejališča prezahtevni in preveč birokratski. Dva sta že razmišljala, vendar je v njuni okolici prevelika koncentracija čebelarjev. Eden je že bil, vendar je zaradi prej navedenih razlogov prenehal in sedaj čebelari samo zaradi medu, cvetnega prahu in propolisa. Eden je vzrejevalec, eden pa je izjavil, da se bo za to pot mogoče odločil, ko bo v pokoju. Enemu čebelarju je čebelarjenje glavni vir dohodka, vsem ostalim pa je to sekundarna dejavnost.

Spodnja preglednica prikazuje meritve KI 602 čebel delavk iz 16-ih čebelarstev. Iz posameznega čebelarstva je bilo izmerjenih 25-64 KI.

Preglednica 1: Povprečna vrednost (\bar{x}), standardni odklon (σ) in število meritev (n) za KI po družini in skupno za čebelarstvo

Čebelarstvo	družina					skupno		
	1	2	3	4	5	\bar{x}	σ	n
Vihre	2,52	2,57	2,52	2,42	/	2,50	0,39	29
Veniše	2,71	2,58	2,77	2,68	2,83	2,71	0,37	44
Slinovce	2,39	2,89	2,62	2,68	2,78	2,68	0,47	35
Straža pri Raki	2,73	2,48	2,52	2,44	2,67	2,66	0,33	64
Ivanjše	2,61	2,87	2,45	2,42	2,73	2,59	0,41	26
Gruča	2,43	2,54	2,71	/	/	2,66	0,31	30
Vrbovce-hrib	2,72	2,61	2,52	2,80	2,87	2,71	0,37	32
Vajndol	2,83	3,00	2,48	2,63	3,10	2,82	0,49	25
Krvavčji vrh	2,52	2,34	2,57	2,68	2,87	2,60	0,34	36
Cerovec pri Črešnjevcu	2,10	2,58	2,43	2,76	2,37	2,44	0,33	39
Brezova reber	2,61	2,64	2,42	2,51	2,34	2,54	0,25	27
Brezje pri Semiču	2,78	2,59	2,78	2,44	2,79	2,69	0,35	39
Damelj	2,63	2,43	2,57	2,71	2,74	2,61	0,30	49
Pribišje	2,70	2,55	2,45	2,59	2,72	2,60	0,35	51
Mali Rigelj	2,46	2,72	2,45	2,82	2,34	2,55	0,36	43
Cerovec pri Dol. Toplicah	2,89	2,70	2,61	2,61	2,81	2,66	0,46	33
Skupno	/	/	/	/	/	2,63	0,37	602

Iz preglednice 1 je razvidno, da ima najmanjši skupni povprečni KI belokranjsko čebelarstvo iz Cerovca pri Črešnjevcu ($n=39$; $2,44 \pm 0,33$), največjega pa dolenjsko čebelarstvo iz Vajndola ($n=25$; $2,82 \pm 0,49$). Skupni povprečni KI vseh vzorcev ($n=602$) je znašal $2,63 \pm 0,37$. V čebelarstvu Cerovec pri Črešnjevcu sta imeli dve družini od petih povprečni KI manjši od 2,40, prav tako tudi ena družina od petih iz čebelarstva v Malem Riglju. V čebelarstvu Vajndol pa je imela ena družina od petih KI večji od 3.00.

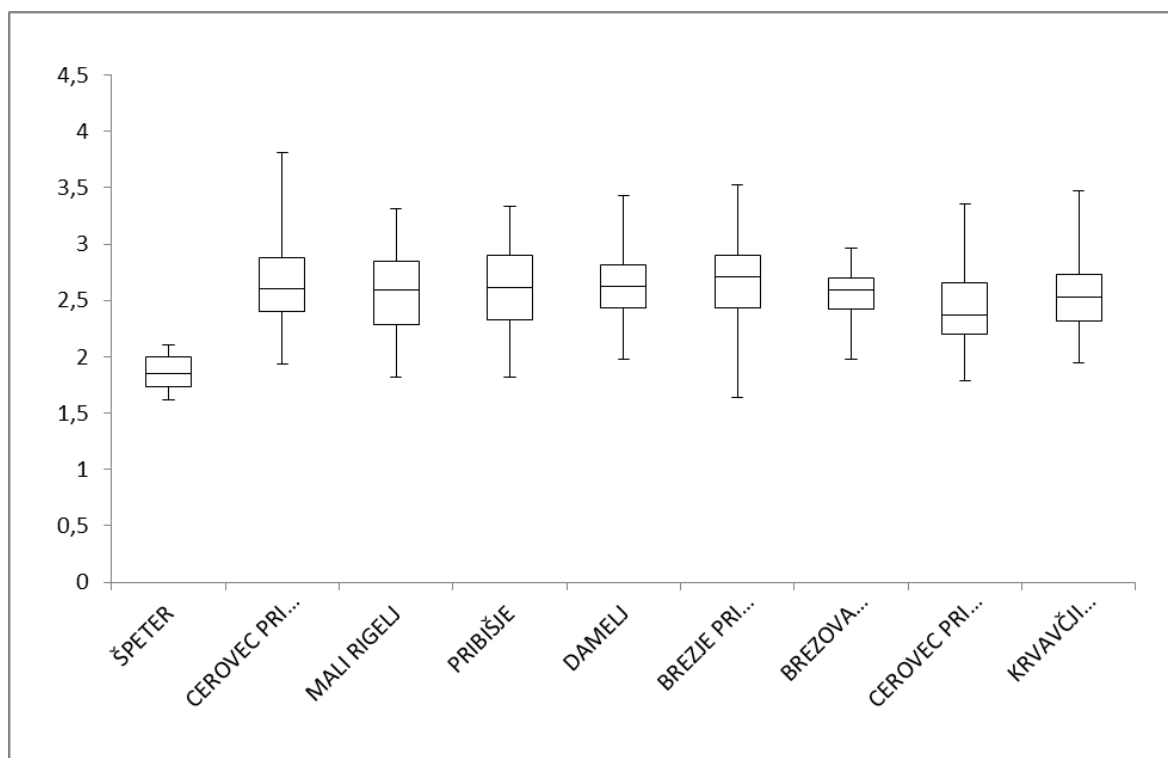
Podobno raziskavo je opravil Nakrst (2008), v kateri je ugotavljal morfološke karakteristike delavk in matic medonosne čebele v vzrejnih čebelarstvih. Materiali in metode dela se razlikujejo od naših metod. Medtem ko smo mi vzorčili čebele samo s področja Dolenjske in Bele krajine, je Nakrst (2008) vzorčil čebele s področja celotne Slovenije. Poleg tega čebelarji, ki so bili zajeti v naši raziskavi, čebelarijo samo s svojim vzrejnim materialom vsaj 20 let in ga ne dokupujejo. Nakrst (2008) ni postavil takega pogoja. Kljub vsem navedenim razlikam ni opaziti vidnega odstopanja med našimi ($n=602$; $2,63 \pm 0,37$) in njegovimi ($n=7397$; $2,65 \pm 0,39$) skupnimi izračuni KI.

Preglednica 2: Povprečje KI čebel Dolenjske in Bele krajine

Regija	N	\bar{x}	σ
Dolenjska	285	2,67	0,39
Bela krajina	217	2,59	0,34

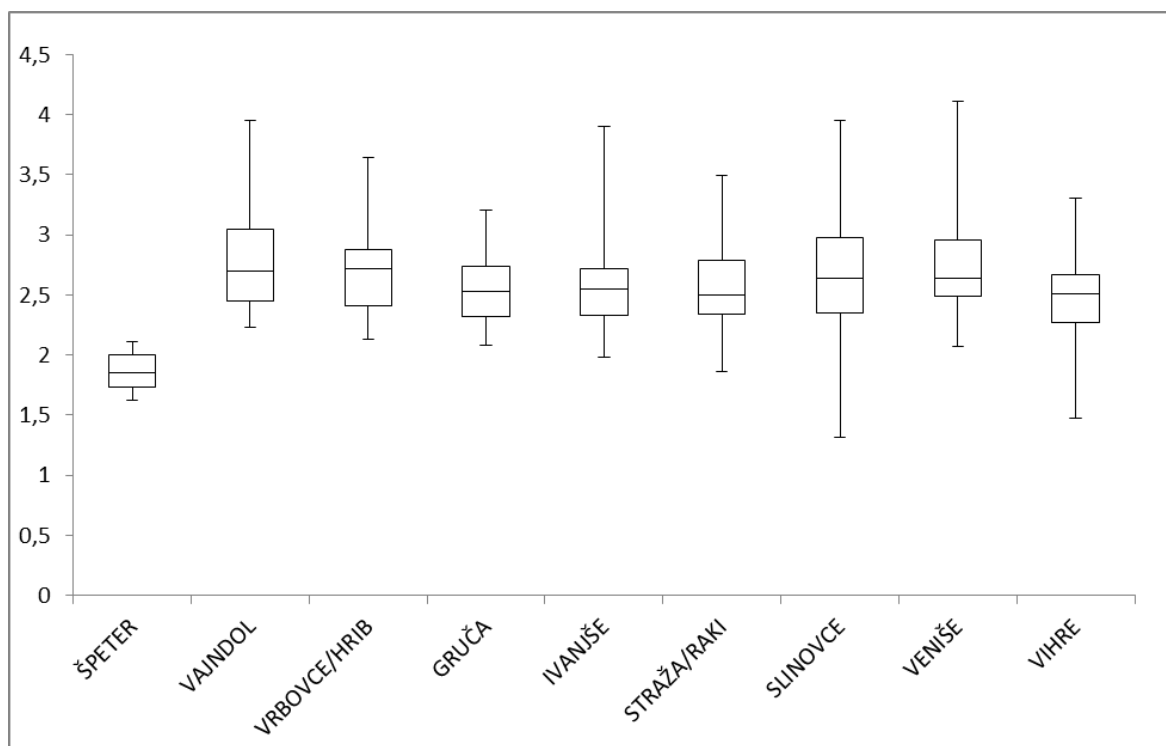
Dolenjske čebele (pregl. 2) imajo v povprečju večji KI od belokranjskih čebel.

Poklukar (1999) v poročilu navaja, da sta bila na našem področju vzorčenja prisotna dva ekotipa, panonski in alpski. Čebele s pobočja Gorjancev in ozkega pasu vzhodne Bele krajine naj bi pripadale panonskemu ekotipu, čebele preostalega področja Bele krajine in področja Dolenjske pa naj bi pripadale alpskemu ekotipu kranjske sivke.



Slika 6: Okvir z ročaji kubitalnih indeksov belokranjskih čebel in čebel iz Špetra (Italija)

Iz slike 6 je razvidno, da mediane KI belokranjskih čebel ustrezajo vrednostim, določenim za kranjsko sivko. Na meji je le skupina iz Cerovca pri Črešnjevcu, kjer ima kar 50 % vzorčenih čebel vrednost KI nižjo od 2,44. Med kraji so opazna majhna odstopanja. Kraj Brezje pri Semiču ima najnižjo vrednost KI (1,62), ki je enaka najnižji vrednosti KI iz Špetra, hkrati pa ima najvišjo srednjo vrednost KI belokranjskih čebel (2,69). Vzorci iz Špetra pa se vidno razlikujejo od belokranjskih vzorcev. Njihova mediana je manjša od 2.



Slika 7: Okvir z ročaji kubitalnih indeksov dolenjskih čebel in čebel iz Špetra (Italija)

Iz slike 7 je razvidno, da so mediane KI vseh dolenjskih čebelarjev večje od 2,5. Med njimi so opazna majhna odstopanja. Največji razpon vrednosti KI ima kraj Slinovce. Za kraj Vihre je razvidno, da ima kar 25 % vzorčenih čebel vrednost KI nižjo od 2,26. Največji delež (25 %) vzorčenih čebel s KI večjim od 3 pa ima kraj Vajndol. Kot je vidno že iz slike 6, se vzorci čebel iz Špetra vidno razlikujejo tudi od dolenjskih, kar nakazuje, da ne pripadajo isti rasi.

Spodnja preglednica prikazuje enosmerno analizo variance vzorčenih krajev iz Dolenjske in Bele krajine, brez vzorcev iz Špetra (Italija).

Preglednica 3: Enosmerna analiza variance vzorčnih krajev Dolenjske in Bele krajine, brez vzorcev iz Špetra

	st. prostosti	vsota kvadratov	srednji kvadrat	F vrednost	p-vrednost
kraji	15	4,51	0,3005	2,237	0,00471
ostanki	586	78,72	0,1343		

Iz preglednice 3 je razvidno, da je p-vrednost manjša od 0,01, zato lahko z 99 % verjetnostjo sprejmemo alternativno hipotezo, ki pravi, da se kraji med seboj statistično razlikujejo za lastnost KI.

Da bi ocenili razlike med kraji smo uporabili Tukey-ev test (pregl. 4). Testirali smo alternativno hipotezo, s katero predpostavljamo, da so razlike v povprečnih vrednostih med

kraji za določeno lastnost. Izračunali smo p-vrednosti, ki pomenijo verjetnost, da sprejmemo oziroma zavrzemo alternativno hipotezo.

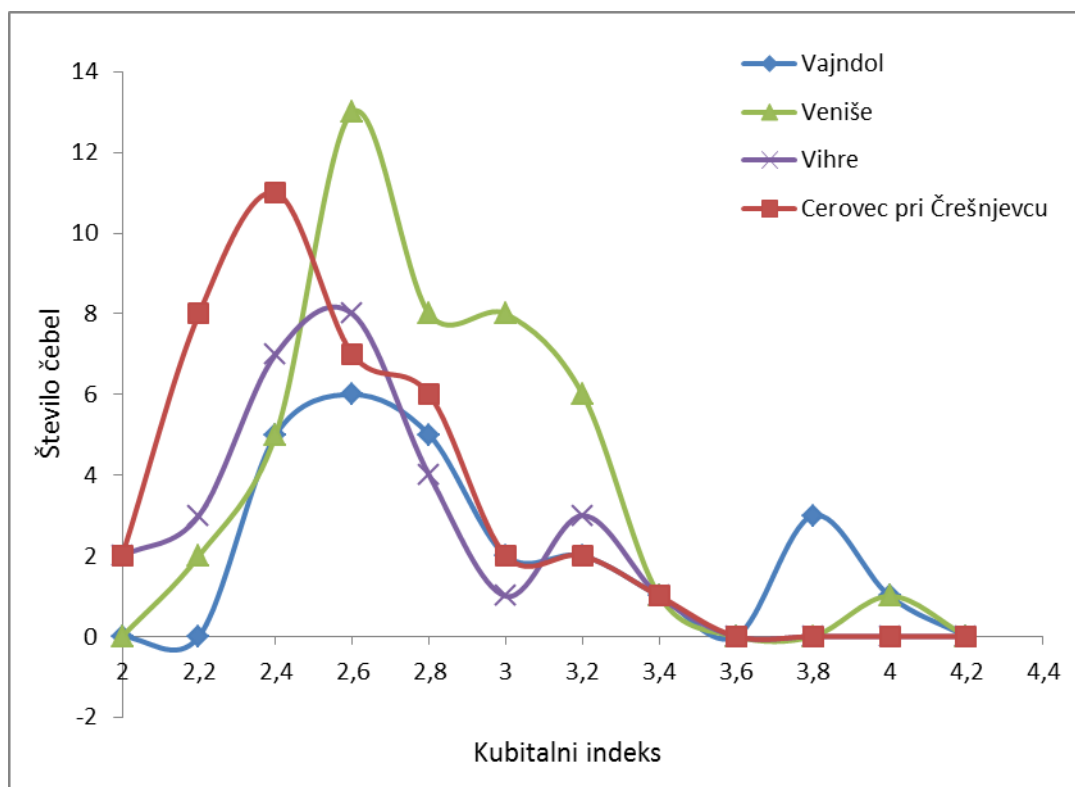
Preglednica 4: Tri ocenjene razlike med štirimi kraji z uporabo Tukey-evega testa za lastnost KI, ki nakazujejo prisotne razlike med kraji

Primerjava krajev	Razlika v srednji vrednosti	min	max	p-vrednost
Va: Cer Čr	3,89	0,07	0,71	0,00
Ve: Cer Čr	2,74	-0,03	0,55	0,05
Vi: Va	-3,27	-0,67	0,02	0,08

Med krajema Vajndol in Cerovec pri Črešnjevcu lahko z vsaj 99 % verjetnostjo sprejmemo alternativno hipotezo, ki pravi, da so razlike med krajema za lastnost KI. Torej, ta par je statistično različen v lastnosti KI. Med pari Veniše : Cerovec pri Črešnjevcu in Vihre : Vajndol pa lahko samo z 90 % verjetnostjo sprejmemo alternativno hipotezo, ki pravi da so razlike med tema paroma za lastnost KI.

Pri vseh ostalih ocenjenih razlikah med krajih pa je bila p-vrednost večja kot 0,1, zato smo za njih sprejeli ničelno hipotezo, ki pravi da med kraji ni statistično značilni razlik za lastnost KI.

Da bi videli, ali so kraji, kjer je Tukey-ev test pokazal, da so razlike statistično značilne, genetsko čisti in ne gre za vpliv tujega genetskega materiala, smo naredili za štiri kraje še variacijsko oziroma frekvenčno krivuljo (slika 8). Rihar (2003) navaja, da se pri krivulji križancev pojavljata dva ali več stranskih vrhov, medtem ko se pri dedno čistih vzorci pojavlja samo en vrh.



Slika 8: Varijacijske krivulje kubitalnih indeksov štirih krajev

Iz slike 8 je razvidno, da so vse krivulje desno asimetrične. Krivulje treh krajev, Vajndol, Veniše in Vihre, so bimodalne, torej imajo dva vrha, so široke in imajo večje število razredov na desni strani. Krivulja kraja Cerovec pri Črešnjecvu ima samo en vrh, vendar je tudi široka z več razredi na desni strani. Iz distribucij se nakazuje verjetna prisotnost genetsko različnih čebeljih družin, ki so prispevale k odstopanjem, zaznanimi s statističnim testiranjem.

5 SKLEPI

Čebelarstva dejavnost na območju, ki smo ga preučevali, predstavlja dopolnilno dejavnost, saj se zelo redki z njo preživljajo, v našem primeru se kar petnajst od šestnajstih čebelarjev s čebelarstvom ukvarja zaradi lastnega veselja oziroma sekundarnega vira zaslužka. Na podlagi obsežnega poizvedovanja in podatkov, pridobljenih od predsednikov triindvajsetih čebelarskih društev Dolenjske in Bele krajine, lahko trdimo, da samo 16 od 950 čebelarstev, registriranih na tem področju, obnavlja svoj stalež z lastnim vzrejnim materialom in matic ne kupuje vsaj dvajset let. Čebelarjenje je v veliki meri družinska tradicija.

Glede na Poklukarjevo poročilo iz leta 1999 je v primerjavi z našo raziskavo zaznati povečan skupni povprečni kubitalni indeks v jugovzhodni regiji. Vrednosti skupnega povprečnega kubitalnega indeksa pa so zelo primerljive vrednostim iz Nakrstove raziskave, ki je bila opravljena leta 2008 in je zajemala vso Slovensko populacijo čebel.

Rezultati statistične obdelave so pokazali, da se vrednosti KI krajev Vajndol in Cerovec pri Črešnjevcu statistično značilno razlikujejo. Čebele iz čebelarstva Cerovec pri Črešnjevcu imajo zelo nizek KI, ki je zelo podoben povprečnemu KI za panonski ekotip čebele iz raziskave leta 1998. Z razporeditvijo teh čebel v razrede ni bilo zaznati tujega vpliva genetskega materiala. Vrednosti KI med ostalimi kraji pa se statistično ne razlikujejo.

Morfološka raziskava KI nakazuje, da so čebele iz čebelarstva Cerovec pri Črešnjevcu lahko še redek primer panonskega ekotipa kranjske sivke, ki se je skozi zgodovino izoblikovala na preučevanem območju. Menimo, da bi bilo čebele tega čebelarstva nujno še genetsko testirati.

Glede na našo raziskavo lahko sklepamo, da smo veliko večino genetske pestrosti kranjske sivke na Dolenjskem in v Beli krajini izgubili.

6 POVZETEK

Na območju jugovzhodne Slovenije ni tržne vzreje matic, čeprav je nekoč ta predel slovel po kvalitetnih čebelah. Zaradi številnih izgub povezanih z zdravstvenimi težavami čebel, je bil velik del prvobitnega genetskega materiala nadomeščen s čebelami iz cele Slovenije. Želeli smo evidentirati čim več čebelarstev, ki vsaj dvajset let sama obnavljajo svoj stalež po materini liniji. Z nadaljnjo morfološko raziskavo pa smo želeli ugotoviti ali še obstaja krajevna skupina čebel.

Tako smo evidentirali 16 čebelarstev, pri katerih so čebelarji trdili da 20 let sami obnavljajo svoj stalež čebel. V raziskavo je bilo vključenih 78 vzorcev. Vsak vzorec je predstavljal najmanj 4 in največ 15 delavk. Skupno je bilo morfološko analiziranih 602 kril čebel delavk. Vsakemu smo izračunali KI in dobljene rezultate primerjali med sabo in z rezultati prejšnjih raziskav.

Ugotovili smo, da so vse vrednosti povprečnih KI za posamezno čebelarstvo v mejah, določenih za kranjsko sivko. Naše vrednosti za KI se v 15 čebelarstvih statistično ne razlikujejo med seboj. Primerljive so z vrednostim KI čebel iz cele Slovenije. Glede na raziskavo izpred 15 let pa so se povečale. Rezultati statistične obdelave so pokazali, da je bila razlika med KI med krajema Vajndol in Cerovec pri Črešnjevcu statistično značilna ($p < 0,05$), razlike med KI ostalih krajev pa niso bile statistično značilne ($p \geq 0,05$).

Čebelarstvo Cerovec pri Črešnjevcu ima majhno vrednost povprečnega kubitalnega indeksa. Ta je primerljiva z vrednostjo, ki je bila leta 1998 določena za panonski ekotip kranjske sivke.

7 VIRI

- Babnik J., Božič J., Božnar M., Debelak M., Gregorc A., Jenko-Rogelj M., Jelenc J., Kresal D., Meglič M., Poklukar J., Rihar J., Senegačnik J., Stark J., Strmole B., Šivic F., Vidmar U., Zdešar P. 1998. Od čebele do medu. Ljubljana, Kmečki glas: 472 str.
- Baudry E., Solignac M., Garnery L., Gries M., Cornuet J., Koeniger N. 1998. Relatedness among honeybees (*Apis mellifera*) of a drone congregation. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, 265: 2009-2014
<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/265/1409/2009#related-urls>
(november 2013)
- Božič J. 2005. Varovanje kranjske čebele – ohraniti pasmo ali raso medonosne čebele? Acta agriculturae Slovenica, 86, 2: 93–97
<http://aas.bf.uni-lj.si/zootehnika/86-2005/PDF/86-2005-2-93-97.pdf> (marec 2014)
- Brown M.J.F., Paxton R.J. 2009. The conservation of bees: a global perspective. Apidologie 40: 410-416
<http://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/2009/03/m09032.pdf> (februar 2014)
- De la Rúa P., Jaffe R., Dall'olio R., Muñoz I., Serrano J. 2009. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. Apidologie, 40: 263-284
- Gregorc A. 2002. Medonosna čebela in osnove čebelarjenja. Ljubljana, Veterinarska fakulteta: 125 str.
- Gregori J. 2009. Kranjska čebela (*Apis mellifera carnica*): vidiki njene sedanje ogroženosti v Sloveniji. Acta entomologica slovenica, 17, 2: 137-144
- Hepburn H.R., Radloff S.E. 2011. Honeybees of Asia. Berlin, Springer: 669 str.
- Javornik F., Kastelic L., Kranjc A., Mihelič J., Senegačnik E., Senegačnik J., Vidmar U. 1982. Čebelarstvo. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 378str.
- Kozmus P. 2008. Ugotavljanje prisotnosti ekotipov kranjske čebele (*Apis mellifera carnica* Pollman) v Sloveniji na podlagi razlik v ožiljenosti prednjih kril. Acta agricultural Slovenica, 92, 2: 139-149

- Muñoz I., Stevanović J., Stanimirović Z., De la Rúa P. 2012. Genetic variation of *Apis mellifera* from Serbia inferred from mitochondrial analysis. *Journal of apicultural science*, 56, 1: 59-69
- Nakrst M. 2008. Morfološke karakteristike delavk in matic medonosne čebele v vzrejnih čebelarstvih. Diplomsko delo. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo: 68 str.
- Poklukar J. 1999. Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v letu 1998. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 20 str.
- Rihar J. 2003. Vzrejajmo boljše čebele. 3. Izdaja. Ljubljana, Pansan: 272 str.
- Ruttner F., Tassencourt L., Louveaux J. 1978. Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 9, 4: 363-381
- Slovar slovenskega knjižnega jezika. 2000. Ekotip. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU.
http://bos.zrc-sazu.si/cgi/a03.exe?name=sskj_testa&expression=ekotip&hs=1
(marec 2014)
- Sulimanović Đ., Jenčič V. 1996. Čebelja družina in njene bolezni: za študente veterinarske medicine. Ljubljana, Veterinarska fakulteta: 88 str.
- Šalehar A. 2010. Kranjska čebela. Brdo pri Lukovici, Čebelarstva zveza Slovenije.
http://www.czs.si/novice_podrobno.php?sif_no=1201 (april 2013)
- Tofilski A. 2008. Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. *Apidologie*, 39: 558–563
- Zakon o živinoreji. Ur. l. RS št. 18-716/2002
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=21499> (april 2013)
- World Population Prospects: The 2012 Revision. 2012. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Population division, Population estimates and Projections section.
<http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/population.htm> (april 2014)
- Zemljevid Slovenije. 2013.
http://www2.arnes.si/~vzajc1/slike/zemljevid_slovenije/zemljevid_slovenije.jpg
(marec 2013)

ZAHVALA

Najprej bi se rad zahvalil mentorju prof. dr. Janku Božiču za strokovno pomoč pri izdelavi diplomskega dela in potrpežljivost.

Zahvala gre tudi recenzentu prof. dr. Petru Dovču in predsedniku komisije za oceno in zagovor doc. dr. Silvestru Žguru za podroben pregled in komentarje.

Čebelarjem, ker so mi nesebično odstopili nekaj svojih čebel.

Čebelam, ker me niso preveč popikale, ko sem jih motil.

Sabini Knehtl, ki mi je kljub svojemu delu vedno priskočila na pomoč in to vedno s prijazno besedo.

CSR Vremščica za nepozabno opravljanje študijske prakse.

Vsem sošolcem in sošolkam, še posebej Marini in Urši, za pomoč pri učenju in lepo preživeta študentska leta.

Prijateljicama, Dadi za pomoč pri oblikovnem urejanju diplomskega dela in Barbari za prevod izvlečka.

Sestrični Metki in stricu Ediju za pomoč pri učenju matematike.

Teti Lini in teti Tončki za materialno in moralno oporo tekom študijskih let.

Teti Pepi, moji drugi mami, ki me je med študijem vzela pod svojo streho in mi nudila materialno pomoč in me spodbujala k učenju.

Ženi Nejki za potrpežljivost, spodbudo in pomoč pri prevajanju člankov.

Sinu Ožbeju za motivacijo pri končanju diplomskega dela.

Diplomsko delo pa posvečam svojim kmečkim staršem in starim staršem, ki so mi omogočili šolanje in vcepili ljubezen do narave in vsega živega.

PRILOGE

Priloga A: Vprašalnik o izvoru čebel

1. Ime in priimek lastnika čebel:
2. Naslov lastnika čebel:
3. Ime lokacije čebelnjaka (če ni lociran doma):
4. Koliko časa že čebelarite?
5. Ali imate že od začetka čebele na tej lokaciji?
6. Če ne, ali ste jih predstavljali dlje od desetih kilometrov?
7. Ali imate družinsko tradicijo čebelarjenja?
8. Če DA, kdo je bil prejšnji lastnik čebel?
9. Ste sami začeli čebelariti?
10. Ali ste na začetku družine kupili od domačih čebelarjev (radij 10 km)?
11. Ali ste tekom čebelarjenja kdaj dokupovali družine?
12. Če DA, od kod?
13. Ali sami vzrejate matice?
14. Ali jih dokupujete od domačih vzrediteljev (radij 10 km)?
15. Če NE, od kod jih kupujete?
16. Kolikšen delež matic dokupite?
17. Ali imate kaj družin, ki po matični strani vsaj 20 let niso bile prinešene od drugod ?
18. Ali bi bili pripravljeni dati svoj vzrejni material?
 - a) celo družino
 - b) sat z zalego
19. Če DA, pod pogojem:
 - a) da bi bili informirani o rezultatih raziskave
 - b) da bi dobili nazaj vzrejeno matico
20. Ali bi bili pripravljeni biti vzrejevalec matic?

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Janez VERBIČ

**OSNOVNE MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI ČEBEL
DELAVK PRI EVIDENTIRANIH ČEBELARJIH Z
LASTNO VZREJO ČEBELJIH MATIC NA ŠIRŠEM
OBMOČJU DOLENJSKE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2015