

**UGOTAVLJANJE PRISOTNOSTI EKOTIPOV KRANJSKE ČEBELE  
(*Apis mellifera carnica* Pollman) V SLOVENIJI NA PODLAGI  
RAZLIK V OŽILJENOSTI PREDNJIH KRIL**

Peter KOZMUS<sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, dr., e-pošta: [peter.kozmus@kis.si](mailto:peter.kozmus@kis.si).

Delo je prispelo 13. maja 2008, sprejeto 04. decembra 2008.

Received May 13, 2008, accepted December 04, 2008.

**IZVLEČEK**

Kranjska čebela (*Apis mellifera carnica* Pollman 1879) v Sloveniji, je bila v preteklosti na podlagi morfoloških kriterijev razdeljena na več skupin oz. ekotipov, česar pa genetska analiza ni potrdila. Zaradi neenotnih rezultatov smo populacijo kranjske čebele v Sloveniji še enkrat preučili, tokrat na podlagi ožiljenosti kril. Pregledali smo 273 vzorcev čebel iz Slovenije, za primerjavo pa smo uporabili še 68 vzorcev čebel iz Hrvaške, Češke, Grčije in nekaterih selekcioniranih linij. Na vsakem krilu smo označili 19 točk, na osnovi katerih smo izmerili in izračunali 37 značilnosti. Analizirali smo slovensko populacijo in jo primerjali z vzorci čebel iz tujine. Razlike med slovenskimi in ostalimi skupinami vzorcev so bile statistično značilne, razlike znotraj populacije v Sloveniji pa ne. Med skupinami vzorcev smo ugotovili razlike na podlagi diskriminantne analize, analize glavnih komponent in analize variance. Tudi meritve kubitalnega indeksa so nakazovale razlike med skupinami. Enak pristopi pri analizi populacije čebel v Sloveniji ni podprl teze o obstoju različnih ekotipov. Na podlagi rezultatov sklepamo, da je populacija čebel v Sloveniji homogena in kot taka ne nudi dodatne variabilnosti, ki bi jo bilo mogoče uporabiti za selekcijske ali ohranitvene namene.

Ključne besede: čebele / kranjska čebela / *Apis mellifera carnica* / ekotipi / ožiljenost / krila / Slovenija

**CARNIOLAN BEE (*Apis mellifera carnica* Pollman) POPULATION DEFINITION AS  
BASED ON DIFFERENCE IN WING VENATION STRUCTURE**

**ABSTRACT**

Based on morphology of Carniolan bee (*Apis mellifera carnica* Pollman 1879) the population in Slovenia has been divided in more subgroups or ecotypes, but these differences could not be confirmed using genetic methods. Therefore one more time Slovenian population of honeybees were studied, this time based on wing venation analysis. Two hundred seventythree samples from Slovenia and 68 samples from Croatia, Czech Republic, Greece including some selection lines from Austria, Germany, Poland and France were used. On each wing 19 points were marked from which 37 wing characteristics were measured and calculated. Slovenian population of honeybees were analyzed and compared with other groups. Differences, based on discriminant and PCA analysis as well as analysis of variance were found between groups. Differences between groups were also confirmed using measurements of cubital index. On the other hand, the same approach did not reveal any differences within Slovenian populations. According to our results we can conclude that Slovenian population of honeybees is homogenous and as such does not offer additional variability which could be exploited for selection or preservation purposes.

Key words: bees / Carniolan bee / *Apis mellifera carnica* / ecotypes / wing venation / Slovenia

## UVOD

Medonosna čebela (*Apis mellifera*) je prvotno naseljevala Afriko, Evropo in Bližnji ter Srednji vzhod. Med populacijami so se izoblikovale velike morfološke razlike predvsem zaradi raznolikosti okolja, ki so ga naseljevale. Na osnovi morfoloških raziskav je Ruttner s sod. (1978) in Ruttner (1988) opisal 24 podvrst, ki jih je glede na njihov izvor uvrstil v tri različne filogenetske linije: afriško (A), severno-zahodnoevropsko (M) in jugo-vzhodnoevropsko (C). Tej razvrstitvi so Arias in Sheppard (1996), Franck in sod. (2000) ter Palmer in sod. (2000) dodali še linijo O, ki naj bi bila prisotna na Bližnjem in Srednjem vzhodu (pregl. 1). Poleg linij A, C, M in O se po navedbah Francka in sod. (2001) pojavlja tudi linija Y, ki se razprostira na območju Etiopije.

Preglednica 1. Podvrste vrste *Apis mellifera*

Table 1. *Apis mellifera* subspecies

| Centralnosredozemska in jugovzhodna evropska skupina (C) | Bližnjevzhodna skupina (O) | Zahodnosredozemska in severozahodnoevropska skupina (M) | Afriška skupina (A) |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| <i>sicula</i>                                            | <i>adami</i>               | <i>iberica</i>                                          | <i>adansonii</i>    |
| <i>ligustica</i>                                         | <i>anatoliaca</i>          | <i>intermissa</i>                                       | <i>capensis</i>     |
| <i>cecropia</i>                                          | <i>armeniaca</i>           | <i>mellifera</i>                                        | <i>lamarckii</i>    |
| <i>macedonica</i>                                        | <i>caucasica</i>           | <i>sahariensis</i>                                      | <i>litorea</i>      |
| <i>carnica</i>                                           | <i>cypria</i>              |                                                         | <i>monticola</i>    |
|                                                          | <i>meda</i>                |                                                         | <i>scuteliata</i>   |
|                                                          | <i>syriaca</i>             |                                                         | <i>unicolor</i>     |
|                                                          |                            |                                                         | <i>yemeniticia</i>  |

### Kranjska čebela

Kranjsko čebelo oz. kranjsko sivko (*Apis mellifera carnica* Pollman 1879) uvrščamo v jugo-vzhodnoevropsko skupino čebel. Je čebela z izrazito dolgim rilčkom in v primerjavi z drugimi podvrstami precej temna. Na oprsju ima rjavkaste dlačice, zadkovi obročki pa so usnjeno rjave barve z včasih nakazanimi svetlejšimi pegami na prvem in drugem obročku. Med čebelarji je zelo priljubljena, saj je druga najbolj razširjena podvrsta čebel na svetu, takoj za italijansko čebelo *A. m. ligustica*. Glavna odlika kranjske čebele je njena mirnost. Poleg tega je znana po delavnosti, dolgoživosti, izkoriščanju paše, dobrem prezimovanju in tudi po skromni porabi zimske zaloge hrane. V primerjavi z drugimi podvrstami zelo dobro izkoristi pelodno pašo (Ruttner, 1988). Zaradi svojih lastnosti so jo velikokrat uporabili pri selekciji novih linij čebel.

Njeno izvorno območje je opredeljeno severno in južno od Karavank, na obeh straneh meje med Avstrijo in Slovenijo (Ruttner, 1988). Podvrsta se je oblikovala po koncu zadnje ledene dobe pred približno 10.000 leti. Celotna populacija kranjske čebele je na podlagi morfoloških znakov razdeljena na tri večje skupine (Ruttner in Hänel, 1992):

- alpska (Slovenija, Avstrija, Slovaška),
- panonska (Madžarska, Romunija),
- mediteranska (Hrvaška, Bosna in Hercegovina, Srbija, Črna Gora).

Ker se Slovenija nahaja na stičišču vseh treh skupin, je Poklukar (1998) na podlagi morfoloških znakov (kubitalni indeks, dolžina rilčka, dolžina goleni) preučil populacijo čebel v

Sloveniji in celotno populacijo razdelil na tri večje skupine oz. ekotipe: panonski, alpski in dinarski. Ozemlje ob italijanski meji je označil kot nedefinirano območje zaradi mešanja kranjske čebele z italijansko čebelo. Da bi meje med ekotipi natančneje določili so Sušnik in sod. (2004) celotno populacijo preučili še na podlagi genetskih markerjev, vendar razlik niso našli.

Ostaja torej temeljno vprašanje, ali med populacijo kranjske čebele v Sloveniji obstajajo opisane razlike in s tem ekotipi ali ne? Če so ekotipi prisotni, jih je potrebno določiti in zavarovati, da se bodo ohranili tudi v bodoče. Poleg tega lahko nudijo tudi dodatno variabilnost, ki bi jo bilo mogoče uporabiti v selekcijske namene. Obstaja domneva, da smo tovrstno pestrost v zadnjih letih s prekomernim mešanjem genetskega materiala, zlasti z nenadzorovanim razpošiljanjem mladih matic od vzrejevalcev do čebelarjev, že izgubili. V naši raziskavi smo celotno populacijo kranjske čebele še enkrat analizirali, tokrat na podlagi ožiljenosti kril.

## Ožiljenost kril

Za ločevanje podvrst čebel so najprej uporabljali barvo čebel, ki je najbolj očitna lastnost. Kasneje se je uveljavilo merjenje določenih morfoloških lastnosti, s tem pa natančnejše razvrščanje podvrst čebel. Analizo ožiljenosti kril je vpeljal Goetze (1940), pristop pa je pogosto uporabljen v večini vzrejnih in ohranitvenih programov vsake že določene podvrste (Leclercq, 1999), saj z njo enostavno dokažemo pripadnost določeni podvrsti. Na krilih lahko merimo in izračunavamo številne lastnosti, med katerimi so najbolj informativne in največkrat uporabljene naslednje lastnosti: 10 kotov na žilnem sistemu (A4, B4, D7, E9, G18, J10, J16, K19, L13, O26), razdalje a, b, c, in d ter kubitalni indeks (Kauhausen-Keller, 1994; Nazzi, 1992).

V naši raziskavi smo za preučevanje populacije kranjske čebele v Sloveniji uporabili analizo ožiljenosti kril, ker menimo, da, če znotraj populacije razlike in ekotipi obstajajo, jih bi s to metodo lahko identificirali. Ta pristop je malenkostno drugačen od tistega, ki ga je uporabil Poklukar (1998), vendar na nek način predstavlja nadgradnjo njegove raziskave. Z našimi rezultati želimo populacijo kranjske čebele v Sloveniji prikazati v dodatni luči in skupaj z ostalimi sorodnimi raziskavami postaviti osnovo za nadaljne raziskave populacije kranjske čebele pri nas. Rezultati so pomembni tudi za nadaljno organizacijo selekcije kranjske čebele, kot tudi za vse čebelarje, ki bi morali morebiten obstoj haplotipov ohranjati v bodoče.

Preglednica 2. Lokacije vzorčenja in število analiziranih vzorcev

Table 2. Sampling locations and numbers of analysed honeybees

| Podvrsta<br>Subspecies                   | Lokacija vzorčenja<br>Sampling locations | Št. vzorcev<br>No. of samples |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| <i>A. m. carnica</i>                     | Slovenija                                | 273                           |
| <i>A. m. carnica</i>                     | Hrvaška                                  | 13                            |
| <i>A. m. macedonica</i>                  | Grčija                                   | 20                            |
| <i>A. m. carnica</i>                     | Češka                                    | 10                            |
| Selekcionirane linije<br>kranjske čebele | 1 Hohen Neuendorf (Nemčija)              | 5                             |
|                                          | 2 Buckfast (Nemčija)                     | 5                             |
|                                          | 3 Polen (Poljska)                        | 5                             |
|                                          | 4 K111 (Avstrija)                        | 5                             |
|                                          | 5 Toulouse (Francija)                    | 5                             |

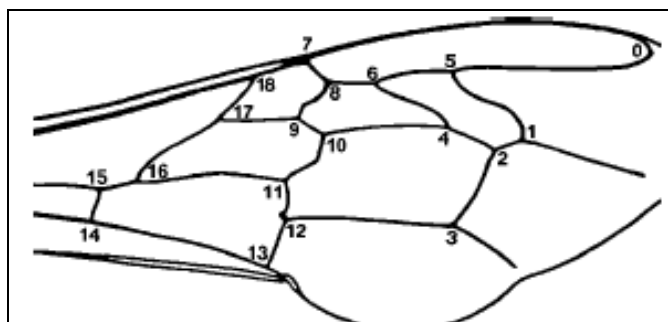
## MATERIAL IN METODE

### Vzorčenje

V raziskavo smo vključili 273 vzorcev čebel iz Slovenije. Vsak vzorec je predstavljal eno družino, razdalja med posameznimi vzorci je bila najmanj 2 km. Pri zbiranju vzorcev smo upoštevali, da čebelar čebelarji z najmanj 10 čebeljimi družinami in da v zadnjih treh letih ni kupil čebel ali matic. Za primerjavo smo uporabili še 68 vzorcev s Hrvaške, Grčije, Češke, ter selekcioniranih linij kranjske čebele iz Poljske, Avstrije, Nemčije in Francije (pregl. 2). Vzorci so bili zbrani v letu 2001 in so bili do pričetka analize shranjeni na temperaturi  $-80^{\circ}\text{C}$ , oz. v 96 % etanolu.

### Priprava kril in merjenje

Desno prednje krilo smo pri bazi odrezali od toraksa in ga suho preparirali na prozorno folijo ter prenesli v digitalno obliko. Slike smo v programu Slikar za Windows povečali in jih pripravili za merjenje z računalniškim programom Beewings 1.20. S programom smo na vsakemu krilu označili 19 stičišč žil, v predpisanem vrstnem redu (slika 1). Program je na podlagi razdalj izračunal 37 meritev za vsako krilo (pregl. 3). Od vseh opisanih metod za merjenje lastnosti kril smo izbrali metodo, ki jo uporabljajo v selekcijskem centru Brno na Češkem. (Morphometrical analysis ... of honey bees by wing characters, 2000).



Slika 1. Merjene točke na žilnem sistemu (Kauhausen in Keller, 1994).  
Figure 1. Measured points on the wing venation (Kauhausen in Keller, 1994).

### Statistična obdelava

Pridobljene podatke meritev posameznih morfoloških lastnosti smo iz programa BeeWings prenesli v program Excel v okolju Windows, ter jih pripravili za statistično analizo. Statistično obdelavo podatkov smo opravili s statističnim programom STATGRAPH ver. 15.2. Najprej smo primerjali celotno populacijo kranjske čebele v Sloveniji s skupinami čebel od drugod. V ta namen smo uporabili diskriminantno analizo, s katero smo želeli v naprej določene skupine vzorcev čim bolje ločiti med sabo. Uporabili smo še analizo glavnih komponent (PCA analiza), in analizo variance. Za vsako skupino smo izračunali še kubitalni indeks.

Nato smo analizirali populacijo čebel v Sloveniji. Za izhodišče smo uporabili razmejitveno karto treh ekotipov pri nas (Poklukar, 1998). Najprej smo vse nabrane vzorce v Sloveniji razdelili na štiri skupine, glede na lokacijo, kjer so bili vzorci nabrani. V skupino 1 smo uvrstili vzorce nabrane na območju opisanega panonskega ekotipa, v skupino 2 nabrane vzorce na območju opisanega alpskega ekotipa in v skupino 3 nabrane vzorce na območju opisanega

dinarskega ekotipa. V četrto skupino smo uvrstili vzorce, ki so bili na nedefiniranem območju in na mejnih območjih med ekotipi. Prve tri skupine smo nato primerjali med sabo z diskriminantno analizo, analizo glavnih komponent (PCA) ter analizo variance. Prav tako smo za vse tri skupine izračunali kubitalni indeks. Da bi preverili, ali se skupine vzorcev grupirajo še kako drugače, smo naredili še analizo uvrščanja v skupine (cluster analysis).

Preglednica 3. Značilnosti, merjene na krilih in točkovni sistem, ki smo ga uporabili pri izračunih

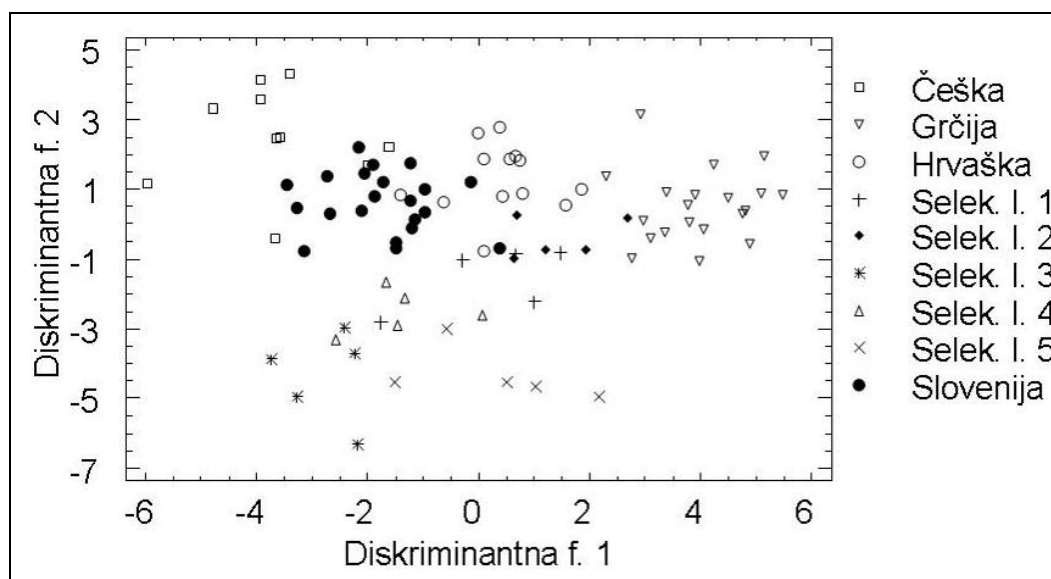
Table 3. Wing characteristics and point system used for calculations

| KOTI<br>angles | Točke<br>points | KOTI<br>angles        | Točke<br>points | Indeksi<br>index     | Točke<br>points                       |
|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|
| A1             | 2,1,4           | M17                   | 7,8,18          | Kubitalni            | 2,4/1,2                               |
| A4             | 4,1,5           | N23                   | 9,18,17         | prekubitalni         | 4,9/8,10                              |
| B3             | 1,4,3           | O26                   | 15,14,16        | dumb-dell            | 1,4/5,6                               |
| B4             | 1,4,5           | Q21                   | 11,16,17        | radialni             | 0, 7, 3                               |
| D7             | 4,3,13          | DOLŽINE<br>length     | Točke<br>points | Celice<br>Cells      | Točke<br>points                       |
| E9             | 6,5,10          | Radialna              | 0,7             | Cub. c. 1            |                                       |
| G7             | 3,13,4          | A                     | 2,4             | Cub. c. 2            |                                       |
| G18            | 12,13,14        | B                     | 1,2             | Cub. c. 3            |                                       |
| H12            | 11,10,12        | C                     | 3,4             | Disk. c.1            |                                       |
| J10            | 6,9,10          | D                     | 11,15           | Disk. c.2            |                                       |
| J16            | 8,9,18          | Notranja d.           | 1,14            | Bra. c.              |                                       |
| K19            | 12,11,14        | Notranja š.           | 7,13            | Bra. c. 1            |                                       |
| L13            | 5,7,6           | diskoidalni<br>odklon | 0, 7, 3         | površina c.<br>Area6 | 1,2,3,12,13,14,<br>15,16,17,18,7,6,5, |

## REZULTATI

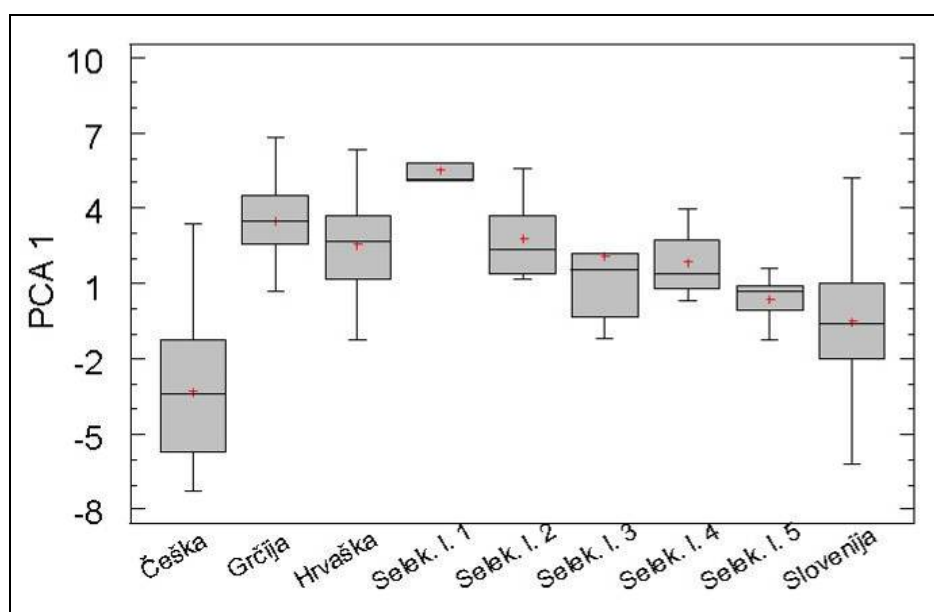
Z diskriminantno analizo smo variabilnost vseh 37 izračunanih lastnosti preračunali v osem diskriminantnih funkcij, od katerih prve štiri statistično značilno ( $p < 0,05$ ) delijo analizirane skupine vzorcev, ostale pa ne. Vrednosti za prvi dve spremenljivki smo uporabili tudi za prikaz vzorcev čebel v dvodimenzionalnem grafu (slika 2). Iz njega je razvidno, da vzorci posameznih skupin tvorijo skupine, ki se med sabo delno prekrivajo. Še najbolj se od drugih skupin vzorcev razlikujejo vzorci iz Grčije. Slovenskim vzorcem so najbližji vzorci iz Hrvaške, pa tudi vzorci iz Češke. Vzorci iz selekcioniranih linij so razporejeni malo stran od ostalih in kažejo na določeno medsebojno sorodnost.

V nadaljevanju smo naredili analizo glavnih komponent s katero smo variabilnost vseh 37 lastnosti skrčili na štiri, ki skupaj pojasnujejo več kot polovico variabilnosti (51,04 %). Prvo komponento, ki pojasnuje 20,31 % variabilnosti smo izrisali tudi na grafu (slika 3). Iz njega je razvidno, da razlike med skupinami obstajajo in da se od ostalih vzorcev najbolj razlikujejo vzorci iz Češke. Izstopajo tudi vzorci iz selekcionirane linije 1. Ta skupina vzorcev je na grafu izrisana najvišje, zanj pa je značilno tudi, da ima najmanjši razpon variabilnosti. Variabilnost, ki jo je moč oceniti iz grafa je manjša pri selekcioniranih linijah kot pri ostalih skupinah vzorcev.



Slika 2. Korespondenčna analiza vzorcev čebel iz različnih virov.

Figure 2. Correspondence analysis of honey bee samples from different origin.



Slika 3. Razlike med skupinami vzorcev na podlagi prve komponente PCA analize.

Figure 3. Differences between groups based on the first component of PCA analysis.

Iz štirih novih izračunanih komponent smo naredili še analizo variance, s katero smo izračunali razlike med skupinami in preverili ali se le te statistično razlikujejo med sabo (pregl. 4). Iz dobljenih rezultatov smo ugotovili, da se vzorci čebel iz Slovenije statistično razlikujejo od vseh ostalih skupin vzorcev, razen od skupine vzorcev selekcionirane linije 5. Tudi češki vzorci se statistično razlikujejo od vseh ostalih skupin vzorcev, razen od skupine vzorcev iz Hrvaške. Selekcionirane linije se med sabo statistično značilno ne razlikujejo, le vzorci iz selekcionirane linije 1 se razlikujejo od linij 3, 4 in 5.

Za vsako skupino vzorcev smo izračunali še kubitalni indeks in ga primerjali med skupinami (pregl. 5). Ugotovili smo, da imajo najmanjši kubitalni indeks vzorci iz Grčije. Sledijo jim vzorci iz Hrvaške in komercialne linije 2 ter vzorci iz Slovenije. Ostali vzorci imajo večji kubitalni

indeks (od 2,82 do 3,07). Zanimiv je predvsem rezultat vzorcev čebel iz Češke, pri katerih smo izračunali presenetljivo visok kubitalni indeks in pri čebelah selekcionirane linije 2, pri katerih smo izračunali občutno manjšo vrednost kubitalnega indeksa kot pri ostalih linijah. Najnižjo standardno deviacijo smo izračunali za vzorce iz selekcionirane linije 2, najvišjo pa za vzorce iz selekcionirane linije 3, ki je bila selekcionirana na Poljskem.

Preglednica 4. Razlike med skupinami vzorcev na podlagi analize variance (\* – statistično značilno; ns – ni statistično značilno)

Table 4. Differences between groups based on variance analysis (\* – statistical significant; ns – not statistical significant)

|           | Slovenija | Hrvaška | Češka | Grčija | Sel. l. 1 | Sel. l. 2 | Sel. l. 3 | Sel. l. 4 | Sel. l. 5 |
|-----------|-----------|---------|-------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Slovenija |           | *       | *     | *      | *         | *         | *         | *         | ns        |
| Hrvaška   | 3,03      |         | *     | ns     | *         | ns        | ns        | ns        | ns        |
| Češka     | -2,77     | -5,80   |       | *      | *         | *         | *         | *         | *         |
| Grčija    | 4,01      | 0,98    | -6,78 |        | ns        | ns        | ns        | ns        | *         |
| Sel. l. 1 | 6,01      | -2,98   | -8,78 | -2,00  |           | ns        | *         | *         | *         |
| Sel. l. 2 | 3,33      | -0,30   | -6,10 | 0,68   | 2,68      |           | ns        | ns        | ns        |
| Sel. l. 3 | 2,59      | 0,44    | -5,36 | 1,42   | 3,42      | 0,74      |           | ns        | ns        |
| Sel. l. 4 | 2,34      | 0,69    | -5,11 | 1,67   | 3,67      | 0,99      | 0,25      |           | ns        |
| Sel. l. 5 | 0,88      | 2,15    | -3,65 | 3,14   | 5,13      | 2,45      | 1,71      | 1,46      |           |

Preglednica 5. Vrednosti kubitalnega indeksa za analizirane vzorce skupin

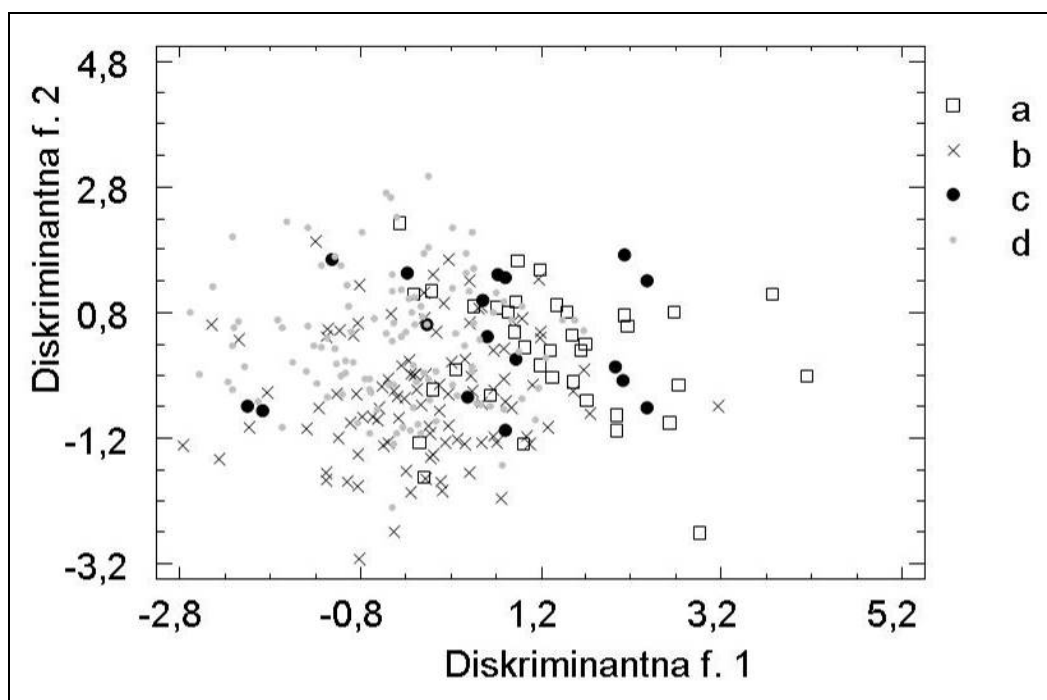
Table 5. Values of cubital index for analysed samples groups

| Podvrsta<br>Subspecies                   | Lokacija vzorčevja<br>Sample origin | Kub. indeks<br>Cub. index | Stand. dev.<br>Stand. dev. |
|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <i>A. mellifera carnica</i>              | Slovenija                           | 2,53                      | 0,40                       |
| <i>A. mellifera carnica</i>              | Hrvaška                             | 2,46                      | 0,51                       |
| <i>A. mellifera carnica</i>              | Češka                               | 3,07                      | 0,67                       |
| <i>A. mellifera macedonica</i>           | Grčija                              | 2,34                      | 0,50                       |
| Selekcionirane linije<br>kranjske čebele | 1 Hohen Neuendorf (Nemčija)         | 2,98                      | 0,53                       |
|                                          | 2 Buckfast (Nemčija)                | 2,50                      | 0,20                       |
|                                          | 3 Polen (Poljska)                   | 2,82                      | 0,83                       |
|                                          | 4 K111 (Avstrija)                   | 2,85                      | 0,56                       |
|                                          | 5 Toulouse (Francija)               | 3,07                      | 0,54                       |

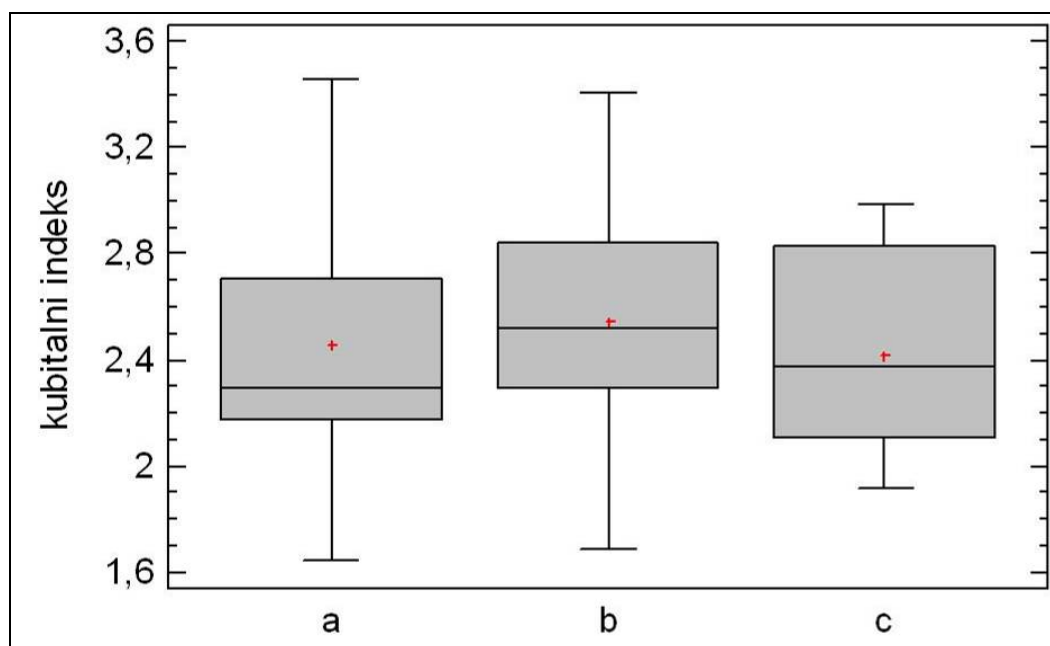
## Rezultati analize slovenske populacije čebel

Z diskriminantno analizo smo variabilnost vseh 37 izračunanih lastnosti preračunali v tri diskriminantne funkcije, od katerih le prva statistično značilno ( $p < 0,05$ ) deli analizirane, v naprej določene skupine vzorcev. Vrednosti za prvi dve spremenljivki smo uporabili tudi za prikaz vzorcev v dvodimenzionalnem grafu (slika 4). Iz njega je razvidno, da vzorci posameznih skupin sestavljajo skupine, ki med sabo niso ločene ampak se prekrivajo.

Tudi analiza variance med skupinami ni pokazala statističnih razlik med skupinami. V nadaljevanju smo med skupinami primerjali še vrednosti kubitalnih indeksov, za katere smo ugotovili, da razlike med njimi niso statistično značilne. Srednje vrednosti ter standarna deviacija so podane v pregl. 6 in na sliki 5.



Slika 4. Korespondenčna analiza slovenskih vzorcev čebel, razdeljenih v 4 skupine.  
Figure 4. Correspondence analysis of Slovenian honey bee samples divided in 4 groups.



Slika 5. Grafični prikaz vrednosti kubitalnega indeksa za tri skupine vzorcev (a, b, c).  
Figure 5. Box plot graph for values of cubital index for three groups (a, b, c).

S klastersko analizo smo vzorce razdelili v tri in enkrat v dve novi skupini. Uporabili smo Wardovo metodo in kvadrirano evklidsko razdaljo. Po natančnem pregledu smo posamezne vzorce razdelili v skupine. Po izrisu posamičnih vzorcev na karti Slovenije smo ugotovili, da so le-ti pomešani in da med njimi ni mej, ki bi jih razločevale.

Preglednica 6. Število vzorcev, srednja vrednost ter standardna deviacija za kubitalni indeks treh skupin

Table 6. Number of samples, mean value and standard deviations for cubital index for three groups

| Skupina<br>Group | Št.vzorcev<br>No. of samples | Srednja v.<br>Medium value | St. deviacija<br>St. deviation |
|------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| a                | 37                           | 2,46                       | 0,43                           |
| b                | 102                          | 2,55                       | 0,39                           |
| c                | 17                           | 2,42                       | 0,38                           |

### RAZPRAVA IN SKLEPI

Razlike, ki smo jih ugotovili med slovensko populacijo čebel in ostalimi skupinami, so bile v večji meri pričakovane. Z diskriminantno analizo smo skupine vzorcev ločili med sabo, vendar med njimi nismo našli jasnih razlik. Ugotovili smo, da se od ostalih skupin jasno razlikujejo le grški in češki vzorci, ostale skupine pa se medsebojno ne ločijo jasno. Vzorci čebel selekcioniranih linij so na korespondenčnem grafu malenkostno zamaknjene. Na temelju tega domnevamo, da gre za linije, ki so nastale z mešanjem ostalih populacij in da so si na določen način te linije sorodne. Na grafu predstavljena prva komponenta analize glavnih komponent kaže določeno odstopanje vzorcev iz Češke in vzorcev selekcionirane linije 1, pri kateri je tudi variabilnost znotraj skupine najmanj izražena. Skupine selekcioniranih linij so pričakovano manj variabilne kot ostale skupine, ki predstavljajo večje populacije.

Na podlagi statističnih razlik med skupinami smo ugotovili, da se na podlagi ožiljenosti kril od ostalih skupin najbolj razlikujejo vzorci iz Češke. Češki čebelarji čebelarijo večinoma s kranjsko čebelo avstrijskega in slovenskega izvora ter z deželno čebelo, ki je vmesna oblika med kranjsko in avtohtono temno čebelo (*A. m. mellifera*) (Poklukar, 1999). Zaradi prisotnosti njihove temne čebele lahko razlagamo tolikšno razliko do ostalih skupin vzorcev. Slovenski vzorci se statistično razlikujejo od skupine vzorcev iz Hrvaške, kakor tudi od vseh ostalih, razen od selekcionirane linije 5. Razlika med skupino vzorcev iz Slovenije in Hrvaške je presenetljiva, saj gre za isto populacijo čebel. Tudi na podlagi genetskih raziskav niso bile ugotovljene razlike (Sušnik in sod., 2004). Selekcionirane linije se statistično ne razlikujejo med sabo, le selekcionirana linija 1 se loči od linij 3, 4 in 5.

Rezultati analize kubitalnega indeksa so pokazali, da med vsemi skupinam vzorcev obstajajo določene razlike. Najmanjši kubitalni indeks smo izračunali za vzorce čebel iz Grčije. Tudi Cermak (1999) navaja, da ima ta podvrsta čebel od kranjske čebele nižjo vrednost kubitalnega indeksa (2,59). Za kranjsko čebelo podaja vrednost 2,83, kar je višja vrednost kot smo jo izračunali v naši raziskavi (2,53). Podobno vrednost navaja tudi Poklukar (1998) v svojem poročilu (2,44). Zanimiv je rezultat za vzorce iz selekcionirane linije 2, ki izvira iz Nemčije. Vrednost kubitalnega indeksa je blizu vrednosti, ki smo jo izračunali za populacijo čebel iz Slovenije in Hrvaške zaradi česar sklepamo, da je v tej liniji prisotnih nekaj genov kranjske čebele iz tega območja. Rezultat podpira tudi dejstvo, da so nekateri slovenski trgovci v obdobju velike trgovine s čebelami v Nemčijo prodali več družin kranjske čebele (Zaletel, 1998), kjer je sicer značilna podvrsta *A. m. mellifera*.

Za vzorce čebel iz Češke smo izračunali največjo vrednost kubitalnega indeksa (3,07) prav tako kot tudi za vzorce čebel iz selekcionirane linije 5, ki izvira iz Francije. Standardna deviacija je bila v enakih mejah (0,67 in 0,54) iz česar sklepamo, da je v tej liniji prisotnih veliko genov čeških čebel. Za ostale tri selekcionirane linije čebel smo izračunali vrednosti med 2,85 in 2,89,

kar nam nakazuje, da so si te tri linije med sabo bolj sorodne, pa tudi, da bi lahko predstavljale križance med kranjsko čebelo, ki je prisotna pri nas in tisto, ki je prisotna na Češkem.

Rezultati diskriminantne analize za vzorce nabrane v Sloveniji niso nakazali delitev v več podskupin ali ekotipov. Že razdelitev vzorcev na podlagi diskriminantne analize je nakazovala na homogeno populacijo brez večjih razlik, saj so bili vzorci zgoščeni v sredini (slika 3). Izračunane razlike med vnaprej določenimi skupinami se niso izkazale za dovolj velike, da bi med njimi našli pomembnejše razlike. Tudi s ponovno razdelitvijo vzorcev v nove skupine, s pomočjo analize uvrščanja v skupine nismo našli razlik med dobljenimi skupinami, ki bi nakazovale delitev vzorcev v skupine, ki bi odražale geografsko porazdelitev v Sloveniji. Malenkostne razlike smo dobili le pri izračunavanju vrednosti za kubitalni indeks v naprej določenih skupinah, vendar le te niso bile statistično značilno različne. Tudi nobena od drugih analiziranih lastnosti kril na podlagi analize variance ni izkazala statističnih razlik med skupinami. Iz rezultatov meritev kubitalnega indeksa je razvidno le, da so vzorci čebel iz tretje skupine imeli nižjo vrednost, vzorci iz druge skupine pa najvišjo vrednost. Tudi iz Poklukarjevih rezultatov (Poklukar 1998) je razviden enak trend med alpskim (2,47), dinarskim (2,39) in panonskim (2,43) ekotipom. Vrednosti standardne deviacije so pri obeh analizah podobne. Naši rezultati se skladajo z genetsko analizo, ki jo je opravila Sušnik s sod. (2004) in ne podpira delitve populacije v več ekotipov.

Na podlagi dobljenih rezultatov sklepamo, da je populacija kranjske čebele v Sloveniji enotna. Menimo, da znotraj nje ni podskupin, ki bi nakazovale prisotnost krajevnih ekotipov. Rezultati potrjujejo hipotezo, da je populacija kranjske čebele v Sloveniji homogena in kot taka ne nudi dodatne regijske variabilnosti, ki bi lahko bila uporabljena v selekcijske namene. Rezultati ne izključujejo dejstva, da so pred časom obstajali krajevni tipi čebel, ki pa so se lahko v zadnjih desetletjih zaradi prekomernega mešanja genetskega materiala znotraj Slovenije izgubili.

## SUMMARY

*Apis mellifera* is highly polytypic species. Based on morphometrics, 24 recognized subspecies in the Old World can be grouped in four evolutionary lineages. Carniolan honey bee, *Apis mellifera carnica* Pollman 1879, is one of the subspecies of the C phylogenetic lineage (sub group of the South Eastern honey-bee group). It is native to Slovenia, former Yugoslavia, Austria (south of the Alps), and parts of Hungary, Romania and Bulgaria.

Population of Carniolan bee from Slovenia was analyzed in this study. Based on wing venation characteristics, 273 samples from Slovenia and 55 samples from other countries (Croatia, Greece, Czech Republic) or selected lines (from Germany, Austria, Poland, France), all collected in 2001, were surveyed. Right sided forewing was removed, scanned and analyzed with computer program BeeWings 1.20. 37 characteristic for each wing were calculated. With discriminant and PCA analysis differences between groups were found and estimated. Differences between Slovenian populations were not confirmed. Therefore we suppose that Carniolan bee in Slovenia is homogenous and that differences between different regions do not exist.

## VIRI

- Arias, M.C./ Sheppard, W.S. Molecular phylogenetics of honey bee subspecies (*Apis mellifera* L.) inferred from mitochondrial DNA sequence. *Molecular phylogenetics and Evolution*, 3(1996), 557–566.
- Cermak, K. Results of morphometrical analysis and taxonomical classification of honey bees by wing characters. (1999). Bee research institute Dol. Ltd. [http://www.beedol.cz/dawino/protokol\\_EN\\_data.html](http://www.beedol.cz/dawino/protokol_EN_data.html) (15. oktober. 2007)

- Goetze, G. Die beste Biene. Leipzig, Liedloff, Loth & Michaelis Verlag, 1940, 200 str.
- Franck, P./ Garnery, L./ Loiseau, A./ Oldroyd, P./ Helburn, H.R./ Solignac, M./ Cornuet, J.M. Genetic diversity of the honeybee in Africa: Microsatellite and mitochondrial data. *Heredity*, 86(2001), 420–430.
- Franck, P./ Garnery, L./ Solignac, M./ Cornuet, J.M. Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East: Taxonomy and evolutionary biology of the honeybees. *Apidologie*, 31(2000), 167–180.
- Kauhausen-Keller, D./ Keller, R. Morphometrical control of pure race breeding in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 25(1994), 133–143.
- Leclercq, B. Biometry. Text and illustrations-extracts from CDROM "The Honeybee and man" (1999) <http://www.beekeeping.com/leclercq/biometry.htm> (8.oktober 2007)
- Morphometrical analysis and taxonomical classification of honey bees by wing characters. Bee Research Institute Dol. 2000. (9. 5. 2007) <http://www.beedol.cz/beedolan.html> (29. 5. 2007).
- Nazzi, F. Morphometric analysis of honey bees from an area of racial hybridization in northeastern Italy. *Apidologie*, 23(1992), 89–96.
- Palmer, M.R./ Smith, D.R./ Kaftanoglu, O. Turkish honeybees: genetic variation and evidence for a forth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. *The Journal of Heredity*, 91(2000), 42–46.
- Poklukar, J. Kranjska čebela je osvojila Češko. Slovenski čebelar, 10(1999), 277–278.
- Poklukar, J. Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v letu 1998. Kmetijski inštitut Slovenije, 1998, 12 str.
- Ruttner, F./ Tassencourt, L./ Louveaux J. Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L., *Apidologie* 9(1978), 363–381.
- Ruttner, F. Biogeography and taxonomy of honeybees. Berlin, Springer-Verlag, 1988, 284 str.
- Ruttner, F. Naturgeschichte der Honigbienen. München, Ehrenwirth Verlag, 1992, 357 str.
- Ruttner, F./ Hanel, H. Active defense against Varroa mites in a Carniolan strain of honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollman). *Apidologie* 23(1992), 173–187.
- Susnik, S./ Kozmus, P./ Poklukar, J./ Meglic, V. Molecular characterization of indigenous *Apis mellifera carnica* in Slovenia. *Apidologie* 35(2004), 623–636.
- Zaletel, P. Zgodovina slovenskega čebelarstva in čebelarske organizacije. Slovenski čebelar, 12(1998), 317–337.