

UGOTAVLJANJE STOPNJE HIBRIDIZACIJE POPULACIJE KRANJSKE ČEBELE (*Apis mellifera carnica* Pollman) V SLOVENIJI NA PODLAGI OBARVANOSTI OBROČKOV NA ZADKU

Peter KOZMUS¹

Delo je prispelo 11. avgusta 2011, sprejeto 22. septembra 2011.
Received August 11, 2011; accepted September 22, 2011.

Ugotavljanje stopnje hibridizacije populacije kranjske čebele (Apis mellifera carnica Pollman) v Sloveniji na podlagi obarvanosti obročkov na zadku

V Sloveniji je kranjska čebela (*Apis mellifera carnica* Pollman 1879) avtohtona in zaščitena čebelja podvrsta. Glede na morfološke karakteristike je uvrščena v jugovzhodno evropsko skupino čebel in je druga najbolj razširjena podvrsta čebel na svetu. Slovenija je priznana za izvorno območje kranjske čebele, njeno ohranjanje pa je tudi zakonsko določeno. V zadnjem obdobju v populaciji kranjske čebele v Sloveniji opažamo vse več čebel z rumenimi obročki na zadku, ki za kranjsko čebelo niso značilni in so posledica križanj z drugimi podvrstami medonosne čebele. Na stanje v populaciji kranjske čebele v Sloveniji imajo vpliv tako čebelarji (trgovina z maticami in čebeljimi družinami, prevažanje čebel) kot tudi naravne razmere in mešanje sosednjih populacij po naravni poti. Da bi ugotovili, kolikšen del križancev-hibridov je prisotnih v populaciji kranjske čebele v Sloveniji, smo izvedli morfološko analizo obarvanosti obročkov na zadku čebel delavk. Ugotovili smo, da je največji odstotek čebel z rumenimi obročki na zadku prisoten na zahodnem delu Slovenije ob meji z Italijo (obalno kraška in goriška regija) ter na Koroškem. V povprečju je v populaciji kranjske čebele v Sloveniji 5,6 % čebel z rumenimi obročki na zadku. Nadaljnja križanja bi lahko vodila k izgubi morfoloških, etoloških in genetskih karakteristik, značilnih za kranjsko čebelo ter s tem izgubo avtohtone kranjske čebele v Sloveniji.

Ključne besede: čebele / podvrste / kranjska čebela / *Apis mellifera carnica* / hibridizacija / zadek / obarvanost / Slovenija

Population of Carniolan bees (Apis mellifera carnica Pollman) in Slovenia and its hybridization with other subspecies based on colour of abdomen

In Slovenia Carniolan honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollman 1879) is an autochthonous and protected honeybee subspecies. Based on morphological characteristics *A. m. carnica* belongs to the southeast European group of honeybees and is the second most widely spread honeybee subspecies in the world. Slovenia is the origin country of *A. m. carnica* and its conservation is stipulated by law. In the last few years more honeybees with yellow bands on the abdomen were seen in the population of *A. m. carnica* in Slovenia. These characteristics are the result of hybridization with other honeybee subspecies. *Apis m. carnica* is nowadays to a large extent influenced by beekeeping activities (trade with bee colonies and queens, migratory beekeeping) and also natural conditions and hybridization in the zones of natural hybridization. To find out the percentage of hybrid honeybees in the population of *A. m. carnica* in Slovenia, a morphological investigation based on the colour of bands on the worker abdomen was made. We found the highest percentages of honeybees with yellow bands in the West part of Slovenia near the border with Italia (Obalno Kraška and Goriška region) but also in the Koroška region. On average 5.6% honeybees in the population of *A. m. carnica* in Slovenia have yellow bands. Further hybridization of *A. m. carnica* with other honeybee subspecies could lead to loss of morphological, ethological and genetic characteristics of *A. m. carnica* population in Slovenia.

Key words: bees / subspecies / Carniolan bee / *Apis mellifera carnica* / hybridization / abdomen / colour / Slovenia

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, dr., e-pošta: peter.kozmus@kis.si

1 UVOD

Evropske pasme čebel so se razvile in izoblikovale po zadnji ledeni dobi pred približno 8.000 do 10.000 let pred našim štetjem. Z Iberskega polotoka se je na sever razširila severna temna čebela (*Apis m. mellifera*), na Apeninskem polotoku se je oblikovala italijanska čebela (*Apis m. ligustica*), na Balkanskem polotoku kranjska čebela (*Apis m. carnica*), z Bližnjega vzhoda pa se je proti Evropi razširila makedonska čebela (*Apis m. macedonica*). Poleg naštetih se je sorazmerno samostojno razvila tudi kavkaška čebela (*Apis m. caucasica*) (Ruttner, 1988). Na podlagi morfoloških raziskav je Ruttner s sod. (1978) in Ruttner (1988) izdelal karto z razmejitvami med posameznimi podvrstami. Za kranjsko čebelo je določil območje južne Avstrije, območje nekdanje Jugoslavije, Romunije, Madžarske, Češke in južnega dela Poljske. Med opisom morfoloških lastnosti kranjske čebele navaja, da je to temna čebela, za italijansko čebelo pa navaja, da je to edina podvrsta z rumeno pigmentacijo na zadku.

V zadnjih 150 letih (Soland in sod., 2009) je v Evropi potekala zelo intenzivna trgovina s čebeljimi družinami, v zadnjem obdobju pa predvsem s čebeljimi maticami, zaradi česar so lokalne populacije čebel pričele izginjati (Garnery in sod., 1998; Jensen in sod., 2005). Izginjanje evropskih podvrst *Apis mellifera* zaradi hibridizacije je bilo evidentirano v mnogih zahodnih in severnih evropskih državah (Franck in sod., 2000; De la Rúa in sod., 1998, 2001a, b, 2003; Ivanova in sod., 2007). Hibridizacija je bila posebno intenzivna v Nemčiji, kjer avtohtona temna čebela ne obstaja več. Čebele v Nemčiji so tako hibridi med podvrstami: *A. m. mellifera*, *A. m. carnica*, *A. m. ligustica* in *A. m. caucasica* (Kauhausen-Keller in Keller, 1994). Na Danskem so avtohtono populacijo čebel izgubili zaradi vnosa italijanske čebele (Jensen in sod., 2005), v Franciji pa so ugotovili prisotnost tako kranjske kot tudi italijanske čebele (Garnery in sod., 1998). Na Poljskem in Češkem se je tovrstno mešanje podvrst čebel

pričelo nekoliko kasneje kot v zahodni Evropi, vendar se čebelarji tudi tu niso mogli upreti pritiskom tujih podvrst čebel (Gromisz, 1997; Poklukar, 1999). Zaradi tega velja *A. m. mellifera* v Evropi za ogroženo čebelo podvrsto in z namenom ohranjanja temne čebele je bila ustanovljena organizacija (Societas Internationalis pro Conservatione *Apis Melliferae Melliferae* (SICAMM), katere cilj je ohranjanje temne čebele na območjih, kjer krajevne lokalne populacije še obstajajo (Jensen in sod., 2005).

1.1 KRANJSKA ČEBELA

Kranjsko čebelo oz. kranjsko sivko uvrščamo v jugovzhodno-evropsko skupino čebel. Njeno izvorno območje je opredeljeno severno in južno od Karavank, na obeh straneh meje med Avstrijo in Slovenijo (Ruttner, 1988). Celotna populacija kranjske čebele je na podlagi morfoloških znakov razdeljena na tri večje skupine: alpsko (Slovenija, Avstrija, Slovaška), panonsko (Madžarska, Romunija) in mediteransko (Hrvaška, Bosna in Hercegovina, Srbija, Črna Gora; Ruttner in Hänel, 1992), pri čemer Ruttner (1988) ozemlje ob italijanski meji označuje kot nedefinirano glede podvrste čebel zaradi mešanja kranjske čebele z italijansko.

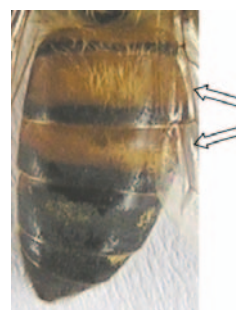
Da bi populacijo kranjske čebele v Sloveniji natančneje opredelili in okarakterizirali domnevne ekotipe, so Sušnik in sod. (2004) celotno populacijo preučili na podlagi genetskih markerjev, vendar genetskih razlik znotraj populacije kranjske čebele v Sloveniji niso našli. Tudi Kozmus (2008) na podlagi analize ožiljenosti kril razlik med morebitnimi ekotipi znotraj populacije čebel v Slovenije ni ugotovil. Obe raziskavi nakazujeta, da je populacija kranjske čebele v Sloveniji homogena. Kranjska čebela je v Sloveniji avtohtona pasma čebel in je pomembna zlasti s stališča ohranjanja podvrst čebel in lokalnih različic, ki so se na določene razmere prilagodile v daljšem časovnem obdobju in zaradi tega predstavljajo pomemb-



delavka s sivimi obročki na zadku



delavka z enim rumenim obročkom na zadku



delavka z dvema rumenima obročkoma na zadku

Slika 1: Trije različno obarvani obročki na zadku pri analiziranih delavkah
Figure 1: Three different colour patterns on the abdomen of worker honeybee

Preglednica 1: Število analiziranih čebel ter odstotek čebel z dvema rumenima obročkoma na zadku v posameznih občinah v Sloveniji
Table 1: Number of analyzed honeybees and percentages of honeybees with two yellow bands on the abdomen in the communities in Slovenia

Št. No.	Občina Community	Št. čebel No. honeybees	Odstotek Percentage	Št. No.	Občina Community	Št. čebel No. honeybees	Odstotek Percentage
1	HRPELJE - KOZINA	50	20	40	SVETA ANA	31	6
2	KOMEN	127	19	41	ČRENŠOVCI	16	6
3	DIVAČA	50	18	42	TREBNJE	49	6
4	RADLJE OB DRAVI	75	16	43	TRBOVLJE	85	6
5	RIBNICA NA POHORJU	25	16	44	VELIKA POLANA	17	6
6	PIRAN	90	14	45	LAŠKO	105	6
7	CELJE	100	14	46	IG	127	6
8	VOJNIK	50	14	47	LENDAVA	19	5
9	ORMOŽ	24	13	48	KOPER	153	5
10	SEŽANA	139	12	49	KRANJ	156	5
11	CIRKULANE	25	12	50	METLIKA	100	5
12	DRAVOGRAD	50	12	51	LOGATEC	267	5
13	JURŠINCI	25	12	52	KOSTEL	91	4
14	PODVELKA	25	12	53	VELIKE LAŠČE	117	4
15	PTUJ	25	12	54	LJUTOMER	24	4
16	VUZENICA	25	12	55	RAZKRIŽJE	24	4
17	CERKNO	125	11	56	RIBNICA NA POHORJU	24	4
18	IDRIJA	125	11	57	VERŽEJ	24	4
19	KANAL OB SOČI	18	11	58	CERKNICA	25	4
20	KOBARID	46	11	59	DORNAVA	25	4
21	MURSKA SOBOTA	39	10	60	KUNGOTA	25	4
22	ŠENTILJ	60	10	61	OPLOTNICA	25	4
23	TOLMIN	51	10	62	SEMIČ	25	4
24	VELENJE	52	10	63	ŠTORE	25	4
25	KRIŽEVCI	24	8	64	ZREČE	50	4
26	OSILNICA	24	8	65	MIRNA PEČ	25	4
27	SEVNICA	24	8	66	ROGAŠOVCI	51	4
28	POSTOJNA	182	8	67	BOROVNICA	130	4
29	RAVNE NA KOROŠKEM	50	8	68	CANKOCA	26	4
30	DOBJE	26	8	69	NAKLO	80	4
31	BELTINCI	41	7	70	LUKOVICA	55	4
32	ČRNA NA KOROŠKEM	125	7	71	JEZERSKO	30	3
33	LJUBLJANA	206	7	72	KOSTANJEVICA	30	3
34	DOLENJSKE TOPLICE	30	7	73	NOVO MESTO	30	3
35	IZOLA	30	7	74	SLOVENSKA BISTRICA	90	3
36	PESNICA	30	7	75	ŠENTJERNEJ	30	3
37	PREDVOR	60	7	76	ŽALEC	101	3
38	ILIRSKA BISTRICA	122	7	77	ČERNOMELJ	137	2
39	ŠENTJUR	77	6	78	IVANČNA GORICA	50	2

nadaljevanje na drugi strani / contiued overleaf

Št. No.	Občina Community	Št. čebel No. honeybees	Odstotek Percentage	Št. No.	Občina Community	Št. čebel No. honeybees	Odstotek Percentage
79	KAMNIK	100	2	94	KAMNA GORICA	40	0
80	PREBOLD	52	2	95	KOMENDA	26	0
81	TRŽIČ	180	2	96	LESCE	28	0
82	DOMŽALE	142	1	97	MOKRONOG	30	0
83	NAZARJE	72	1	98	PUCONCI	23	0
84	MARIBOR	148	1	99	RAČE FRAM	24	0
85	SLOVENJSKE KONJICE	75	1	100	RADENCI	16	0
86	ŽIRI	135	1	101	RADOVLJICA	177	0
87	ZAGORJE	154	1	102	SLOV. BISTRICA	25	0
88	MOZIRJE	177	1	103	STARŠE	24	0
89	APAČE	27	0	104	ŠKOCJAN	30	0
90	BEGUNJE	59	0	105	ŠMARJE PRI JELŠAH	50	0
91	CERKLJE NA GORENJSKEM	30	0	106	TIŠINA	22	0
92	GORNJA RADGONA	33	0		Skupaj:	6940	
93	GROSUPLJE	75	0				

no genetsko bogastvo v naravi (Randi, 2008). Na drugi strani izginjanje lokalnih različic čebel povzroča izgubo dragocenih kombinacij značilnosti, ki so se izoblikovale v procesih selekcije v daljšem časovnem obdobju (De la Rúa in sod., 2009).

V zadnjem obdobju smo v populaciji kranjske čebele v Sloveniji pogosto zasledili čebele z rumenimi progami ali obročki na zadku. O podobnih opažanjih so poročali tudi čebelarji. Zaradi tega smo opravili morfološko raziskavo populacije kranjske čebele, v kateri smo ugotavljali odstotke čebel z rumenimi obročki na zadku na posameznih območjih Slovenije.

1.2 BARVA OBROČKOV NA ZADKU

Ocenjevanje čebel po barvi obročkov na zadku se je uveljavilo v času trgovanja s čebelami. Tudi kasnejše raziskave so potrdile, da lahko kranjsko čebelo od italijanske zanesljivo ločimo po barvi hitinskega obročka na zadku (Dupraw, 1965; Rihar, 1961). Hrbtni obročki so lahko povsem enotno temne barve, lahko pa imajo ob boku pike in lise, ali pa je ves obroček rjavkasto rdečkasto rumen. Italijanska čebela ima 1–3 rumene obročke, kranjska čebela pa ima lise in obročke rdečkasto rjavkaste barve (Rihar, 2003). Da je kranjska čebela po svetu zaslovela brez rumenih obročkov, opisuje že Verbič (1947). Tudi po določitih nemške čebelarске zveze iz leta 1969 kranjska čebela ne sme imeti rumenih obročkov (Biene, 1969). V primeru, da v družini ugotovimo čebele z rumenimi obročki na zadku, vemo, da gre bodisi za uvožene

italijanske čebele ali za njihove križance (Rihar, 2003), lahko pa tudi za križance z buckfast čebelo (Borsuk in Olszewski, 2010).

2 MATERIAL IN METODE

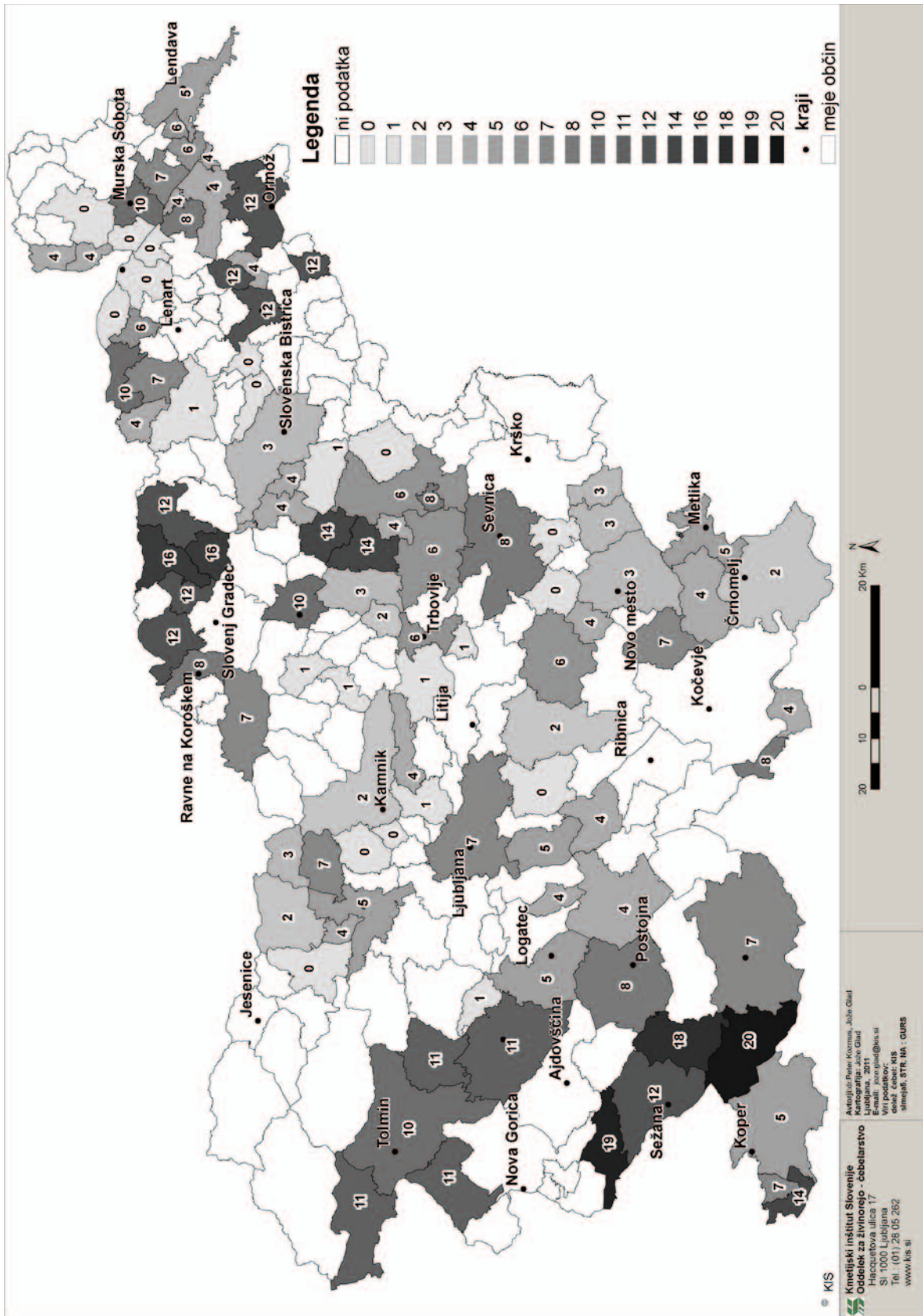
2.1 VZORČENJE

V analizi smo uporabili čebele delavke, ki smo jih zbrali po Sloveniji v letu 2010. Skupaj smo zbrali vzorce čebel z 258 lokacij in 106 občin. En vzorec je sestavljalo najmanj 25 čebel delavk, ki smo jih zbrali neposredno z rastlin, na katerih so nabirale nektar in/ali cvetni prah. Vsak vzorec je tako predstavljal stanje z več stojišč v okolici vzorčne lokacije. Skupno smo zbrali 6.940 čebel (pregl. 1). Čebele smo do analiziranja hranili v zamrzovalniku na -20°C .

2.2 MORFOLOŠKA ANALIZA OBARVANOSTI OBROČKOV NA ZADKU

V morfološki analizi obarvanosti obročkov na zadku smo preučevali vsako posamezno čebelo posebej. Čebele smo preučevali vizualno, pri tem pa smo imeli dobro osvetlitev in belo podlago. Vse pregledane čebele smo uvrstili v tri skupine:

- delavke s sivim zadkom (značilnim za delavke kranjske čebele),
- delavke z enim rumenim obročkoma na zadku,



Slika 2: Odstotek čebel z dvema rumenima obročkoma na zadku v posameznih občinah v Sloveniji
 Figure 2: Percentages of honeybees with two yellow bands on the abdomen in the communities in Slovenia

- delavke z dvema rumenima obročkoma na zadku (slika 1).

Rezultate iz istih občin smo združili in jih prikazali na karti Slovenije.

3 REZULTATI

Za vsako občino smo izračunali odstotek čebel, ki so imele dva obročka na zadku obarvana rumeno (pregl. 1) in odstotke izrisali na karti (slika 2).

Rezultate po občinah smo nato združili po posameznih regijah (pregl. 2) in odstotke ponovno prikazali na karti (slika 3). Največji odstotek čebel z rumenimi obročki na zadku je bil ugotovljen na zahodnem delu države (Primorska), najmanjši pa za vzorce, zbrane na območju Gorenjske in Notranjske.

Preglednica 2: Odstotek čebel z dvema rumenima obročkoma na zadku v posameznih regijah v Sloveniji

Table 2: Percentages of honeybees with two yellow bands on the abdomen in the regions in Slovenia

Št. No.	Regija Region	Odstotek Percentage
1	OBALNO-KRAŠKA	14
2	KOROŠKA	12
3	GORIŠKA	11
4	NOTRANJSKO-KRAŠKA	7
5	PODRAVSKA	6
6	SPODNJEPOSAVSKA	6
7	SAVINJSKA	5
8	POMURSKA	4
9	JUGOVZHODNA SLOVENIJA	4
10	ZASAVSKA	4
11	OSREDNJSLOVENSKA	3
12	GORENJSKA	3

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Na podlagi opravljene morfološke analize čebel v Sloveniji smo ugotovili, da je v Sloveniji v povprečju 5,6% čebel z dvema rumenima obročkoma na zadku. Rezultat je relativno visok in v skladu z domnevo, da se odstotek v zadnjem obdobju povečuje. Primerljivih starejših podatkov ni, zato natančnejša ugotovitev o povečanju oz. zmanjšanju odstotka teh čebel v populaciji čebel v Sloveniji ni mogoča.

Iz rezultatov je razvidno, da je največji odstotek teh čebel prisoten na zahodnem delu Slovenije, kar potrjuje

dejstvo, da na tem območju in območju Furlanije Julijske krajne prihaja do mešanja med kranjsko in italijansko čebelo *A. m. ligustica* (Comparini in Biasiolo, 1991; Ruttner, 1988). Ob tem je presenetljivo, da so odstotki teh čebel v teh občinah tako visoki (Hrpelje – Kozina, Komen in Divača Kobarid, Sežana, Cerčno, Piran, Idrija in Kanal).

Še bolj presenetljivi so rezultati o odstotkih čebel z dvema rumenima obročkoma na zadku drugod po Sloveniji (Ribnica na Pohorju, Radlje ob Dravi, Celje, Vojnik, Podvelka, Ormož, Ptuj, Dravograd, Cirkulane, Juršinci, Vuzenica). Občine na območju Koroške (Ribnica na Pohorju, Radlje ob Dravi, Podvelka, Dravograd, Vuzenica) izkazujejo relativno enoten odstotek čebel z rumenimi obročki na zadku (od 12–16 %), zaradi česar sta možni dve razlagi:

- da so na avstrijski strani prisotne italijanske in/ali buckfast čebele in da so se čebele s Koroške hibridizirale z njimi ali
- da so čebelarji na tem območju kupili italijanske in/ali buckfast čebele, ki so se hibridizirale z avtohtono populacijo.

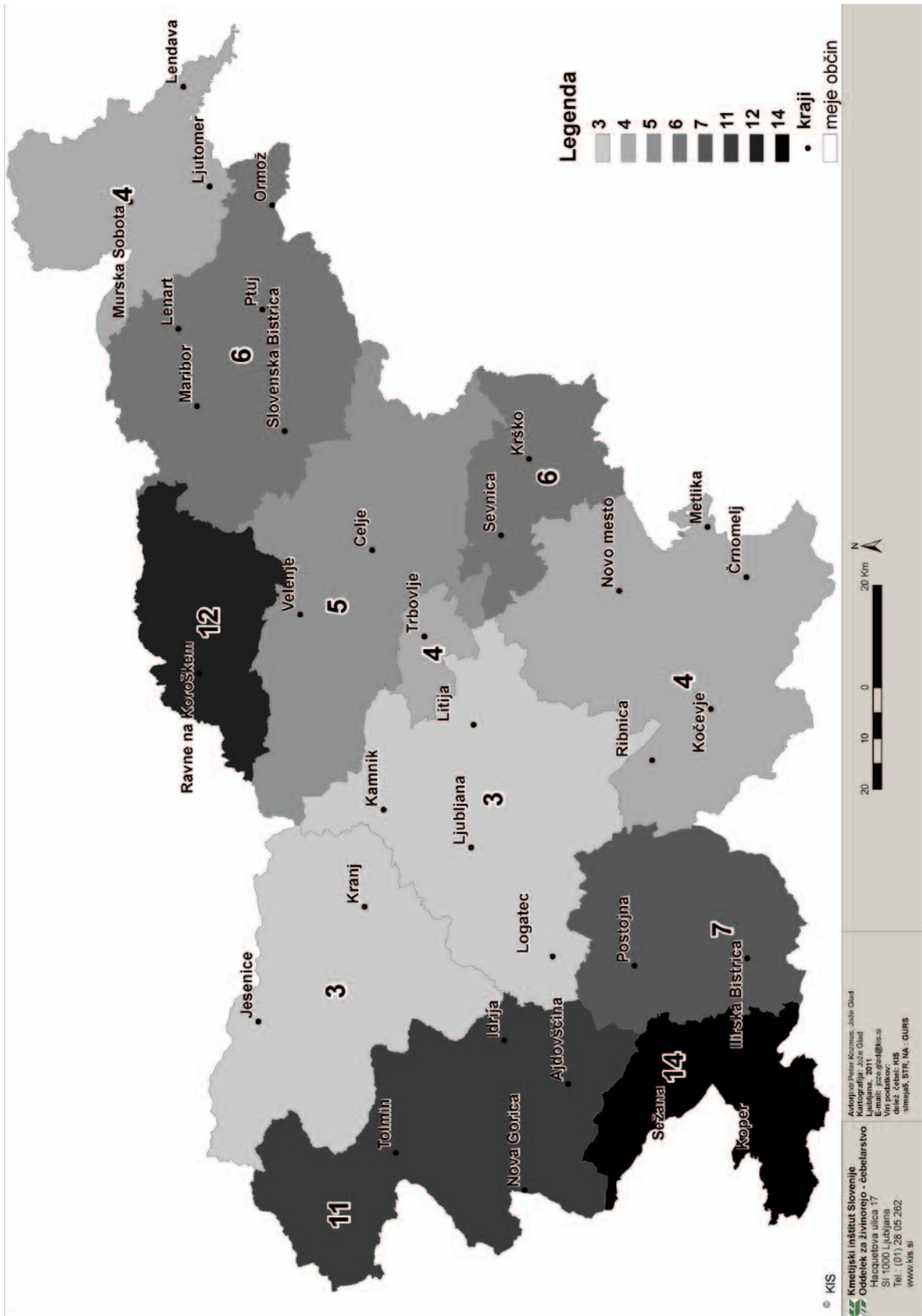
Zakaj so odstotki v nekaterih drugih občinah tako visoki (Celje, Vojnik, Ormož, Ptuj, Cirkulane, Juršinci...), nam ni znano, domnevamo pa, da je v teh primerih vzrok manjši vnos tujih podvrst čebel na ta območja, pri čemer so se te čebele hibridizirale z lokalnimi populacijami čebel.

Na podlagi rezultatov analize ugotavljamo, da bi se lahko hibridizacija, podobno, kot se je odvijala v zahodnih in severnih državah Evrope, pričela tudi v Sloveniji, kar pa s stališča, da je Slovenija izvorno območje kranjske čebele, ni le nezaželeno ampak celo nedopustno.

Poleg tega smo z raziskavo ugotovili, da nekateri slovenski čebelarji ne prepoznavajo čebel z rumenimi obročki na zadku v svojih čebelarstvih in jih celo tolerirajo, zaradi česar čebelarji v neskladju s slovensko zakonodajo. Zato bi bilo potrebno

- čebelarje informirati o tipičnih morfoloških znakih kranjske čebele,
- med njimi povečati zanimanje za menjavo matic v čebeljih družinah, v katerih so prisotne čebele z rumenimi obročki na zadku ter
- povečati nadzor nad stanjem kranjske čebele med čebelarji v Sloveniji.

Na podlagi dobljenih rezultatov bomo na Kmetijskem inštitutu Slovenije še povečali prizadevanja za ohranitev čiste kranjske sivke v Sloveniji.



Slika 3: Odstotek čebel z dvema rumenima obročkoma na zadku v posameznih regijah v Sloveniji
 Figure 3: Percentages of honeybees with two yellow bands on the abdomen in the regions in Slovenia

5 ZAHVALA

Za izvedbo naloge se zahvaljujemo javni svetovalni službi v čebelarstvu v okviru Čebelarske zveze Slovenije.

6 VIRI

- Biene. 1969. Richtlinien für das Zuchtwesen des Deutschen Imkerbundes-Stand. Biene, 11: 345–348
- Borsuk, G., Olszewski, K. 2010. Morphometric traits of buckfast and caucasian bees. *Journal of Apicultural science*, 54: 43–48
- Comparini, A., Biasolo, A. 1991. Genetic discrimination of Italian bee, *Apis mellifera ligustica* versus carniolan bee, *Apis mellifera carnica* by allozyme variability analysis. *Biochemical Systematics and Ecology*, 19: 189–194
- De la Rúa, P., Galian, J., Serrano, J., Moritz, R.F.A. 2001a. Genetic structure and distinctness of *Apis mellifera* L. populations from Canary Islands. *Molecular Ecology*, 10: 1733–1742
- De la Rúa, P., Galian, J., Serrano, J., Moritz R.F.A. 2001b. Molecular characterization and population structure of the honeybees from the Balearic islands (Spain). *Apidologie*, 32: 417–427
- De la Rúa, P., Galian, J., Serrano, J., Moritz R.F.A. 2003. Genetic structure of Balearic honeybee populations based on microsatellite polymorphism. *Genetic Selection and Evolution*, 35: 339–350
- De la Rúa, P., Jaffé, R., Dall'Olio, R., Muñoz, I., Serrano, J. 2009. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*, 40: 263–284
- De la Rúa, P., Serrano, J., Galian, J. 1998. Mitochondrial DNA variability in the Canary Islands honeybees (*Apis mellifera* L.). *Molecular Ecology*, 7: 1543–1547
- Dupraw, E.J. 1965. Non Linnean taxonomy and the systematics of honeybees system. *Zoology*, 14: 1–24
- Franck, P., Garnery, L., Solignac, M., Cornuet, J.M. 2000. Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East: Taxonomy and evolutionary biology of the honeybees. *Apidologie*, 31: 167–180
- Garnery, L., Franck, 1998. Genetic biodiversity of the West European honeybee (*Apis mellifera mellifera* and *Apis mellifera iberica*): II. Microsatellite DNA. *Genet Sel Evol.*, 30: 49–7
- Gromisz, M. 1997. Zasoby pszczoły rodzimej i ich ochrona Resources of the native honey bee and their protection. V: Cierznia, T (ur.) Postępy apidologii w Polsce [Advances of apidology in Poland]. Bydgoszcz, Polska, Bydgoszcz University Press: 47–56
- Ivanova, E.N., Staykova, T.A., Bouga, M. 2007. Allozyme variability in honey bee populations from some mountainous regions in the southwest of Bulgaria. *Journal of Apicultural research*, 46: 3–7
- Jensen, A.B., Palmer, K.A. 2005. Varying degrees of “*Apis mellifera ligustica*” introgression in protected populations of the black honeybee, “*Apis mellifera mellifera*”, in northwest Europe. *Mol. Ecol.*, 14: 93–106
- Kauhausen-Keller, D., Keller, R. 1994. Morphometrical control of pure race breeding in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 25: 133–143
- Kozmus, 2008. Carniolan bee (*Apis mellifera carnica* Pollman) population definition as based on difference in wing venation structure. *Acta agriculturae Slovenica*, 92: 139–149
- Palmer, M.R., Smith, D.R., Kaftanoglu, O. 2000. Turkish honeybees: genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. *The Journal of Heredity*, 91: 42–46.
- Poklukar, J. 1999. Kranjska čebela je osvojila Češko. *Slovenski čebelar*, 10: 277–278
- Poklukar, J. 1998. Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v letu 1998. Kmetijski inštitut Slovenije: 12 str.
- Randi, E. 2008. Detecting hybridization between wild species and their domesticated relatives. *Molecular ecology*, 17: 285–293
- Rihar, J. 1961. Recherches biometriques sur la couleur des abeilles carnioliennes en Yugoslavie. *Ann. Abeille*, 4: 41–50
- Rihar, J. 2003. Vzrejajmo boljše čebele. Tretja dopolnjena izdaja. Ljubljana: 272 str.
- Ruttner, F. 1988. Biogeography and taxonomy of honeybees, Springer-Verlag, Berlin: 284 str.
- Ruttner, F. 1992. Naturgeschichte der Honigbienen. Ehrenwirth Verlag München: 357 str.
- Ruttner, F., Hanel, H. 1992. Active defense against Varroa mites in a Carniolan strain of honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollman). *Apidologie*, 23: 173–187
- Ruttner, F., Tassencourt, L., Louveaux, J. 1978. Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 9: 363–381
- Soland-Reckeweg, G., Heckel, G., Neumann, P., Fluri, 2009. Gene flow in admixed populations and implications for the conservation of the Western honeybee, *Apis mellifera*. *Journal of Insect Conservation*, 13, 3: 317–328
- Sušnik, S., Kozmus, P., Poklukar, J., Meglic, V. 2004. Molecular characterization of indigenous *Apis mellifera carnica* in Slovenia. *Apidologie*, 35: 623–636
- Verbič, J. 1947. Vzrejajmo najboljše čebele. Ljubljana: 181 str.