

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Dajira OMERČEHAJIĆ

VEDENJSKI ODZIV KRANJSKE ČEBELE
(*Apis mellifera carnica*)
NA MRAVLJINČNO IN MLEČNO KISLINO TER ETANOL

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

BEHAVIORAL RESPONSE OF THE CARNIOLAN HONEYBEE
(*Apis mellifera carnica*)
TO FORMIC ACID, LACTIC ACID AND ETHANOL

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Laboratorijsko delo je bilo opravljeno v prostorih Skupine za nevroetologijo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, poskusi s čebelami pa v opazovalnem panju v bližini Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Komisija za študijske zadeve Oddelka za biologijo BF je dne 3.6.2011 sprejela temo diplomskega dela. Za predsednika diplomskega dela je imenovala doc. dr. Rudija Verovnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Rudi Verovnik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
Recenzent: prof. dr. Ivan Kos
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
Mentor: prof. dr. Janko Božič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 23.04.2012

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Dajira Omerćehajić

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	UDK 638. 12: 615. 285. 7 (043.2) = 163.6
KG	Medonosna čebela/ <i>Apis mellifera carnica</i> /vedenjski odziv/mravljinačna kislina/ mlečna kislina/etanol
AV	OMERČEHAJIĆ, Dajira
SA	BOŽIČ, Janko (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2012
IN	VEDENJSKI ODZIV KRANJSKE ČEBELE (<i>Apis mellifera carnica</i>) NA MRAVLJINČNO IN MLEČNO KISLINO TER ETANOL
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 58 str., 8 pregl., 25 sl., 2 pril., 76 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Raziskovali smo učinke mravljinčne in mlečne kisline ter etanola na vedenje čebel v naravnem in umetnem okolju. Vedenje čebel se je pod vplivom izbranih spojin spremenilo tako kvantitativno (število vedenj) kot tudi kvalitativno (odsotnost vedenjskih vzorcev). V opazovalnem panju smo čebele izpostavili mravljinčni kislini s koncentracijami 10 % - 40 %, mlečni kislini in etanolu pa s koncentracijami 10 % - 80 %. V kletkah smo čebele izpostavili koncentracijam 0 % - 60 % vseh izbranih spojin. Vedenje čebel smo posneli z digitalno video kamero SONY HD8V. V poskusnih kletkah smo z računalniškim programom strojnega vida, FDS beležili obrate čebel. V opazovalnem panju je bil bolj jasen koncentracijski odziv pri mravljinčni kislini v primerjavi z mlečno kislino in etanolom. Z naraščanjem koncentracije mravljinčne kisline je upadalo število zasukov < 90° in naraščalo število zasukov > 180°. V kletkah so se čebele pri 40 % koncentraciji mravljinčne kisline odzivale enako kot pri ostalih višjih koncentracijah (50 %, 60 %). Z dotikom kapljice se je v celotnem poskusu največ čebel odzvalo pri mlečni kislini, najmanj pa pri mravljinčni kislini. Višje število zasukov manjših in večjih od 90° je bilo opaženo pri mlečni kislini. V poskusnih kletkah so bile razlike med kontrolno in testno skupino statistično značilne v poskusu z mlečno kislino. V poskusu z etanolom ni bilo statistično značilnih razlik. Število vedenjskih odgovorov na etanol je v obeh poskusnih pogojih najnižje.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd

DC UDC 638. 12: 615. 285. 7 (043.2) = 163.6

CX honeybee/*Apis mellifera carnica*/behavioural response/formic acid/lactic acid/
ethanol

AU OMERĆEHAJIĆ, Dajira

AA BOŽIČ, Janko (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology

PY 2012

TI BEHAVIORAL RESPONSE OF THE CARNIOLAN HONEYBEE
(*Apis mellifera carnica*) TO FORMIC ACID, LACTIC ACID AND ETHANOL

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XI, 58 p., 8 tab., 25 fig., 2 ann., 76 ref.

LA sl

AL sl/en

AB We were investigating impacts of both formic and lactic acid and ethanol on honeybee behaviour in their natural and artificial environment (chambers). Under the influence of selected compounds the behaviour of forager bees changed quantitatively (number of behaviours) and qualitatively (absence of behaviour patterns). Honeybees in observation hive were exposed to 10%-40% concentration of formic acid, and 10%-80% concentration of both lactic acid and ethanol. Honeybees in chambers were exposed to 0%-60% concentration of all selected compounds. On the comb of the observation hive we recorded their behaviour with digital video recorder SONY HD8V, while the behaviour response in chamber was simultaneously recorded and monitored with FDS Imaging software (FDS research, Slovenija). In the observation hive the dose-dependent response was obvious with formic acid but not with lactic acid and ethanol. With increasing concentration of formic acid the frequency of rotation $<90^\circ$ decreased while the frequency of rotation $>180^\circ$ increased. The biggest response to lactic acid was the drop-touching response. Honey bees numerously rotated $>90^\circ$ and $<90^\circ$. Honey bee response to ethanol was the lowest. Honey bees in the chambers responded to 40% formic acid with resemblance to other higher concentration of formic acid. Statistically significant difference between control and test groups was in the experiment with lactic acid. The lowest response of honey bees was to ethanol which experiment was statistically non-significant.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO TABEL	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVA IN SIMBOLI	X
SLOVARČEK.....	XI

1	UVOD	1
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	OLFAKTORNI SISTEM IN ČEBELJI GENOM.....	3
2.2	MRAVLJINČNA KISLINA	4
2.2.1	Napadi mravelj in obrambno vedenje čebel	5
2.3	MLEČNA KISLINA	6
2.3.1	Raziskave odziva žuželk na mlečno kislino.....	7
2.4	ETANOL.....	8
2.4.1	Čebele kot modeli za raziskovanje opijanja z etanolom.....	8
2.4.2	Vpliv etanola na agresijo, motorične sposobnosti in učenje čebel	8
2.5	AKTIVNOST ČEBEL	10
3	MATERIAL IN METODE.....	11
3.1	PRIPRAVA POSKUSA V OPAZOVALNEM PANJU	11
3.2	PRIPRAVA POSKUSA V KLETKAH	13
3.2.1	Indeks aktivnosti	18
3.3	ČEBELE V POSKUSU.....	18
3.4	ZBIRANJE IN OBDELAVA PODATKOV	19
4	REZULTATI	20
4.1	VEDENJSKI ODZIV ČEBEL V OPAZOVALNEM PANJU	20
4.1.1	Odziv čebel na mravljinčno kislino	20
4.1.2	Odziv čebel na mlečno kislino	24
4.1.3	Odziv čebel na etanol	26

4.2	VEDENJSKI ODZIV ČEBEL V KLETKAH	28
4.2.1	Odziv čebel na mravljinčno kislino	28
4.2.2	Odziv čebel na mlečno kislino	31
4.2.3	Odziv čebel na etanol	34
4.2.4	Aktivnost čebel	37
4.2.4.1	Indeks aktivnosti, merjen pri poskusu z mravljinčno kislino.....	37
4.2.4.2	Indeks aktivnosti, merjen pri poskusu z mlečno kislino in etanolom	39
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	40
5.1	RAZPRAVA	40
5.1.1	Vedenjski odziv čebel na mravljinčno kislino	42
5.1.2	Vedenjski odziv čebel na mlečno kislino	44
5.1.3	Vedenjski odziv čebel na etanol	45
5.1.4	Uporabnost metode za nadaljnje raziskave	47
5.2	SKLEPI	48
6	POVZETEK.....	49
7	VIRI.....	51

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO TABEL

Tabela 1: Odzivi čebel v neposredni bližini kapljice mravljinčne kisline	20
Tabela 2: Rezultati testiranja s χ^2 Goodness of fit.....	22
Tabela 3: Odzivi čebel v neposredni bližini kapljice mlečne kisline	24
Tabela 4: Rezultati testiranja s χ^2 Goodness of fit.....	25
Tabela 5: Odzivi čebel v neposredni bližini kapljice etanola	26
Tabela 6: Rezultati testiranja s χ^2 Goodness of fit.....	27
Tabela 7: Odstotek indeksov aktivnosti, večjih od 1 pri poskusu z mravljinčno kislino	38
Tabela 8: Odstotek indeksov aktivnosti, večjih od 1 pri poskusu z mlečno kislino in etanolom.	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematski prikaz postavitve komore z osvetlitvijo in video kamero; pogled z bočne strani...	14
Slika 2: Shematski prikaz postavitve komore z osvetlitvijo in video kamero; pogled s sprednje strani...	14
Slika 3: Shematski prikaz plošče s kletkami; pogled z zgornje strani	15
Slika 4: Shematski prikaz plošče s kletkami; pogled z bočne strani.	16
Slika 5: Štiri različne postavitve tesnih spojin; pogled od zgoraj.....	16
Slika 6: Število dotikov čebel in sunkovitih umikov ob stiku s kapljico mravljinčne kisline.	21
Slika 7: Število zasukov čebel v bližini kapljice mravljinčne kisline	22
Slika 8: Čebele v opazovalnem panju pred dodano kapljico 40 % koncentracije mravljinčne kisline...	23
Slika 9: Čebele v opazovalnem panju 15 sekund po injiciranju kapljice 40 % koncentracije mravljinčne kisline.	23
Slika 10: Število zasukov, večjih od 90° in manjših od 90° pri poskusu z mlečno kislino.....	25
Slika 11: Število zasukov, večjih od 90° in manjših od 90° pri poskusu z etanolom.....	27
Slika 12: Število telesnih obratov čebel po dodani mravljinčni kislini pri prvi ponovitvi poskusa.....	29
Slika 13: Število telesnih obratov čebel po dodani mravljinčni kislini pri drugi ponovitvi poskusa.....	29
Slika 14: Število obratov poti čebel po dodani mravljinčni kislini pri prvi ponovitvi poskusa.....	30
Slika 15: Število obratov poti čebel po dodani mravljinčni kislini pri drugi ponovitvi poskusa.....	30
Slika 16: Število telesnih obratov čebel po dodani mlečni kislini pri prvi ponovitvi poskusa.....	31
Slika 17: Število telesnih obratov čebel po dodani mlečni kislini pri drugi ponovitvi poskusa.....	31
Slika 18: Število obratov poti čebel po dodani mlečni kislini pri prvi ponovitvi poskusa.....	32
Slika 19: Število obratov poti čebel po dodani mlečni kislini pri drugi ponovitvi poskusa....	32
Slika 20: Število telesnih obratov čebel po dodanem etanolu pri prvi ponovitvi poskusa.....	34
Slika 21: Število telesnih obratov čebel po dodanem etanolu pri drugi ponovitvi poskusa....	34
Slika 22: Število obratov poti čebel po dodanem etanolu pri prvi ponovitvi poskusa	35
Slika 23: Število obratov poti čebel po dodanem etanolu pri drugi ponovitvi poskusa	35
Slika 24: Korelacija med indeksi aktivnosti telesnih obratov in obratov poti pri prvi ponovitvi poskusa.....	37
Slika 25: Korelacija med indeksi aktivnosti telesnih obratov in obratov poti pri drugi ponovitvi poskusa.....	38

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Zbrani podatki s poskusov s čebelami v kletkah s pomočjo FDS programa

PRILOGA B: Zbrani izračuni indeksov aktivnosti s poskusov s čebelami v kletkah

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

DEET	Oznaka za <i>N,N</i>-dietil-<i>meta</i>-toluamid. Najbolj razširjena učinkovina v repelentih, zaščitnim sredstvom proti komarjem. DEET deluje dražeče na kožo, oči in sluznico sesalcev.
FDS	FDS program strojnega vida, izdelan v družbi FDS Research v Sloveniji. Sistemi računalniškega vida se uporabljajo za nadomeščanje človekovega vizualnega zaznavanja.
MK	Okrajšava za mravljinčno kislino.
ML.K.	Okrajšava za mlečno kislino.
SHB	Oznaka za small hive beetle (sl. mali panjski hrošč), vrste <i>Aethina tumida</i>, ki je novi škodljivec v panju čebel.

SLOVARČEK

Mezenteron	Srednje črevo pri čebelah. Vanj se izločajo prebavni encimi, v njem poteka absorbcija hranil.
Octen-3-ol	Oktenol je alkohol, ki se nahaja v gobah. Nahaja se v izdihanem človeškem zraku ter znoju. Privlači komarje in ostale žuželke.
<i>Varroa destructor</i>	Zunanji paraziti, ki napadajo čebele <i>Apis mellifera</i> . Razmnožuje se lahko le v čebelji družini, tako da se pritrdi na čebelo, ter jo oslabi z izsesavanjem hemolimfe. Bolezen imenujemo varoza.
<i>Varroa jacobsoni</i>	Vrsta pršice, ki parazitira na azijskih čebelah, <i>Apis cerana</i> . Bolj škodljiva <i>Varroa destructor</i> je bila v preteklosti vključena v ime <i>V. jacobsoni</i> , vendar se ti dve vrsti lahko ločita na osnovi sekvenc DNA (DNK) in gena citokrom oksidaze (COI) v DNA (DNK) mitohondrijev.

1 UVOD

Medonosna čebela (*Apis mellifera* L.) je najbolj pomembna opraševalka na svetu. Ljudje jo že stoletja gojijo in razvijajo čebelarstvo. Čebelarstvo ima velik ekonomski vpliv na pridelke kmetijskih rastlin, ki jih oprašujejo čebele. Približno tretjina svetovnega pridelka hrane zraste na rastlinah, ki so jih oprašile živali (Yang, 2006). Velik delež oprašenih rastlin s svojim načrtnim zbiranjem peloda prispevajo čebele. Zaradi tega je zdravstveno stanje čebel postalo skrb mnogih držav širom sveta (Forsgren *et al.*, 2009). Človek ogroža čebele predvsem z neselektivnim škropljenjem poljščin s pesticidi. Pesticidi, insekticidi in gnojilna sredstva, kakor tudi razne naravno pojavljajoče se kemične snovi (etanol), lahko zastrupijo čebele neposredno ali s kontaminacijo vira hrane.

Pričakovati je, da se čebele različno odzovejo na naravno prisotne kemične snovi glede na njihovo biološko vlogo v naravi. V delu smo se osredotočili na odzivnost čebel na hlapne mravljinčne in mlečne kisline ter etanola. Mravljinčna kislina je verjetno eden od ključnih dražljajev v vedenjskem odzivu na napade mravelj, poleg tega pa jo čebelarji uporabljajo tudi za zatiranje zajedavca varoje. V sonaravnem boju z varojo čebelarji posegajo tudi po mlečni kislini, ki pa jo najdemo tudi v samem panju, največ v fermentiranem cvetnem prahu, skladiščenem v celicah satja kot zaloga proteinske hrane. Z etanolom se čebele srečajo predvsem na paši, lahko pa tudi v panju ob pojavu alkoholnega vrenja v zalogah nedozorelega medu ali izpostavljenega odkritega medu v panju.

Glavni cilj raziskave je bil primerjati vpliv prisotnosti hlapov mravljinčne in mlečne kisline ter etanola na vedenjski odziv pri medonosnih čebelah in poiskati morebitne specifične razlike glede na naravno vlogo preiskovanih snovi v življenju medonosne čebele.

Naša prva ničelna hipoteza (H_01) je bila, da hlapi mravljinčne in mlečne kisline ter etanola različnih koncentracij raztopin ne vplivajo na intenziteto vedenjskega odziva čebel. V drugi ničelni hipotezi (H_02) smo predpostavili, da ni razlik v odzivu glede na uporabljeno testno snov. V tretji ničelni hipotezi (H_03) pa smo predpostavili da hlapi testnih raztopin raziskovanih snovi ne vplivajo na usmerjenost gibanja čebel.

Odzive čebel smo primerjali v različnih poskusnih pogojih; v naravi podobnem okolju kot je opazovalni panj ter v umetno ustvarjenem okolju, ki ga predstavljajo poskusne kletke. Z uporabo različnih koncentracij snovi smo želeli ugotoviti specifičnosti glede delovanja posamezne snovi. Pričakovali smo, da se čebele različno odzivajo na posamezne raziskovane snovi.

2 PREGLED OBJAV

Vonj je odločilen faktor pri prepoznavanju vira hrane pri pašnih čebelah. Velika raznolikost in visoka občutljivost vohalnih receptorjev čebelam omogoča opravljanje v ekosistemu (Wells *et al.*, 2010).

2.1 OLFAKTORNI SISTEM IN ČEBELJI GENOM

Vohalni sistem čebel je obsežen. Čebele lahko prepoznavajo in ločujejo v širokem spektru vonjavnih molekul, v mešanicah ali posamezno (Smith in Abramson, 2003, cit. po Wells *et al.*, 2010); pravzaprav so lahko izučene h kateremukoli naravnemu ali poskusnemu vonjavnemu signalu vira hrane. Obseg genetskih adaptacij za prepoznavanje vonjav je bila nedavno razkrita z analizo genoma DNA čebel (Honeybee Genome Sequency Committee 2006, cit. po Wells *et al.*, 2010). Do sedaj je bilo raziskanih 170 vohalnih receptorjev, kar predstavlja več kot dvakratno število znanih receptorjev pri ostalih žuželkah (Honeybee Genome Sequency Committee 2006, cit. po Wells *et al.*, 2010).

Prva raziskava vonjavne lateralnosti pri čebelah (Letzkus *et al.*, 2006) je pokazala očitno lateralnost v odgovoru na priučene vonjave. Ugotovili so, da čebele na vonj bolje odreagirajo, ko so izučene preko njihovih desnih tipalk. Zakaj je učenje takrat bolj učinkovito? Avtor navaja, da se razlogi za ta pojav nahajajo v razlikah med levo in desno tipalko, med levo in desno olfaktorno potjo ali pa v levi in desni polovici centralnega živčnega sistema čebel. Z raziskavo števila olfaktornih receptorskih celic tipalk imenovanih *sensilla placodea*, z elektronsko vrstično mikrofotografijo, so ugotovili, da je število olfaktornih receptorskih celic značilno višje pri desnih tipalkah.

2.2 MRAVLJINČNA KISLINA

Mravljinčna kislina je organska kislina, ki je v naravi zelo razširjena, saj jo najdemo v žlezah mravelj, koprivah, znoju, smrekovih iglicah, sadju itd. (Meglič, 2007). V majhnih količinah jo najdemo tudi v medu.

Čebelarji vse pogosteje uporabljajo mravljinčno kislino pri zatiranju parazitske pršice *Varroa destructor*. Ta pršica zajeda odrasle čebele in izleže jajčeca v čebelji zalegi. Če se pravočasno ne zdravi, lahko povzroči propad celotne družine (Rihar, 1999). Mravljinčna kislina uničuje vse stadije voščenega molja, uniči spore poapnele zalege (*Ascospora apis*), pršico (*Acarapis woodii*), preprečuje pojav nose mavosti ter uniči varojo, ki je pogosto rezistentna na akaricide. Znani so tudi drugi primeri iz narave, kjer mravljinčno kislino uporabljajo organizmi za obrambo pred paraziti. Tako npr.: ptiči, ki jih napadajo pršice, vzamejo v kljun mravljo ali rastlino, ki vsebuje mravljinčno kislino, obnjo drgnejo s krili ter se tako rešijo parazitov. Mehanizmi, ki bi omogočili odpornost na mravljinčno kislino, zaenkrat niso znani (Rihar, 1999).

Čebelarji uporabljajo dva načina uporabe mravljinčne kisline pri zatiranju varoje (Meglič, 2007):

- **Postopek kratkotrajenga izhlapevanja** oziroma tako imenovana **šok terapija**. Pri tej terapiji uporabljajo 85 % mravljinčno kislino, ki jo vbrizgajo na gobasto krpo. Ponavadi jo uporabljajo pri dnevnih temperaturah okoli 15 - 20 °C, kjer kislina počasi izhlapi v 6 - 10 urah. Postopek je potrebno ponoviti trikrat s presledki 4 do 7 dni.
- **Postopek z dolgotrajnim izhlapevanjem**, kjer uporabljajo hlapilnike, da ustreznna koncentracija mravljinčne kisline dlje ostane v panju. Prednost hlapilnikov je, da se koncentracija hlapov zvišuje počasi, tako da se čebele ne vznemirijo preveč. Pri tej metodi se lahko uporablja 60 % - 85 % koncentracija mravljinčne kisline.

-

Mravljinčna kislina se je pokazala tudi kot učinkovito sredstvo proti panjskemu hrošču (*Aethina tumida*; ang. SHB, small hive beetle), ki je nova grožnja evropski medonosni čebeli, (Buchholz *et al.*, 2011). SHB je invazivna vrsta hroščev, ki izvira iz Afrike, od koder se je razširila po ZDA, Kanadi in Avstraliji. V Evropo se lahko zanese z uvozom čebel, rabljenih panjev, voska ter ostale čebelarske opreme in tudi sadja. Hrošč praviloma povzroči večjo škodo le oslabelem oziroma šibkim čebeljim družinam. Izlegli odrasli hrošči poiščejo panje, kjer se pariyo in zaležejo jajca. Iz jajčec se po 2-3 dneh razvijejo ličinke, ki se hranijo tako z medom, cvetnim prahom kot tudi zalego. Z ritjem po satju vznemirjajo čebele, z iztrebki pa onesnažijo satje. Po navedbah raziskovalcev lahko skrb za čistočo v panjih in v čebelnjaku zadostuje za preprečevanje opazne škode (Sanford, 1998).

2.2.1 Napadi mravelj in obrambno vedenje čebel

V gozdu čebele najpogosteje naredijo panje v drevesnih duplih, ki nudijo zaščito pred deževjem in premočnim soncem. Čebele tovrstne ekološke niše delijo z drugimi živalmi, ki zasedajo isti prostor, npr.: mravljami. Pogosto se srečujejo z mravljami, ker velikokrat naseljujejo isto deblo. Zaradi tega mravlje v gnezduh čebel ropajo med in zalego (Sulimanović in Jenčič, 1996). Vrste mravelj iz subf. *Formicidae* uporabljajo za obrambna in alarmna vedenja mravljinčno kislino, ki se proizvaja v strupnih žlezah na zadku (Hölldobler in Wilson, 1990). Z razpršenjem kisline v bližino sovražnika se zaščitijo pred njihovimi napadi.

Mravlje se v duplu najprej srečajo s čebelami stražarkami. Stražarke so čebele delavke, ki prevzamejo nalogo obrambe v čebelji družini. Te postanejo stražarke tedaj, ko so stare 20 ali 21 dni, saj se v tem času strupna žleza že popolnoma razvije (Sulimanović in Jenčič, 1996). Z vonjem in dotiki prepoznajo čebele iz drugih družin ali njihove plenilce. Ob zaznavi vsiljivcev se odzovejo z alarmnim odzivom, s pomočjo svoje drže in s sproščanjem alarmnih snovi iz žlez. Čebele v gnezdu tako dobijo signal o napadalcu s pomočjo vibracij, barvnega kontrasta, vonja, ki ga posredujejo stražarke. Takoj ko ostale čebele prepoznajo nasprotnika, začnejo razvijati različne obrambne mehanizme, da preženejo nasprotnika (Winston, 1987). Te obkrožijo nasprotnika tako, da so zadkom obrnjene proti njemu in nenehno pobrenčavajo s krili. Tako zaustavijo nadaljno pot nasprotniku ali pa ga preženejo iz gnezda. Za vsakega sovražnika, ne glede ali je mravlja, hrošč,... ali čebela iz druge

družine, čebele izberejo ustrezno tehniko obrambe. Za pregon in zaustavitev sovražnika iz svojega gnezda lahko uporabijo obrambo z napadalno držo telesa, pobrenčavanjem s krili, grizenjem, puljenjem dlačic, velikokrat pa se delavke zapodijo v predatorja in ga poskušajo odgnati ali uporabijo želo, s katerim pičijo nasprotnika (Collins, 1980).

2.3 MLEČNA KISLINA

Mlečna kislina je brezbarvna, gosto tekoča higroskopična organska kislina, ki nastaja pri fermentaciji sladkorjev, tudi tistih v cvetnem prahu in medu, in se uporablja za zatiranje varoje in invertiranje saharoze. Nahaja se tudi v »čebeljem kruhu«, mešanici cvetnega prahu in medu ali nektarja v celicah satja in je proizvod čebel (Vasquez in Olofsson, 2009).

Mlečna kislina ima pomembno vlogo pri vrenju cvetnega prahu od časa njegovega nabiranja pa vse do shranjevanja v satne celice. Gilliamova (1997) navaja, da pride do prvih mikrobioloških in biokemičnih sprememb v cvetnem prahu že ob procesu njegovega nabiranja. Čebele nabirajo cvetni prah na cvetovih rastlin in ga kopičijo v koških na zadnjih nogah, kjer se oblikujeta grudici obnožine. Pri tem čebela cvetnemu prahu dodaja slino in nekaj nektarja. Ko čebela nabiralka prinese cvetni prah v panj, ga odložijo v celice satja, naprej pa ga obdelujejo panjske čebele. Ob tem ga še prepojijo z medom in ga z njim prekrijejo. Zaradi odsotnosti kisika pride do mlečnokislinskega vrenja. Posledično pelod izgubi sposobnost kalitve in je primernejši za shranjevanje (Senegačnik, 1998).

Mlečna kislina je uporabna tudi kot akaricid, ker deluje strupeno na ličinke oz. zarod čebelje družine, medtem ko jo na odrasle čebele nananašamo neposredno z namenom, da bi uničili varojo. Če je mlečna kislina nanešena na čebele v zimskem času, je možnost akumulacije mlečne kisline v medu zanemarljiva. V spomladanskem času mora biti nanešena 4 tedne pred pričetkom cvetenja, v nasprotnem primeru uporaba medu za prehrano ni priporočljiva (Imdorf in Kilchenmann, 1990).

Znanstvenika Kraus in Berg (1994) sta proučevala primernost mlečne kisline za zatiranje varoje. V poskusu treh skupin čebeljih družin sta primerjalno uporabila mlečno kislino, pesticid Perizin ter mešanico obeh snovi. Pozimi sta dodala 8 ml 15 % mlečne kisline na panj. Postopek je bil zelo učinkovit. Uničenih je bilo 94,2 % - 99,8 % pršic parazita varoje.

Postopek z mlečno kislino je izzval nižjo umrljivost čebel kot postopek s pesticidom Perizin. Mlečna kislina je sprožila umrljivost čebel, če je bil postopek opravljen pod 0°C, zato uporabo mlečne kisline pri okoljski temperaturi pod 4°C ne priporočajo (Kraus in Berg, 1994). Postopek je potrebno večkrat ponavljati, zato je primeren le za čebelarje z manjšim številom panjev.

2.3.1 Raziskave odziva žuželk na mlečno kislino

Odziv na mlečno kislino raziskujejo predvsem na žuželkah, kot so komarji, stenice in hrošči.

Privlačnost komarjev k človeškemu telesu pogojujejo vonjave, ki jih oddaja človeško telo: CO₂, mlečna kislina, najbolj privlačen pa je l-octen-3-ol (v nadaljevanju oktenol, op. av.) (Ditzen *et al.*, 2008). Pred piki komarjev se človek lahko zaščiti z repelentom. Snov v repelentu, DEET, deluje tako, da blokira receptorje komarjev na človeške vonjave. Ugotovili so, da imajo komarji receptorje s katerimi zaznavajo mlečno kislino in oktenol (Ditzen *et al.*, 2008), medtem ko receptorjev za CO₂ nimajo. Syed (2008) pa navaja, da komarji lahko zavohajo DEET, ker so se v raziskavi odzivali na DEET s koncentracijsko odvisnostjo. Zadnje raziskave pa kažejo, da DEET ne vpliva le na vedenje žuželk, temveč onemogoča delovanje nekaterih ključnih encimov osrednjega živčnega sistema (acetilholinesteraze) tako pri insektih kot tudi pri sesalcih (Corbel *et al.*, 2009).

Pri zatiranju panjskega hrošča, *Aethina tumida* je mlečna kislina, v primerjavi z mravljinčno kislino, učinkovito sredstvo le proti larvam (Buchholz *et al.*, 2011). Opazili so pozitivno korelacijo med smrtnostjo ličink panjskega hrošča in povečevanjem koncentracije mlečne kisline, pri čemer je smrtnost ličink statistično višja od kontrolne skupine.

2.4 ETANOL

Etanol v naravi nastaja pri alkoholnim vrenju kvasovk, predvsem na sladkornih sokovih zrelega sadja. Nahaja se v vseh alkoholnih pijačah in ima številne, predvsem negativne učinke na posameznika v človeški družbi. Je depresor centralnega živčnega sistema (Gilman *et al.*, 1985). Deluje na številne nevrotransmitterske sisteme in ruši občutljivo ravnovesje med inhibitornimi in ekscitatornimi nevrotransmiterji ter tako prizadene delovanje možganov (Valenzuela, 1997). Posledično postaja vse večji problem v skupnosti, v kateri živimo, ker vpliva tudi na socialno vedenje. V zadnjem desetletju so začeli razvijati tudi žuželčje modele alkoholizma z namenom, da bi spoznali delovanje etanola in njegove vplive na posameznika in družbo (Abramson *et al.*, 1997; Moore *et al.*, 1998; Abramson *et al.*, 2000; Božič *et al.*, 2006; Ammon in Hunt, 2008).

2.4.1 Čebele kot modeli za raziskovanje opijanja z etanolom

Čebele kot model opijanja z etanolom raziskujejo že vrsto let. Učinki alkohola na čebele so zelo podobni učinkom alkohola pri človeku (Abramson *et al.*, 2000). Predvidevamo lahko, da etanol ne vpliva le na možgane čebel, ampak na celoten organizem. O njihovi fiziologiji, genetiki in vedenju je že veliko znanega. Pri čebelah lahko opazujemo bolj kompleksne oblike vedenja kot tudi socialno organizacijo. Ugotovili so, da čebele same brez prisile spišejo velike količine etanola (Abramson *et al.*, 1997), kar je poleg tega, da jih je lahko dobiti in vzdrževati, razlog zakaj smo izbrali čebele kot model za raziskavo o vedenjskem odzivu na etanol.

2.4.2 Vpliv etanola na agresijo, motorične sposobnosti in učenje čebel

Znano je, da etanol pri ljudeh lahko izzove agresijo, zato bi to lahko pričakovali tudi pri čebelah. Agresijo pri čebelah enačijo z iztegovanjem žela. Ugotovili so, da medonosne čebele iztezajo želo neodvisno od etanola, torej etanol ne vpliva na napadalnost čebele, vsaj ne na iztegovanje žela (Abramson *et al.*, 2000).

Čebele, ki spišejo 10 % ali 20 % etanolno raztopino imajo težave pri hoji in letanju. V »shuttle box« poskusu (prehajanje čebel z ene na drugo stran poskusne škatle) so ugotovili velike razlike v odgovoru čebel, ki so spile samo sladkorno raztopino v primerjavi s tistimi, ki so spile etanolno. Ni pa bilo razlik med čebelami, ki so spile 10 % ali 20 % etanolno

raztopino. Tudi v poskusu z vrtiljakom so dobili enake odgovore kot v »shuttle-box« poskusu (Abramson *et al.*, 2000).

Opazne so tudi razlike v sposobnosti učenja med čebelami, ki spijejo etanolne raztopine različnih koncentracij. V primeru klasičnega pogojevanja iztegovanja jezička ni značilnih razlik med čebelami, ki so spile 0, 1, 5, 10 % etanolne raztopine. Odgovor čebele, ki so spile 20 % etanolno raztopino, pa se očitno zmanjša. V vseh primerih so jim dali piti etanolno raztopino pred učenjem (Abramson *et al.*, 2000).

Ugotovili so, da pitje sladke alkoholne raztopine pri čebelah prekinja pašno in socialno vedenje in ima nekaj podobnih učinkov kot insketicidi. Nekatere čebele so postale tudi bolj agresivne. (Božič *et al.*, 2006).

Izpostavljenost alkoholu ima lahko podaljšane učinke na čebele, ki trajajo do 48 ur. Ta fenomen je prav tako raziskovan pri vinskih mušicah in je povezan z nevrottransmitterjem octopaminom, ki je prisoten tudi pri čebelah (Degen *et al.*, 2000).

2.5 AKTIVNOST ČEBEL

Čebele so zelo aktivne živali v naravi, vendar njihovo aktivnost določajo letni časi, temperatura okolja in razpoložljivost hrane. V zimskem obdobju aktivnost družine pojema. Matica preneha zalegati jajca, čebele pa nehajo vzgajati ličinke. Čebele prenehajo leteti, ko je temperatura okolja nižja od 10°C. Zadržujejo se v panju, kjer se hranijo s skladiščenim medom in stiskajo z ostalimi čebelami, da telo proizvede toploto (Božič, 1998).

Prebujanje čebel iz zimskega spanja lahko napoči že sredi januarja, saj v večjem delu Slovenije jugozahodnik prinese otoplitev, ki traja le dan ali dva. Čebele se najprej iztrebijo, potešijo žejo in očistijo panj. Prve pašne dni nektar nima velikega pomena za čebelje družine, saj je v satju še dovolj medenih zalog. Vendarle pa svež nektar spodbudi čebele k večji nabiralni aktivnosti in povečani zreji zalege. Pomembnejši je cvetni prah, ki je glavni vir beljakovin v prehrani ličink in mladih čebel. Brez cvetnega prahu ni pravega spomladanskega razvoja čebel (Božič, 1998).

Za vsak pašni polet čebela porabi določeno energijo za let na pašo in vrnitev. Gledano z energijskega stališča mora nabrani nektar zadoščati vsaj za polet čebele na pašo in vrnitev v panj. Raziskovalci energijskega dogajanja na pašnih poletih so ugotovili, da čebelam uspe nabrati optimalne količine nektarja tako, da je izkoristek energije čim večji. To običajno pomeni, da z bližnjih paš nosijo manjši tovor kot z bolj oddaljenih (Božič, 1998).

Pomanjkanje paše v naravi usmeri čebele k stikanju za viri hrane po zapuščenih panjih ali po zapuščenih čebeljih družinah. V brezpašnem obdobju se lahko vnamejo spopadi med vdorom tujk v gostujoč panj. Takšni spopadi lahko oslabijo gostujočo družino, da se ne utegne pripraviti na zimo. Tudi tiho ropanje lahko pobere družini ves med, kar je usodno v bližajoči se zimi (Božič, 1998).

3 MATERIAL IN METODE

Pri raziskovanju vedenja čebel smo izbrali snovi, ki hlapijo in se nahajajo v naravnem okolju čebel (mravljinčna in mlečna kislina ter etanol). V poskusih smo uporabljali kranjsko čebelo (*Apis mellifera carnica* Poll.) iz panjev v bližini Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. V vseh poskusih smo uporabljali čebele delavke, predvsem pašne čebele, saj se pri nabiranju hrane najpogosteje srečujejo z izbranimi spojinami. Poskusi so potekali od 19. novembra 2010 do 13. aprila 2011.

Naredili smo dva različna poskusa. V prvem poskusu smo v opazovalnem panju z digitalno kamero SONY HD8V po 2 minuti snemali vedenjski odziv čebel ob dodajanju mlečne in mravljinčne kisline ter etanola. V drugem poskusu pa smo v zato pripravljenih kletkah z dodajanjem spojin opazovali vedenje ter ga sočasno posneli z digitalno kamero in zabeležili z računalniškim programom strojnega vida, FDS Imaging Software (FDS Research, Slovenija). Beležili smo dve minuti brez dodane spojine, nato pa še dve minuti z dodano spojino.

3.1 PRIPRAVA POSKUSA V OPAZOVALNEM PANJU

S premikanjem satov v navadnih panjih vznemirjamo čebele, zato vedenje čebelje družine opazujemo v opazovalnih panjih. Skozi pleksi ploščo lahko posnamemo čebele in njihovo vedenje.

Opazovalni panj je bil zgrajen iz petih LR satov, položenih drug na drugega in vpetih v lesen okvir. Stranici je imel zaprti s pleksi ploščo, ki nam omogoča opazovanje čebel znotraj panja, ne da bi jih pri tem razdražili. V pleksi stranico smo izvrtali štiri luknje primerne velikosti za vhod injekcijske igle ter manjše od velikosti čebele. Poskusi so potekali v zatemnjenem prostoru. Pomagali smo si z lučmi, tako da je bilo vidno polje kamere enakomerno osvetljeno, odsev pleksi stranic pa minimalen. Nastavili smo primerno razdaljo od objektivna kamere do opazovanega predmeta ter ločljivost. Po končani ustrezni nastavitvi vseh parametrov snemanja smo lahko pričeli s poskusom.

Pri vključeni kameri smo vbrizgali po eno kapljico spojine na vzdolžno letvico satnika. Za ustrezen potek poskusa smo morali biti zelo previdni pri delu z injekcijsko iglo in čebelami, da jih pri vnosu kapljice v opazovalni panj nismo poškodovali.

Naredili smo po en poskus za vsako spojino. Koncentracije mravljinčne kisline so bile od 10 % do 40 %, mlečne kisline od 10 % do 80 % in etanola od 10 % do 80 %. Poskus je trajal dve minuti. Vsak posnetek smo kasneje natančno računalniško analizirali.

Opazovali smo vedenjske odzive čebel, ki smo jih uvrstili v pet različnih kategorij:

- dotik kapljice (dotiki s tipalnicami, krili in nogami)
- gre čez kapljico
- pobrenčavanje brez umika
- sunkovit umik ob dotiku kapljice
- zasuk telesa.

Kategorijo zasukov smo razvrstili med tiste, pri katerih se čebela umakne pod določenim kotom, levo ali desno vstran od kapljice spojine ($< 90^\circ$, $> 90^\circ$, $> 180^\circ$).

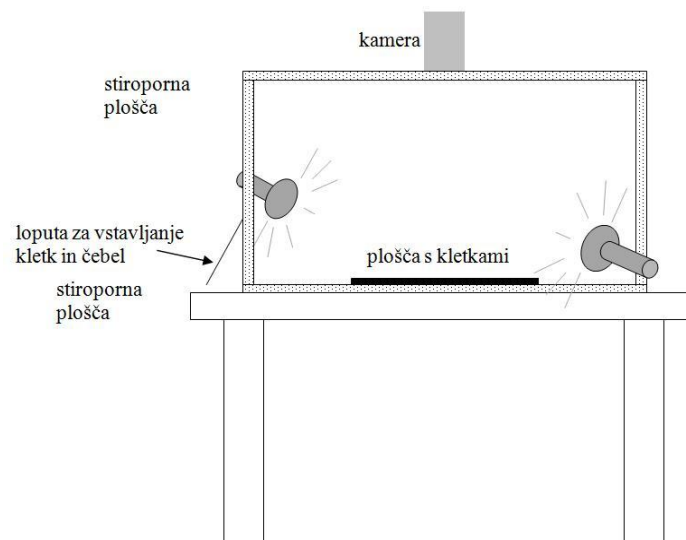
Predvsem nas je zanimal odziv čebel, in sicer smer umikov od kapljice. Z rezultati, ki smo jih dobili pri obdelavi posnetkov, smo ugotavljali, ali je odziv čebel odvisen od koncentracije spojin.

3.2 PRIPRAVA POSKUSA V KLETKAH

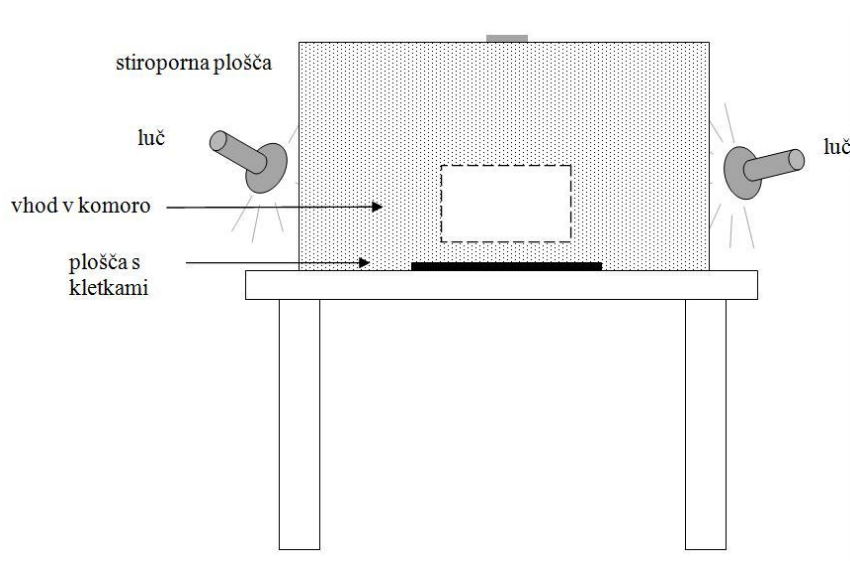
Naloga je bila opravljena v skupini za nevroetologijo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Poskus v laboratoriju smo izvajali v prostorih skupine za nevroetologijo. Panji s poskusnimi čebelami so bili od mesta poskusa oddaljeni približno 100 m.

Preden smo lahko začeli s tem poskusom, smo morali pripraviti delovni prostor in površino. Program strojnega vida FDS Imaging Software (FDS Research, Slovenija), ki smo ga uporabili, zahteva ustrezno kontrastno razmerje med objektom in ozadjem, da je mogoče s programom izločiti gibajoče objekte.

Iz stiroporja smo pripravili komoro in jo postavili na delovno mizo. Zgornja stranica je imela izrezano odprtino, kamor smo vstavili objektiv kamere, ki je bila pripeta na stojalo ter priključena na računalnik. Z obeh strani smo v komoro posvetili s svetilko, žarek njune svetlobe usmerili proti delovni površini, tako da je bilo onemogočeno senčenje okolice. Tako smo si zagotovili svetlo ozadje ter temne objekte. Z ene strani je bila priključena še odzračevalna cev, spojena z ventilatorjem za odvajanje hlapov iz delovne sobe v zunanjo okolico (slika 1 in 2).

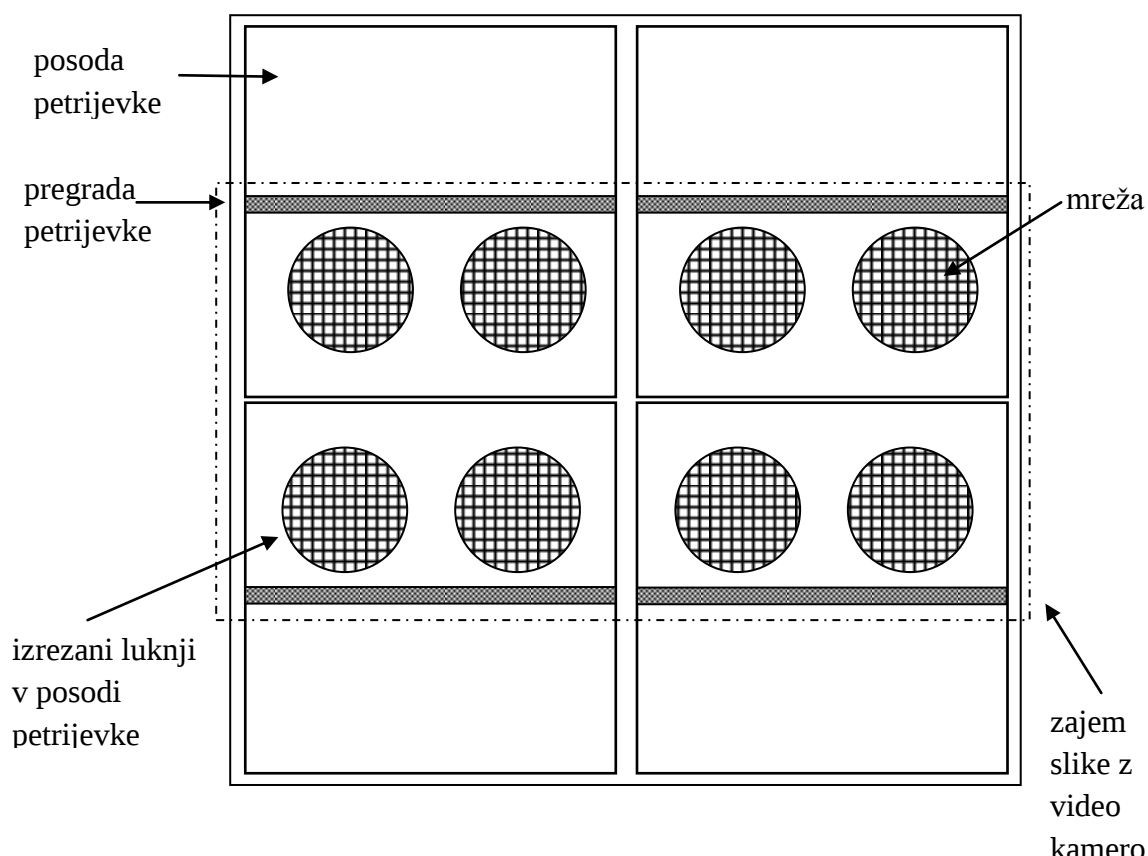


Slika 1: Shematski prikaz postavitve komore z osvetlitvijo in video kamero; pogled z bočne strani

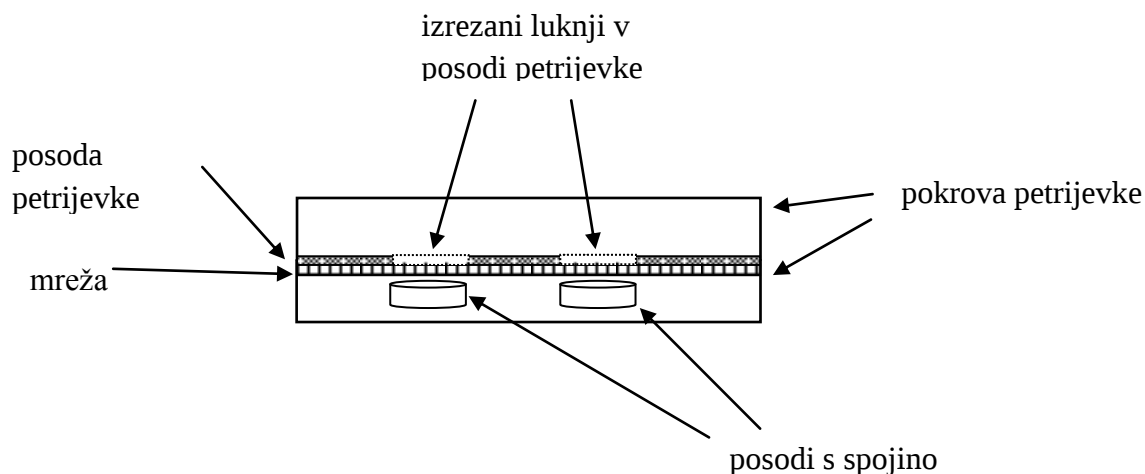


Slika 2: Shematski prikaz postavitve komore z osvetlitvijo in video kamero; pogled s sprednje strani

Delovna površina je bila sestavljena iz 1cm tankega stiroporja, v katerega so bili izrezani štiri kvadrati velikosti kvadratnih petrijev 10 × 10 cm, kamor smo jih postavili v času poskusa (slika 3). V eno polovico smo izrezali dva vzporedna kroga s premerom 2 cm, v stranske stranice pa izvrtali luknjice za uhajanje hlapov. Nato smo dno posode petrijevke z zunanje strani oblepili s silikonsko mrežico, ki se uporablja za pridobivanje propolisa in hkrati onemogoča uhajanje čebel. Uporabili smo tudi okrogle petrijevke s premerom 2 cm, ki so nam služile kot rezervoarji spojin. V posodo okrogle petrijevke s premerom 2 cm smo izvrtali luknjico s strani, kamor smo nato pričvrstili injekcijsko kanilo, ki je bila povezana z infuzijskim sistemom in brizgo. Tako smo omogočili nemoten vnos spojine v petrijevko v času poskusa. Petrijevka je bila nameščena pod izvrtanim krogom, zastrtim s silikonsko mrežico, tako da je bilo omogočeno uhajanje hlapov izbranih snovi.

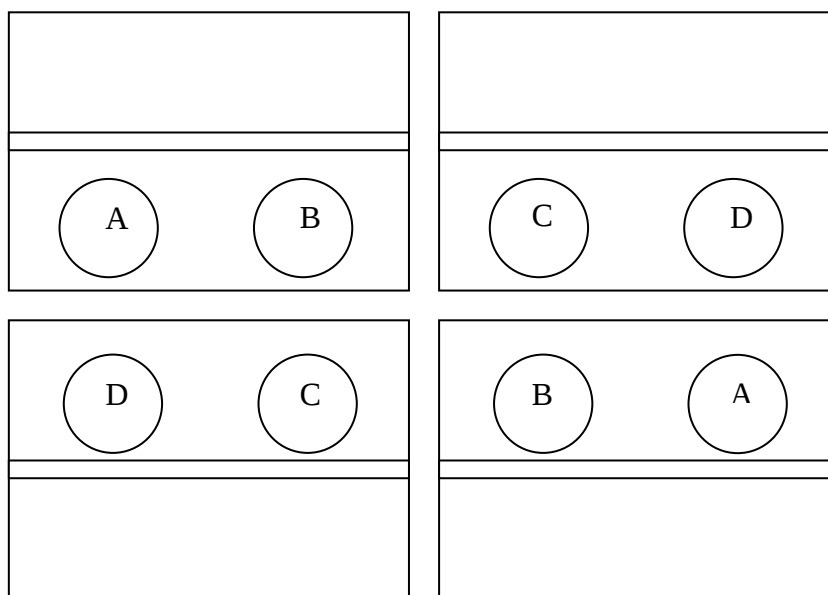


Slika 3: Shematski prikaz plošče s kletkami; pogled z zgornje strani



Slika 4: Shematski prikaz plošče s kletkami; pogled z bočne strani

Čebele so bile nabrane v žrelu panja, tako da smo odprto plastično epruveto prislonili na žrelo ter ujeli čebele, ki so izletavale iz panja. V poskusu so sodelovale 4 čebele naenkrat, 2 čebeli sta bili v kontrolni, 2 čebeli pa v testni skupini. Ker smo imeli 8 lukenj in zaradi tega 8 posodic, smo uporabili 4 različne postavitve testnih spojin. Postavitve smo poimenovali A, B, C, D, kot je razvidno s slike, na tak način, da je prostorsko enakomerno razporejeno.



Slika 5: Štiri različne postavitve tesnih spojin; pogled od zgoraj

Koncentracij za eno spojino je bilo sedem: 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %. Za pripravo raztopin različnih koncentracij mravljinčne kisline smo uporabili 85 % mravljinčno kislino, za mlečno kislino smo uporabljali 90 % mlečno kislino, pri pripravi etanola smo uporabljali 96 % etanol. Vse spojine smo razredčevali z bidestilirano vodo. Za kontrolni poskus smo uporabili čisto bidestilirano vodo. Vsako koncentracijo smo sveže pripravili v laboratoriju Skupine za nevrotologijo na dan poskusa.

Po končani pripravi koncentracij smo prižgali računalnik, svetilki in kamero. Čebele, ki smo jih predhodno nabrali v panju, smo dali na led, da obmirujejo, jih postavili v kvadratne petrijevke in zaprli. Ko so čebele pričele intenzivno gibati, smo začeli s snemanjem.

FDS program je z računalniškim vidom sledil gibanju živali. Gibe opazovanih objektov je beležil na desetinko sekunde. Če se je žival obrnila v levo ali desno smer okoli telesne osi za 90° ali več, je FDS program to zabeležil kot telesni obrat v določeno smer. Če se je žival premikala in spreminjala smer med hojo, je program zabeležil obrat poti.

Najprej smo 2 minuti snemali čebele brez dražljaja, nato smo dvema čebelama, po vzorcu postavitvev, dodali spojine s pomočjo infuzijskega sistema in posneli odziv še 2 minuti. Po končanem poskusu smo čebele in petrijevke (rezervoarje) zamenjali, prav tako smo zamenjali postavitev posodic s spojinami. Najprej smo opravili vodni test, nato smo pričeli z najnižjo koncentracijo in nadaljevali z višjo koncentracijo spojine, in ne obratno. Naredili smo 28 takšnih poskusov (7 raztopin, 4 postavitve), ki so trajali 2 + 2 min za določeno spojino v eni ponovitvi.

Za vsako koncentracijo izbrane spojine smo uporabili 16 čebel. Torej smo za eno ponovitev pri eni spojini uporabili 112 čebel ($16 \text{ čebel} \times 7 \text{ koncentracij}$). Ponovitvi sta bili 2, kar znaša 224 čebel. Imeli smo 3 različne spojine, zato je bilo število vseh čebel v poskusu 672, če ne prištevamo umrlih osebkov med transportom ali na ledu.

Program strojnega vida, nam je izdal poročilo o telesnih obratih in obratih poti (*body rotation* in *path rotation*) pred dodajanjem spojine in po dodani spojin.

3.2.1 Indeks aktivnosti

Z izračunanim indeksom aktivnosti, smo želeli preveriti, ali je odziv testnih čebel v primerjavi s kontrolnimi čebelami višji. Pri čebelah, kjer je indeks aktivnosti višji od 1, lahko sklepamo, da je njihova povečana aktivnost povezana z odzivom na izbrane snovi.

Indeks aktivnosti za testni čebeli v poskusu smo izračunali po naslednji formuli:

$$\text{Indeks aktivnosti } T_i = \frac{\text{aktivnost PO } T_i (\text{aktivnost PRED } K_1 + \text{aktivnost PRED } K_2)}{\text{aktivnost PRED } T_i (\text{aktivnost PO } K_1 + \text{aktivnost PO } K_2)}$$

$i=1,2$

Vidno korelacijo med telesnimi obrati in obrati poti smo prikazali z regresijskim modelom skozi koordinatno izhodišče.

3.3 ČEBELE V POSKUSU

Poskuse na čebelah smo izvajali od novembra do aprila. V zimskem času se v samih čebelah morajo zgoditi določene fiziološke spremembe, ki omogočajo veliko daljše življenje, kot je to običajno za čebele čez leto. Čez leto čebele živijo le nekaj tednov (2 do 8), pozimi pa morajo preživeti nekaj mesecev. To je mogoče z upočasnjeno presnovo in spremembami v notranji telesni zgradbi; zimske čebele imajo dobro razvite krmilne žleze v glavi in maščobna telesa v zadku. Spremembe v presnovi se kažejo tudi s tem, da lahko zimske čebele izletavajo že pri 8 °C, medtem ko poletne čebele nehajo izletavati pri 12 °C (Božič, 1998).

3.4 ZBIRANJE IN OBDELAVA PODATKOV

Vsak posnetek iz opazovalnega panja smo po končanem poskusu s pomočjo računalniških programov natančno analizirali, in sicer s pomočjo programa MS Movie maker in programa MS Media player. Pri interakcijah v opazovalnem panju smo podatke podali v tabelah, ki smo jih urejali v programu Microsoft Office Excel 2007.

Zbrane podatke s pomočjo FDS programa o obratih v levo in desno smer smo vnesli v Microsoft Office Excel 2007, ter jih z aplikacijo Analiza podatkov analizirali z orodjem ANOVA: dva faktorja z replikacijo. Analiza ni pokazala nobenih statistično značilnih razlik, kar pomeni, da se čebela obrača v levo in desno smer naključno. Podatke smo tako grupirali le v telesne obrate in obrate poti, iz katerih smo naredili frekvenčne histograme v obliki škatle z brki (boxplot diagram). Na grafe smo nanašali kvartile ter intervale maksimalne in minimalne vrednosti, ki predstavljajo strukturo porazdelitve odvisne spremenljivke *števila obratov* od neodvisne spremenljivke *koncentracije spojine*.

4 REZULTATI

V poskusu smo ugotavljali odziv čebel na različne koncentracije raziskovanih snovi. Glede na zastavljene hipoteze smo ugotovili, da se čebele v poskusnih kletkah enakomerno gibajo v levo in desno smer pri vseh raziskovanih snoveh.

Ugotovili smo, da se čebele odzivajo na mravljinčno kislino z obrambnim vedenjem, na mlečno kislino je bil odziv čebel najbolj statistično značilen, pri etanolu pa je bil odgovor čebel nižji v primerjavi z ostalima snovema.

4.1 VEDENJSKI ODZIV ČEBEL V OPAZOVALNEM PANJU

Odzive čebel v opazovalnem panju smo uvrstili v pet različnih kategorij: dotik kapljice, prehod čez kapljico, pobrenčavanje brez umika, zasuk ($< 90^\circ$, $> 90^\circ$, $> 180^\circ$) ter sunkoviti umik ob stiku (tabela 1, 3, 5).

4.1.1 Odziv čebel na mravljinčno kislino

Odziv čebel smo ugotavljali od 10 % - 40 % koncentracije mravljinčne kisline (tabela 1). Čebele so se na mravljinčno kislino odzivale s koncentracijsko odvisnostjo. Ugotovili smo, da čebele pri nižjih koncentracijah mravljinčne kisline pogosteje dotaknejo kapljico, pri višjih koncentracijah pa se pogosteje sunkovito umaknejo ob stiku s kapljico. S poviševanjem koncentracije mravljinčne kisline se čebele pogosteje sučejo za $> 180^\circ$. Poskus v opazovalnem panju s kapljicami mravljinčne kisline smo omejili do 40 % koncentracije, ker je čebelja razdraženost v opazovalnem panju naraščala.

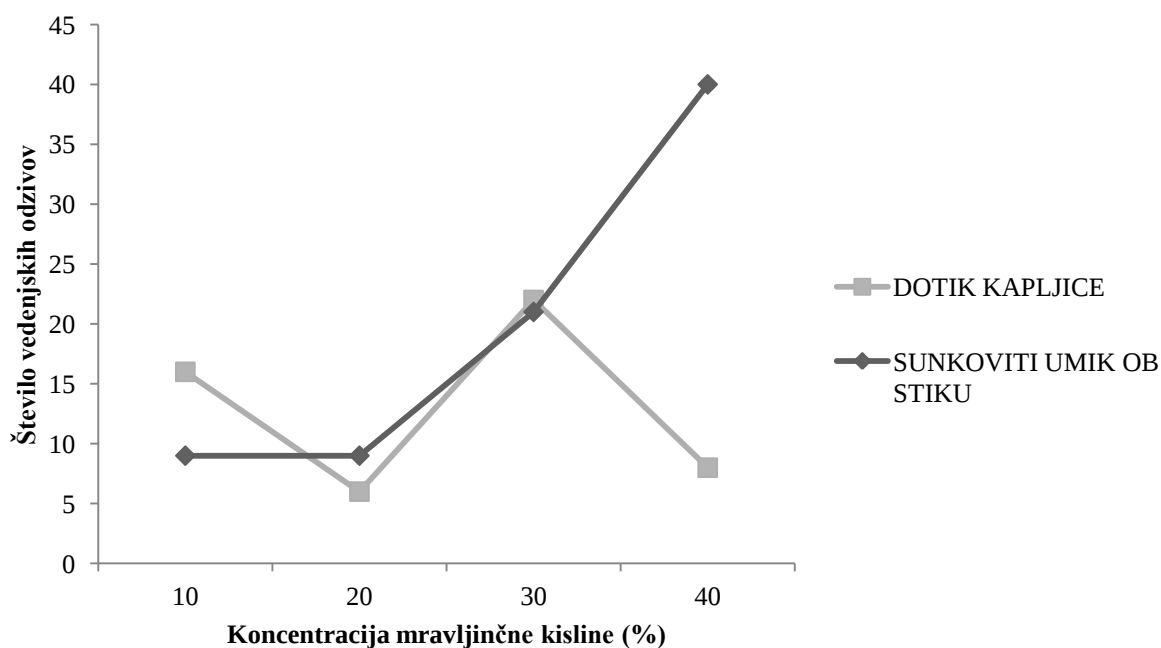
Tabela 1: Odzivi čebel (N = 272) v neposredni bližini kapljice mravljinčne kisline

MK (%)	DOTIK KAPLJI- CE	GRE ČEZ KAPLJI- CO	POBRENČA- VANJE BREZ UMIKA	ZASUK <90°	ZASUK >90°	ZASUK >180°	SUNKO- VIT UMIK OB STIKU
10	16	/	1	15	18	3	9
20	6	1	/	7	5	2	9
30	22	/	15	8	17	9	21
40	8	/	4	3	11	22	40
skupaj	52	1	20	33	51	36	79

V opazovalnem panju se čebele kapljice dotaknejo s tipalkami, nogami ali krili. Visoko število dotikov pripišemo nižjim koncentracijam mravljinčne kisline, ko čebele ne zaznavajo mravljinčno kislino kot nevarnost. Z večanjem koncentracije kisline se povečuje tudi jakost vonja mravljinčne kisline, zaradi česar se čebela izogiba neposredni bližini kapljice. Pri 40 % koncentraciji mravljinčne kisline se čebele odzovejo povsem nasprotno kot pri ostalih koncentracijah (10 % - 30 %), in sicer tako, da se število dotikov kapljice zmanjša, število sunkovitih umikov ob stiku pa se poveča.

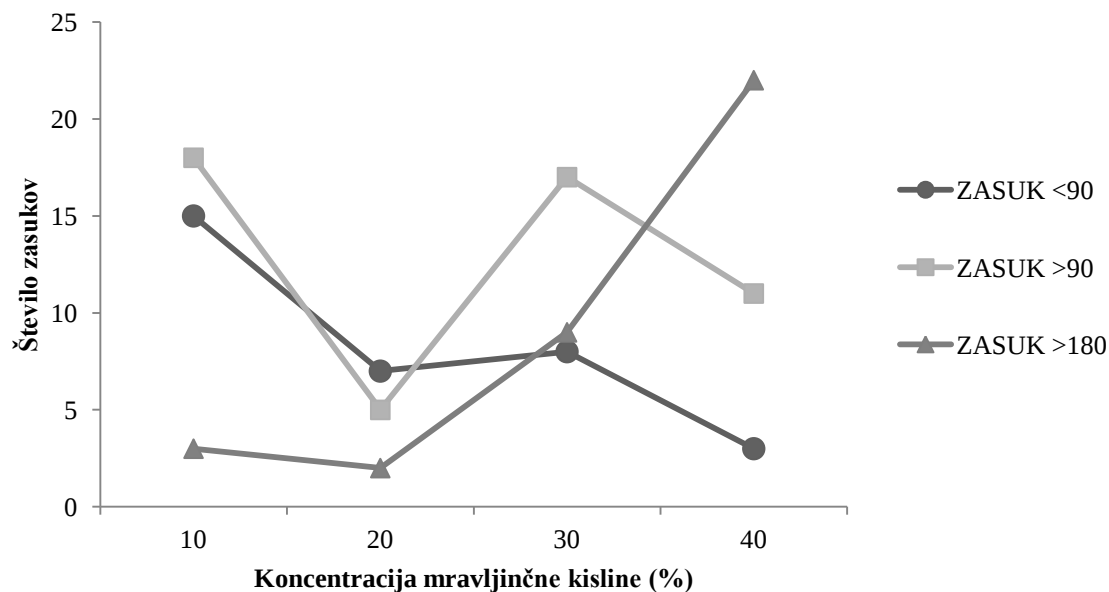
Pri 30 % koncentraciji mravljinčne kisline se čebele najbolj odzivajo z dotiki kapljice in pobrenčavanjem. Le ena čebela prehodi kapljico, in sicer pri 20 % koncentraciji mravljinčne kisline (tabela 1).

S povečevanjem koncentracije mravljinčne kisline se povečuje delež zasukov $> 180^\circ$. Pri 10 % koncentraciji mravljinčne kisline zasledimo povečano število zasukov $< 90^\circ$, kar predstavlja 45,45 % vseh zasukov $< 90^\circ$. Pri najvišji koncentraciji se poveča število zasukov $> 180^\circ$.



Slika 6: Število dotikov kapljice in sunkovitih umikov čebel ob stiku s kapljico mravljinčne kisline.

S povečevanjem koncentracije mravljinčne kisline se število sunkovitih umikov povečuje, medtem ko se število dotikov kapljice zmanjšuje.



Slika 7: Število zasukov čebel v bližini kapljice mravljinčne kisline.

S povečevanjem koncentracije mravljinčne kisline se povečuje število zasukov $> 180^\circ$. Število zasukov $< 90^\circ$ pa upada.

Podatke zasukov iz poskusov z mravljinčno kislino smo testirali za ujemanje razlik med obračanjem čebel in koncentracijo mravljinčne kisline. Zanesljivost trditve smo potrdili s χ^2 testom. Ugotovili smo, da koncentracija mravljinčne kisline vpliva na število zasukov ($< 90^\circ$, $> 90^\circ$, $> 180^\circ$).

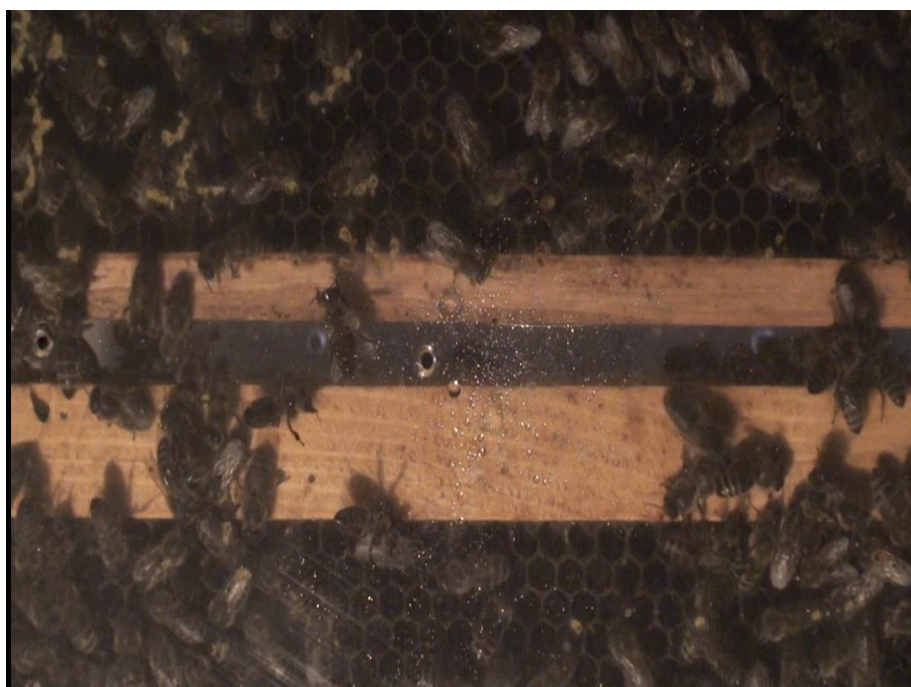
Tabela 2: Rezultati testiranja s χ^2 testom

	χ^2 Test	Kritična χ^2 vrednost	p vrednost
ZASUK $< 90^\circ$	9,06	7,81	0,03
ZASUK $> 90^\circ$	8,53	7,81	0,04
ZASUK $> 180^\circ$	28,22	7,81	$3,26 \times 10^{-6}$

Pri vseh zasukih je ničelna hipoteza zavrnjena ($p \leq 0,05$), kar pomeni, da koncentracija mravljinčne kisline vpliva na frekvenco zasukov ($< 90^\circ$, $> 90^\circ$, $> 180^\circ$) (tabela 2).



Slika 8: Čebele v opazovalnem panju pred dodano kapljico 40 % koncentracije mravljinčne kisline



Slika 9: Čebele v opazovalnem panju 15 sekund po injiciranju kapljice 40 % koncentracije mravljinčne kisline.

Poskus z mravljinčno kislino v opazovalnem panju smo omejili do 40 % koncentracije, ker so se čebele preveč razdražile.

4.1.2 Odziv čebel na mlečno kislino

Odziv čebel smo ugotavljali od 10 % – 80 % koncentracije mlečne kisline (tabela 3). Čebele se na mlečno kislino najpogosteje odzivajo z dotikom kapljice, redkeje pa z zasuki telesa $> 180^\circ$. S povečevanjem koncentracije narašča število sunkovitih umikov.

Tabela 3: Odzivi čebel (N = 433) v neposredni bližini kapljice mlečne kisline

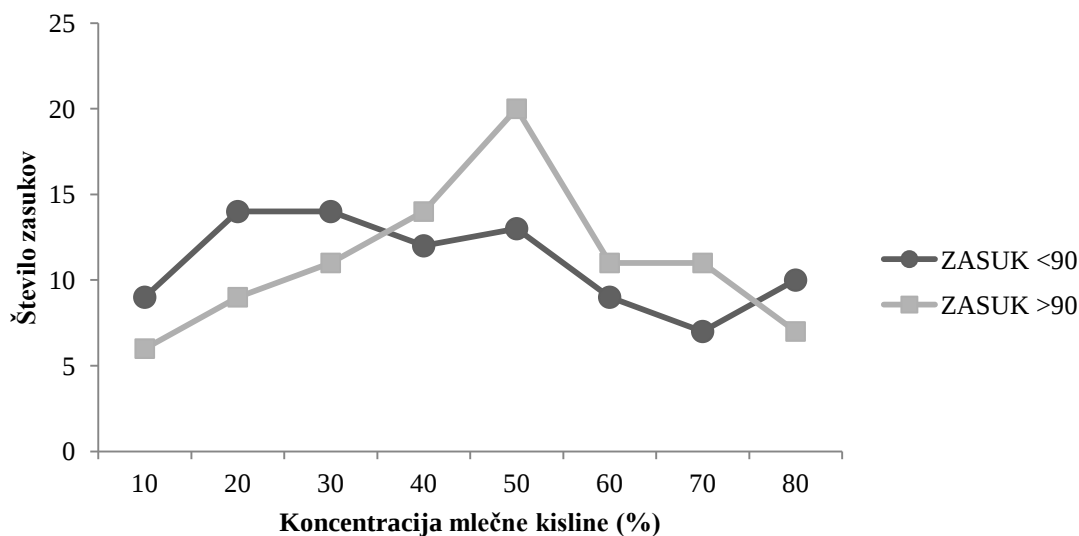
MLK (%)	DOTIK KAPLJICE	GREČEZ KAPLJICO	POBRENČAVANJE BREZ UMIKA	ZASUK $<90^\circ$	ZASUK $>90^\circ$	ZASUK $>180^\circ$	SUNKOVIT UMIK OB STIKU
10	7	/	1	9	3	3	1
20	11	/	1	14	8	1	7
30	34	/	10	14	11	/	6
40	18	/	5	12	10	4	8
50	33	/	2	13	15	5	7
60	34	/	5	9	11	/	8
70	16	/	3	7	10	1	7
80	15	/	7	10	6	1	10
skupaj	168	0	34	88	74	15	54

V opazovalnem panju se čebele kapljice dotaknejo s tipalkami, nogami ali krili, najvišje vrednost dotikov kapljice so pri 30 %, 50 % in 60 % koncentraciji mlečne kisline. Kapljice ne prehodi nobena čebela (tabela 3).

Število pobrenčavanj brez umika je najvišje pri 30 % koncentraciji in predstavlja 29,41 % vseh pobrenčavanj v poskusu.

Sunkoviti umik ob stiku je najbolj zastopan pri 80 % koncentraciji mlečne kisline, najnižjo vrednost pa doseže pri 10 % koncentraciji mlečne kisline (tabela 3).

Visoke vrednosti zasukov $< 90^\circ$ so zastopane pri nižjih koncentracijah. Zasuki $> 90^\circ$ in $> 180^\circ$ imajo najvišjo vrednost pri 50 % koncentraciji mlečne kisline, slednji predstavljajo tretjino vseh zasukov $> 180^\circ$.



Slika 10: Število zasukov večjih od 90° in manjših od 90°

Prikazana je zastopanost zasukov manjših od 90° in večjih od 90° ($> 90^\circ = \Sigma \text{ zasuki } > 90^\circ + \text{ zasuki } > 180^\circ$). Wilcoxonov test ni potrdil značilno statistično razliko med skupinama zasukov $< 90^\circ$ in $> 90^\circ$ ($p=0.4443$, $z=-0.1400$).

Podatke zasukov iz poskusov z mravljinčno kislino smo testirali za ujemanje razlik med obračanjem čebel in koncentracijo mlečne kisline. Trditev smo zavrnili s χ^2 testom. Ugotovili smo, da koncentracija mlečne kisline ne vpliva na število zasukov ($< 90^\circ$, $> 90^\circ$, $> 180^\circ$).

Tabela 4: Rezultati testiranja s χ^2 testom

	χ^2 Test	Kritična χ^2 vrednost	p vrednost
ZASUK $<90^\circ$	4,36	14,07	0,74
ZASUK $>90^\circ$	9,89	14,07	0,19
ZASUK $>180^\circ$	13,27	14,07	0,07

Pri vseh zasukih smo potrdili ničelno hipotezo (H_0), ki pravi, da koncentracija mlečne kisline ne vpliva na frekvenco zasukov ($< 90^\circ$, $>90^\circ$, $>180^\circ$) (χ^2 test) (tabela 4).

4.1.3 Odziv čebel na etanol

Raziskovali smo odziv čebel na koncentracije etanola od 10 % - 80 % (tabela 5). Ugotovili smo, da se odziv čebel na etanol najpogosteje izrazi z dotikom kapljice.

Tabela 5: Odzivi čebel (N = 364) v neposredni bližini kapljice etanola

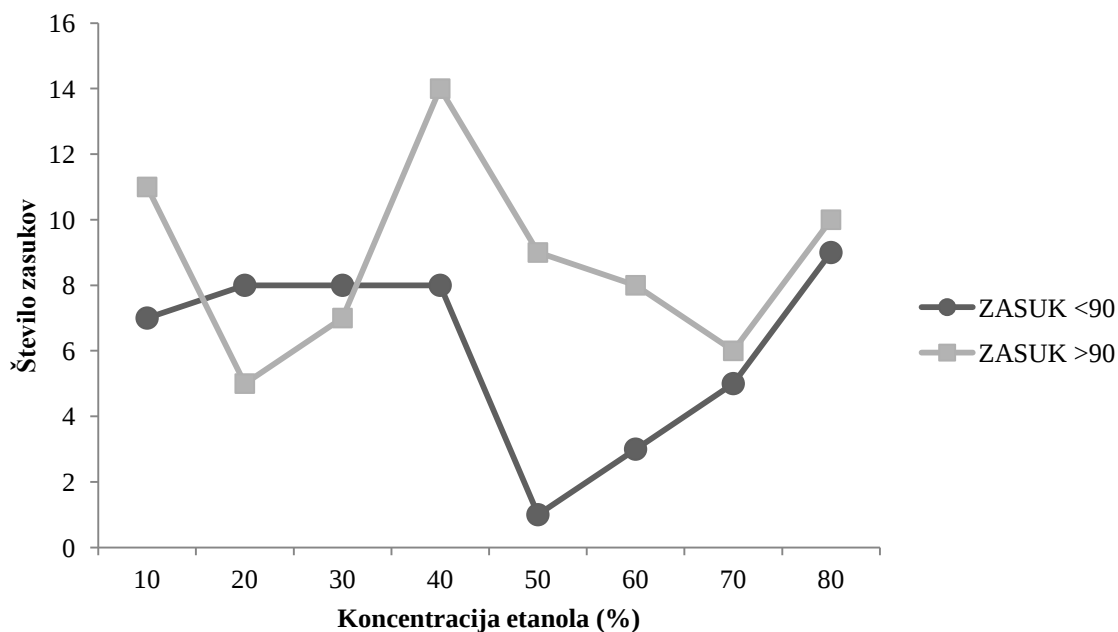
Etanol (%)	DOTIK KAPLJICE	GRE ČEZ KAPLJICO	POBRENČAVANJE BREZ UMIKA	ZASUK <90°	ZASUK >90°	ZASUK >180°	SUNKOVIT UMIK OB STIKU
10	25	/	3	7	8	3	6
20	20	/	4	8	3	2	5
30	18	/	9	8	5	2	6
40	24	/	7	8	9	5	11
50	14	/	3	1	4	5	8
60	13	/	7	3	6	2	4
70	18	/	6	5	3	3	6
80	12	/	8	9	8	2	8
skupaj	144	0	47	49	46	24	54

Število dotikov kapljice je pri tem poskusu najvišje pri 10 % koncentraciji etanola, nato počasi upade do 30 % koncentracije etanola. Pri 40 % koncentraciji etanola se število dotikov poveča in ponovno upade. Najnižjo vrednost dotikov zasledimo pri 80 % koncentraciji etanola (tabela 5).

Število pobrenčavanj brez umika narašča do 30 % koncentracije etanola. Pri 50 % koncentraciji število dotikov močno upade, nato postopoma narašča do 80 % koncentracije.

Število sunkovitih umikov je najvišje pri 40 % koncentraciji etanola. Od 10 % - 40 % koncentracije etanola število sunkovitih umikov narašča, nato število upade in se vzdržuje do končne koncentracije.

Število zasukov < 90° narašča s koncentracijo, pri 50 % močno upade na račun povečanega števila zasukov > 180°. Število zasukov > 90° ima tri vrhove, pri koncentracijah 10 %, 40 % in 80 %. Število zasukov > 180° je najvišje pri 40 % in 50 % koncentraciji etanola.



Slika 11: Število zasukov, večjih od 90° in manjših od 90°

Prikazana je zastopanost zasukov, manjših od 90° in večjih od 90° (Σ zasuki > 90° + zasuki > 180°). Pri višjih koncentracijah je večja zastopanost zasukov > 90°. (Wilcoxonov test $z = 1.6803$; $p = 0.0464$).

Podatke zasukov iz poskusov z etanolom smo testirali za ujemanje razlik med obračanjem čebel in koncentracijo etanola. Trditev smo zavrnili s χ^2 testom. Ugotovili smo, da koncentracija etanola ne vpliva na število zasukov (< 90°, > 90°, > 180°) (tabela 6).

Tabela 6: Rezultati testiranja s χ^2 Goodness of fit.

	χ^2 Test	Kritična χ^2 vrednost	p vrednost
ZASUK <90°	9,29	14,07	0,23
ZASUK >90°	6,87	14,07	0,44
ZASUK >180°	4	14,07	0,78

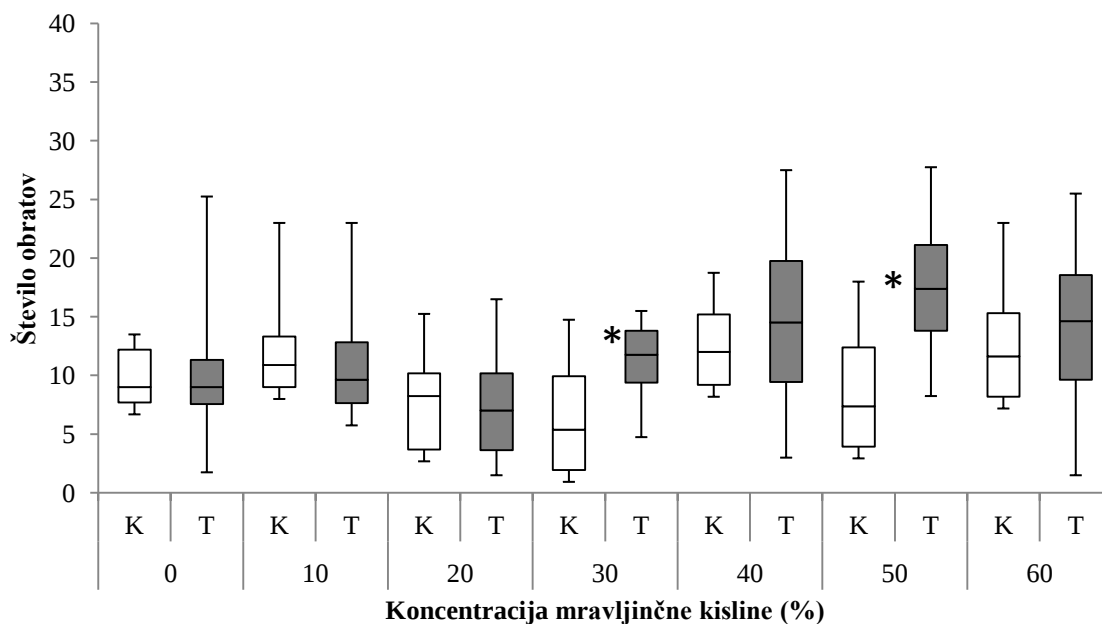
4.2 VEDENJSKI ODZIV ČEBEL V KLETKAH

Odziv čebel na raziskovane snovi smo ugotavljali od 10 % do 60 % koncentracije. S poskusi v kletkah smo ugotovili značilne razlike med kontrolno in testno skupino le za nekatere koncentracije testiranih snovi, največ v primeru mlečne in mravljinčne kisline. Poskus smo opravljali v zimskem času (prva ponovitev) ter v zgodnje spomladnem obdobju (druga ponovitev). Ugotovili smo, da se rezultati med obdobjima ponovitev razlikujejo.

4.2.1 Odziv čebel na mravljinčno kislino

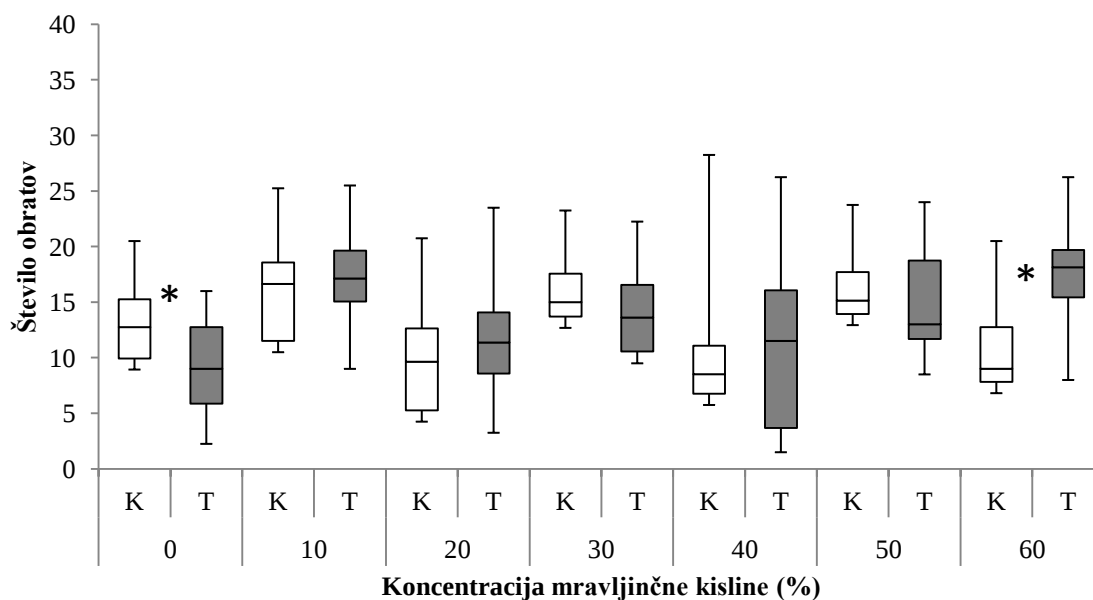
Število telesnih obratov testnih čebel se v prvi ponovitvi poskusa statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 30 % in 50 % koncentraciji mravljinčne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testni skupini čebel imata pri 10 % in 20 % koncentraciji mravljinčne kisline mediani telesnih obratov nižji od kontrolnih skupin. Najvišje število telesnih obratov doseže testna skupina pri 50 % mravljinčni kislini (slika 12). Število obratov poti testnih čebel se pri prvi ponovitvi poskusa statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 30 %, 40 % in 50 % koncentraciji mravljinčne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testni skupini čebel imata pri 10 % in 20 % koncentraciji mravljinčne kisline mediani obratov poti nižji od kontrolne skupine čebel. Najvišje število obratov poti je pri kontrolni skupini pri 60 % mravljinčni kislini (slika 14). V prvi ponovitvi poskusa z mravljinčno kislino je odziv testnih čebel pri 40 % koncentraciji podoben ostalim višjim koncentracijam (50 %, 60 %).

Število telesnih obratov testnih čebel se pri drugi ponovitvi poskusa statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 0 % in 60 % koncentraciji mravljinčne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testne skupine čebel imajo pri 0 %, 30 % in 50 % koncentraciji mravljinčne kisline mediane telesnih obratov nižje od kontrolnih skupin. Najvišje število telesnih obratov doseže testna skupina pri 40 % koncentraciji mravljinčne kisline (slika 13). Število obratov poti testnih čebel se pri drugi ponovitvi poskusa statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 0 % in 60 % koncentraciji mravljinčne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testne skupine čebel imajo pri 0 %, 30 % in 50 % koncentraciji mravljinčne kisline mediane obratov poti nižje od kontrolne skupine čebel. Najvišje število obratov poti doseže kontrolna skupina pri 40% koncentraciji mravljinčne kisline (slika 15).



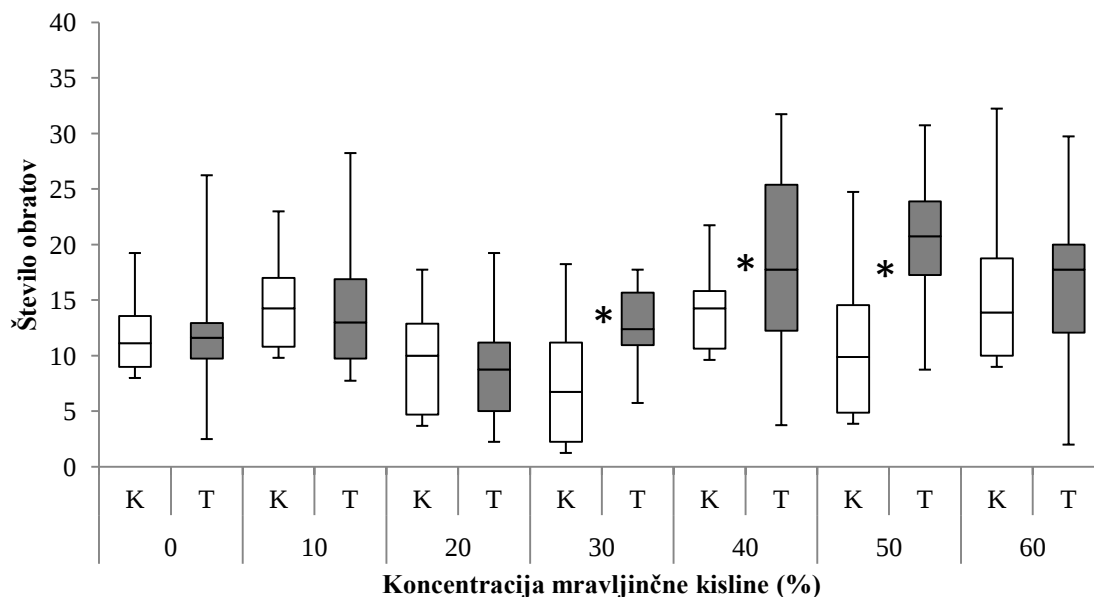
Slika 12: Število telesnih obratov čebel po dodani mravljinčni kislini pri prvi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



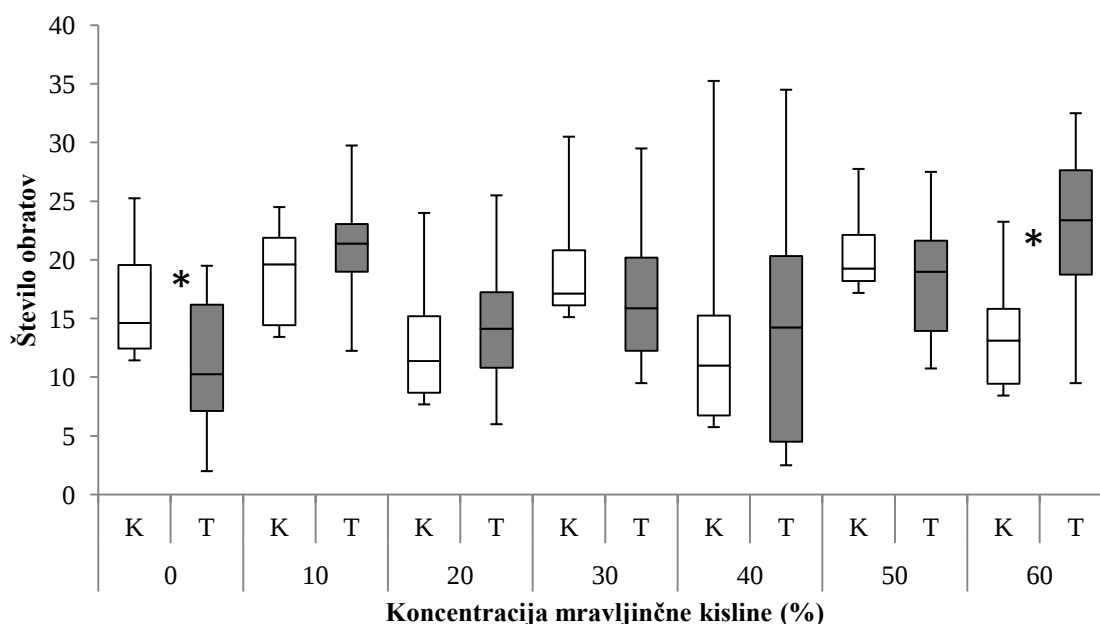
Slika 13: Število telesnih obratov čebel po dodani mravljinčni kislini pri drugi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



Slika 14: Število obratov poti čebel po dodani mravljinčni kislini pri prvi ponovitvi poskusa

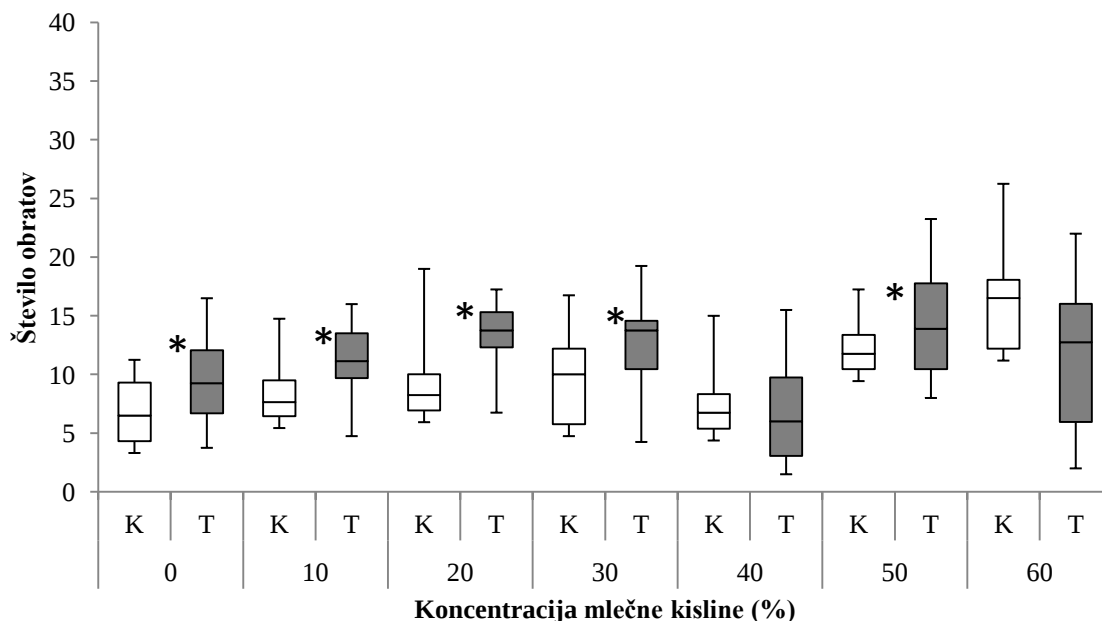
Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



Slika 15: Število obratov poti čebel po dodani mravljinčni kislini pri drugi ponovitvi poskusa

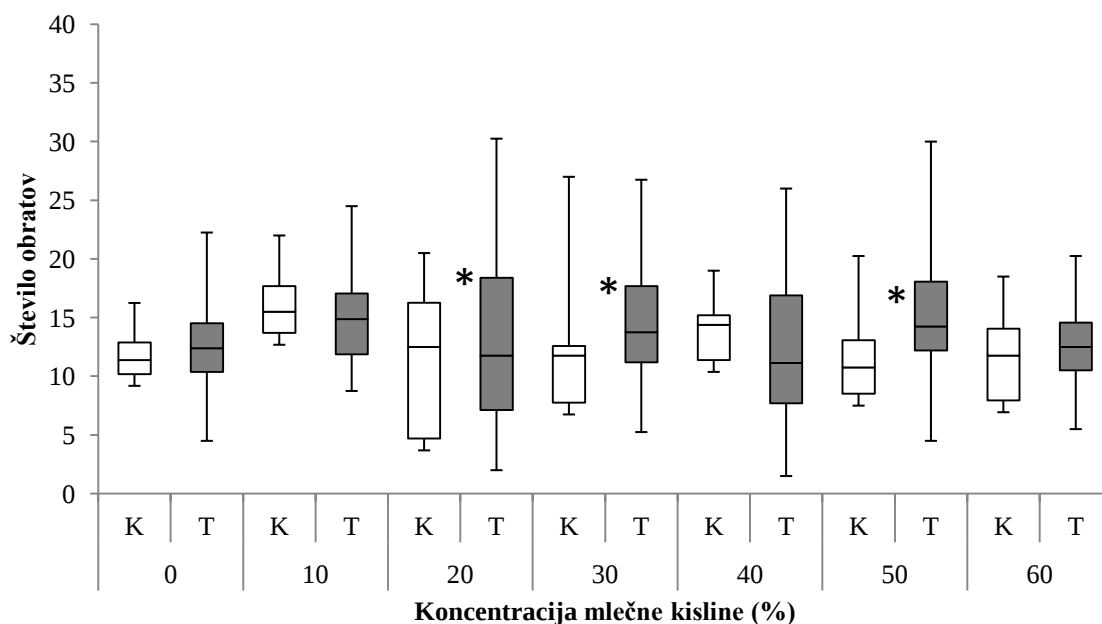
Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).

4.2.2 Odziv čebel na mlečno kislino



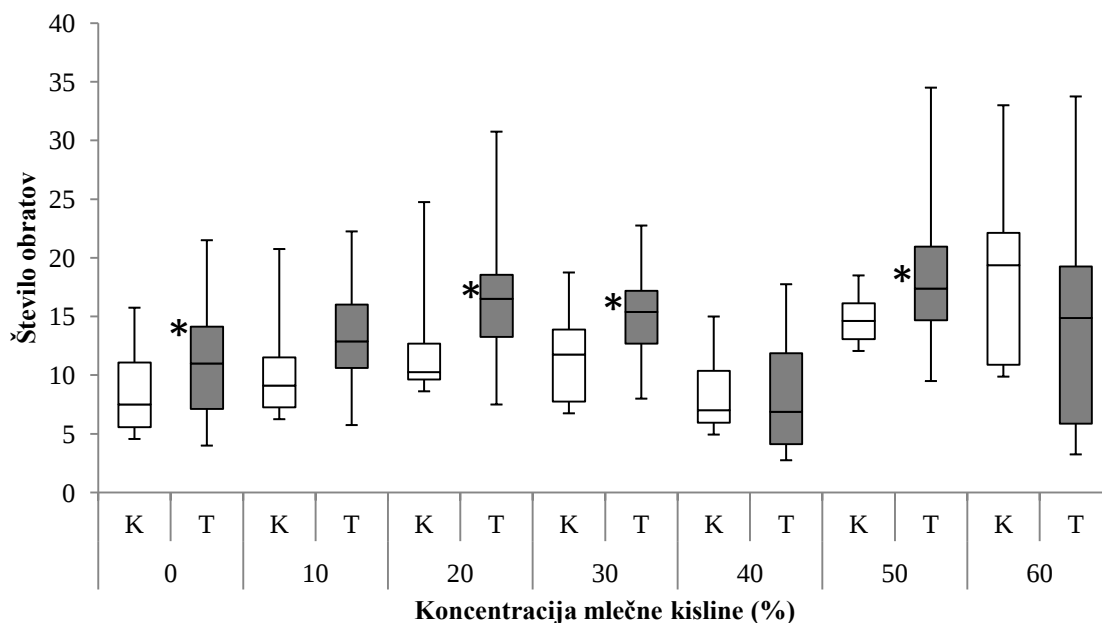
Slika 16: Število telesnih obratov čebel po dodani mlečni kislini pri prvi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



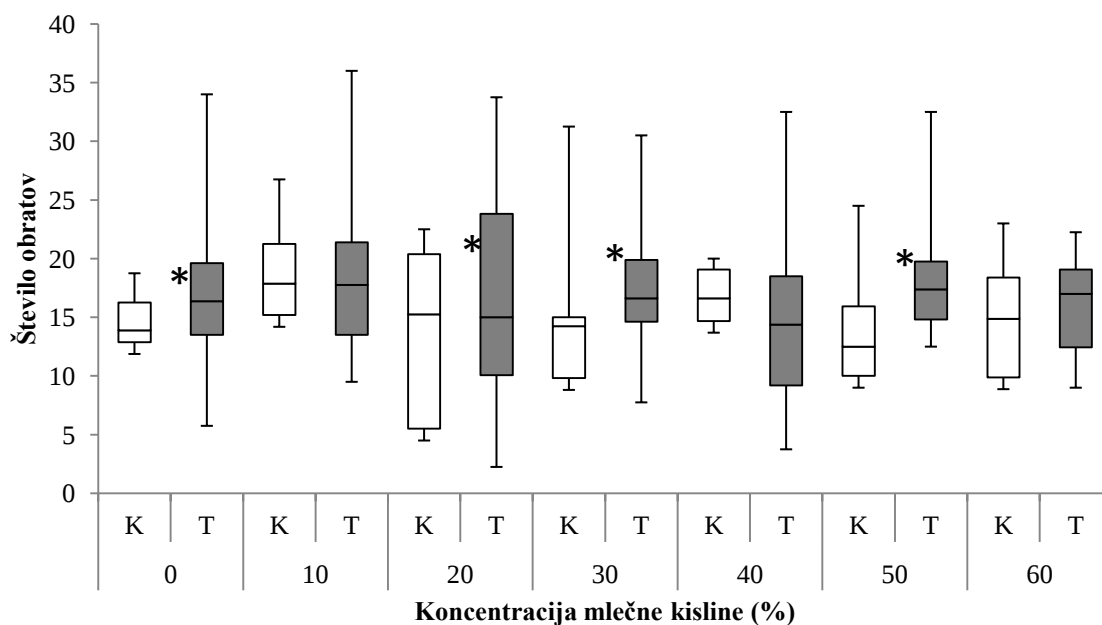
Slika 17: Število telesnih obratov čebel po dodani mlečni kislini pri drugi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



Slika 18: Število obratov poti čebel po dodani mlečni kislini pri prvi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



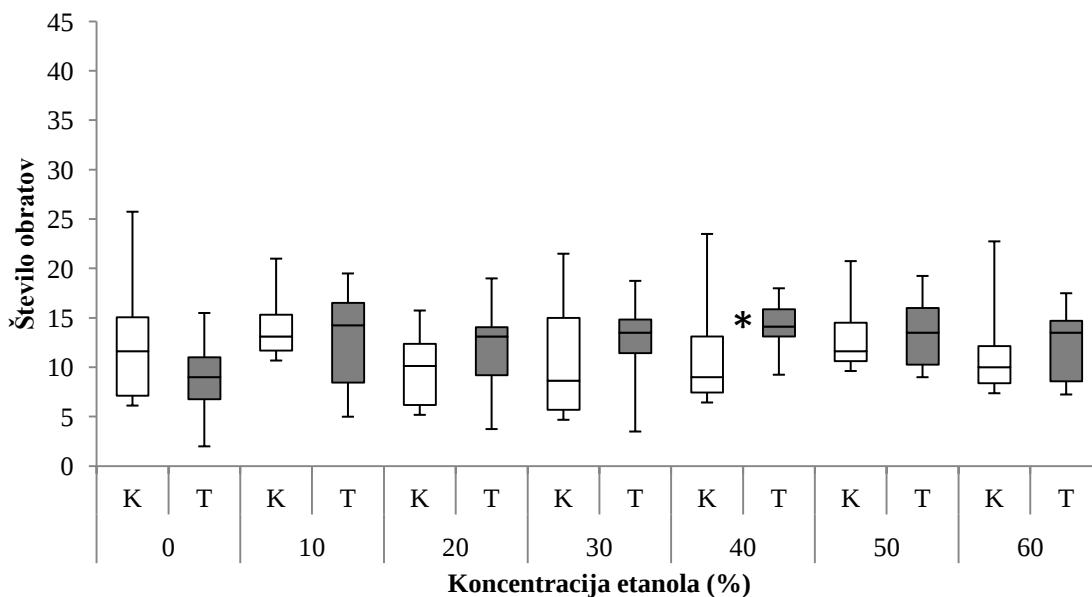
Slika 19: Število obratov poti čebel po dodani mlečni kislini pri drugi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).

Število telesnih obratov testnih čebel se pri prvi ponovitvi poskusa statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 0 %, 10 %, 20 %, 30 % in 50 % koncentraciji mlečne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testni skupini čebel imata pri 40 % in 60 % koncentraciji mlečne kisline mediani telesnih obratov nižji od kontrolnih skupin. Najvišje število telesnih obratov doseže kontrolna skupina pri 60 % koncentraciji mlečne kisline (slika 16). Število obratov poti testnih čebel se v poskusu statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 0 %, 20 %, 30 % in 50 % koncentraciji mlečne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testna skupina čebel ima pri 60 % koncentraciji mlečne kisline mediano obratov poti nižjo od kontrolne skupine čebel. Najvišje število obratov poti doseže testna skupina pri 50 % koncentraciji mlečne kisline (slika 18).

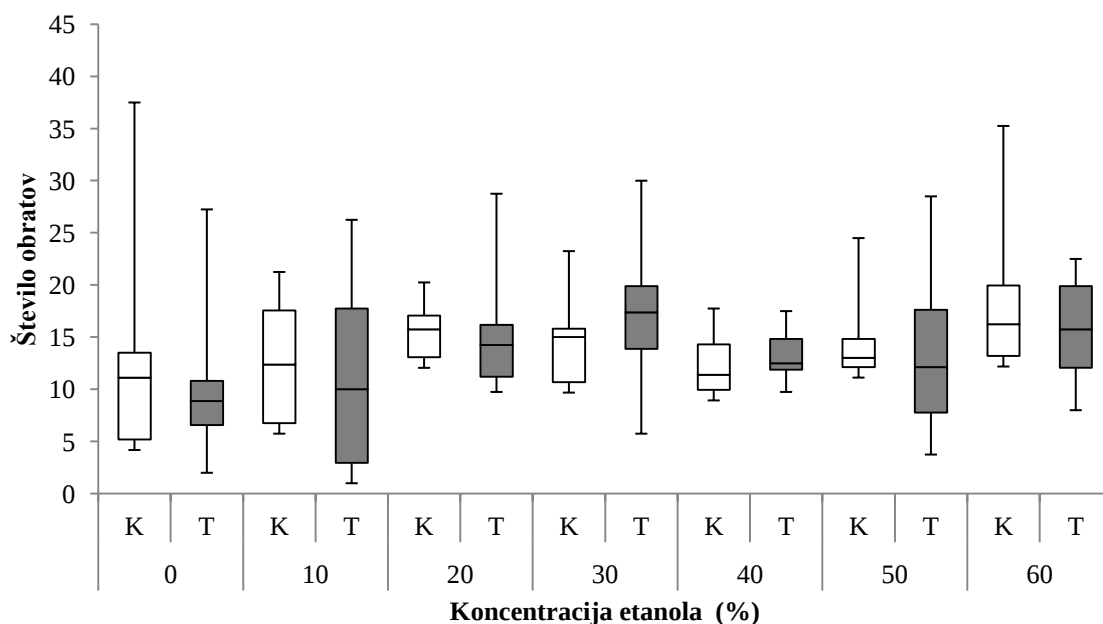
Število telesnih obratov testnih čebel se pri drugi ponovitvi poskusa statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 20%, 30% in 50% koncentraciji mlečne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testne skupine čebel imajo pri 10%, 20%, 40% koncentraciji mlečne kisline mediane telesnih obratov nižje od kontrolnih skupin. Najvišje število telesnih obratov doseže testna skupina pri 20 % koncentraciji mlečne kisline (slika 17). Število obratov poti testnih čebel se v poskusu statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 0 %, 20 %, 30 % in 50 % koncentraciji mlečne kisline (Wilcoxon paired difference test). Testni skupini čebel imata pri 20 % in 40 % koncentraciji mlečne kisline mediano obratov poti nižjo od kontrolne skupine čebel. Najvišje število obratov poti doseže testna skupina pri 10 % koncentraciji mlečne kisline (slika 19).

4.2.3 Odziv čebel na etanol



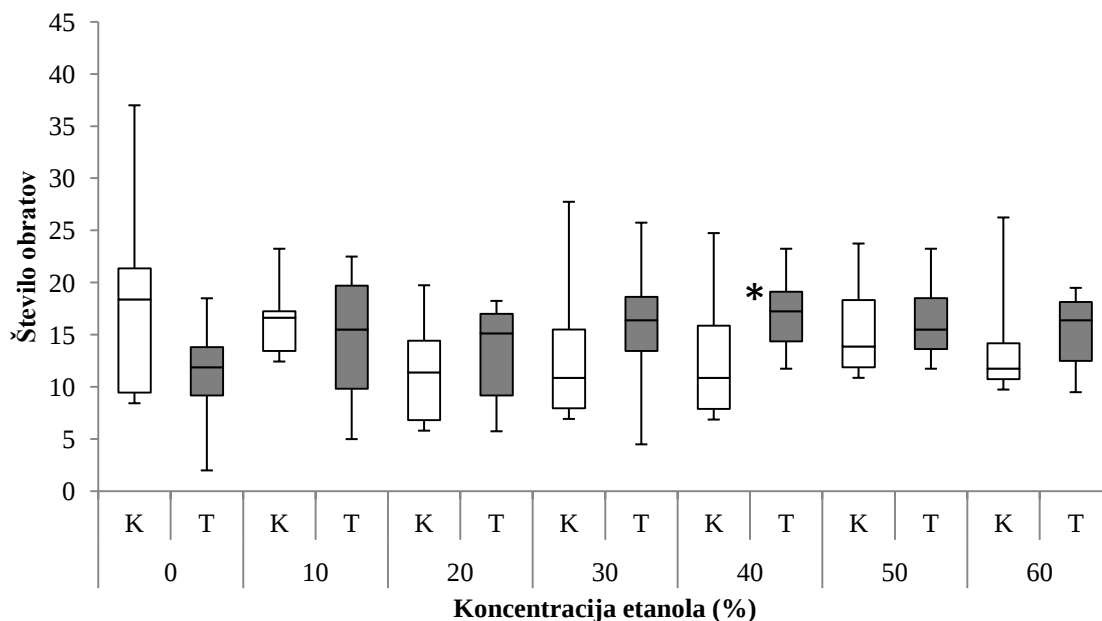
Slika 20: Število telesnih obratov čebel po dodanem etanolu pri prvi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



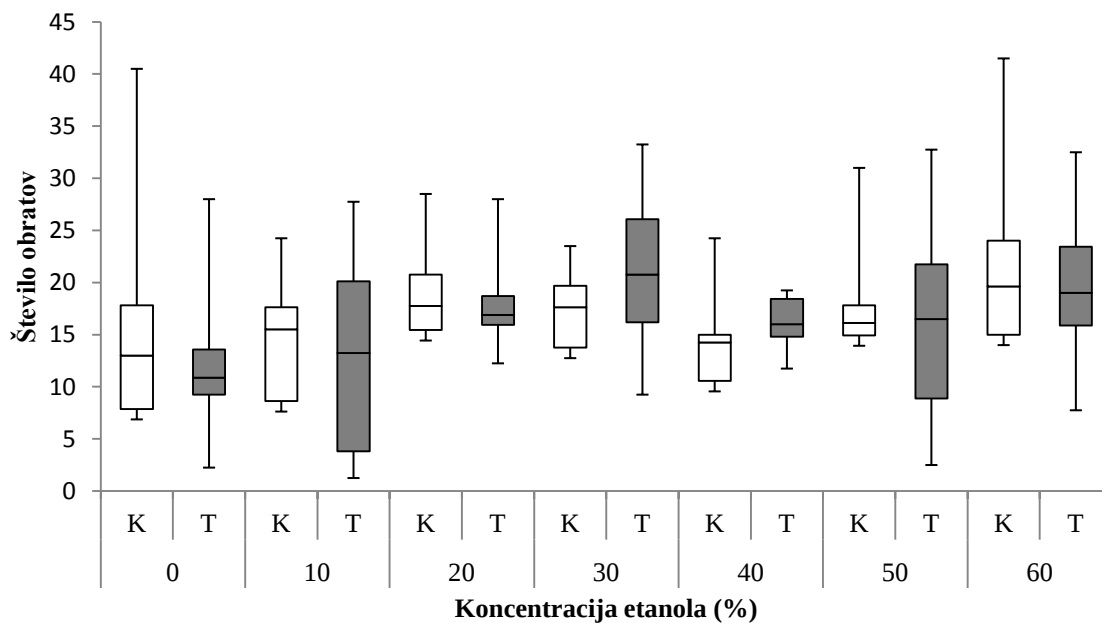
Slika 21: Število telesnih obratov čebel po dodanem etanolu pri drugi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



Slika 22: Število obratov poti čebel po dodanem etanolu pri prvi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).



Slika 23: Število obratov poti čebel po dodanem etanolu pri drugi ponovitvi poskusa

Z * so označene statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med kontrolo in testom (Wilcoxon, paired difference test). Prikaz minimuma, prvega kvartila, mediane, tretjega kvartila in maksimuma. Pri vsaki koncentraciji je sodelovalo 16 čebel, 8 kontrolnih in 8 testnih ($N = 8$, $t = 2$ min).

Število telesnih obratov testnih čebel se pri prvi ponovitvi poskusa statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 40 % koncentraciji etanola (Wilcoxon paired difference test). Testna skupina čebel ima pri 0 % koncentraciji etanola mediano telesnih obratov nižjo od kontrolne skupine. Najvišje število telesnih obratov doseže kontrolna skupina pri 0 % koncentraciji etanola (slika 20). Število obratov poti testnih čebel se v poskusu statistično razlikuje od kontrolne skupine čebel pri 40 % koncentraciji etanola (Wilcoxon paired difference test). Testni skupini čebel imata pri 0 % in 10 % koncentraciji etanola mediani obratov poti nižji od kontrolne skupine čebel. Najvišje število obratov poti doseže kontrolna skupina pri 0% koncentraciji etanola (slika 22).

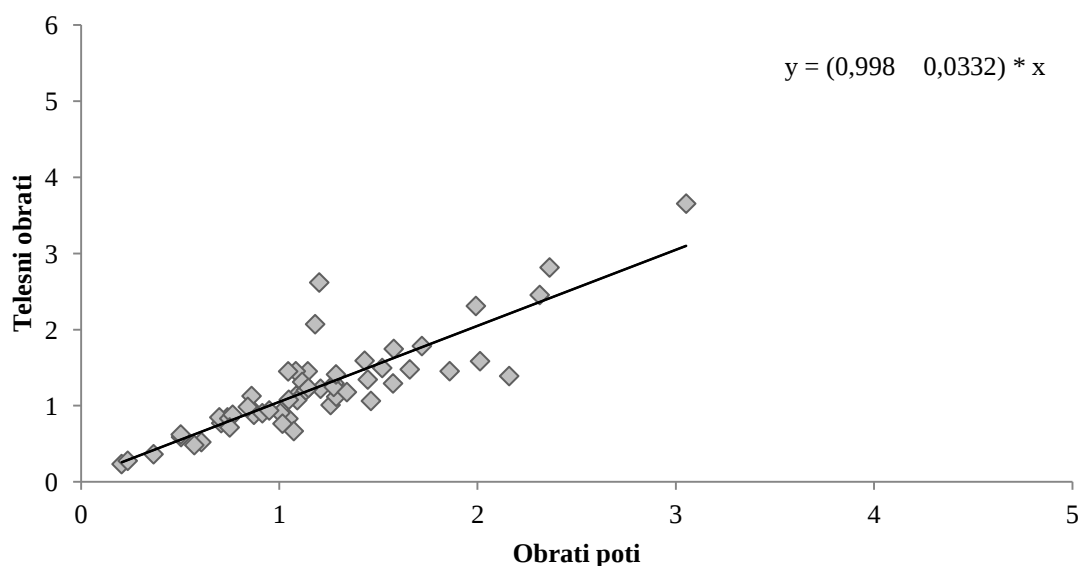
Število telesnih obratov testnih čebel se pri drugi ponovitvi poskusa statistično ne razlikuje od kontrolnih skupin (Wilcoxon paired difference test). Testne skupine čebel imajo pri 0 %, 10 %, 20 %, 50 % in 60 % koncentraciji etanola mediane telesnih obratov nižje od kontrolnih skupin. Najvišje število telesnih obratov doseže testna skupina pri 0 % koncentraciji etanola (slika 21). Število obratov poti testnih čebel se v poskusu statistično ne razlikuje od kontrolnih skupin (Wilcoxon paired difference test). Testne skupine čebel imajo pri 0 %, 10 %, 20 % in 60 % koncentraciji etanola mediane obratov poti nižje od kontrolnih skupin čebel. Najvišje število obratov poti doseže kontrolna skupina pri 60 % koncentraciji etanola (slika 23).

4.2.4 Aktivnost čebel

V času pred poskusom smo čebele položili na ledeno ploščo in s tem znižali njihovo aktivnost. Tako smo čebele brez težav postavili v kletke, kjer smo čakali, da si opomorejo. Nato smo pričeli s poskusom.

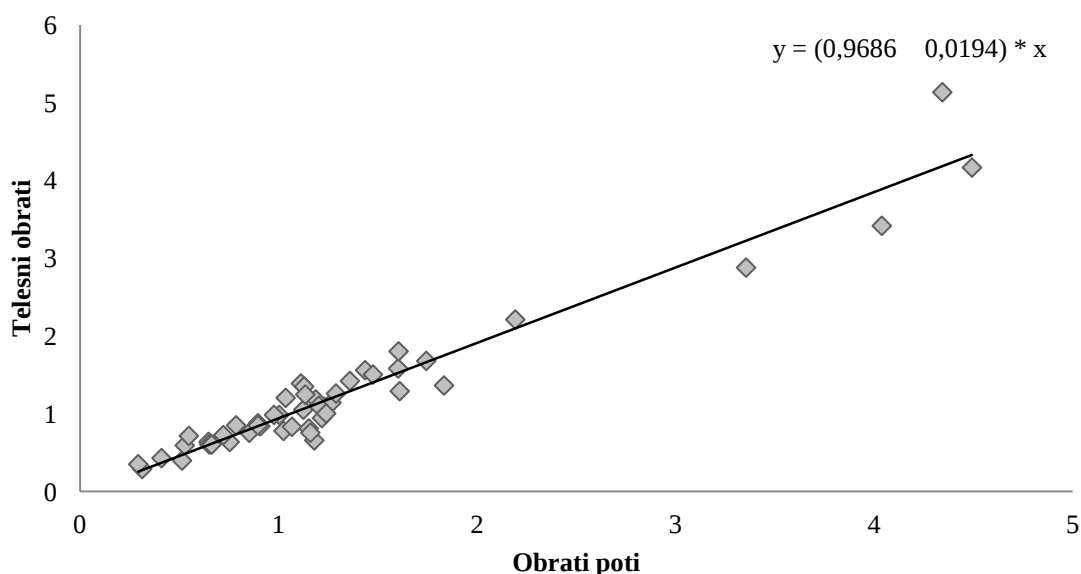
Na začetku poskusa čebela zbegano hodi ob robu pokrova petrijevke in poskuša najti izhod. Aktivnost čebele je v tem obdobju zelo povečana, ker je čebela motivirana za pobeg. V drugem delu poskusa, ko dodamo spojino, aktivnost nekoliko upade, kar je običajno.

4.2.4.1 Indeks aktivnosti, merjen pri poskusu z mravljinčno kislino



Slika 24: Korelacija med indeksi aktivnosti telesnih obratov in obratov poti pri prvi ponovitvi poskusa (N = 56)

Ugotovili smo, da je vidna korelacija med telesnimi obrati in obrati poti pri testnih čebelah od 0 % koncentracije mravljinčne kisline do 60 % (slika 24).



Slika 25: Korelacija med indeksi aktivnosti telesnih obratov in obratov poti pri drugi ponovitvi poskusa (N = 48)

Ugotovili smo, da je vidna korelacija med telesnimi obrati in obrati poti pri testnih čebelah od 0 % do 50 % koncentracije mravljinčne kisline.

Tabela 7: Odstotek indeksov aktivnosti večjih od 1 pri poskusu z mravljinčno kislino

	Mravljinčna kislina	
	Telesni obrati	Obrati poti
1. ponovitev (N = 56)	61 %	66 %
2. ponovitev (N = 56)	50 %	64 %

Pri poskusu z mravljinčno kislino je odstotek testnih čebel, ki so imele indeks aktivnosti večji od 1, višji v zimskem obdobju (v času prve ponovitve).

Metoda poskusa vpliva na čebeljo aktivnost glede na sezono. Tako se v zimskem obdobju (prva ponovitev) testne čebele odzivajo na mravljinčno kislino z večjim številom obratov (telesni obrati in obrati poti) kot v zgodnje spomladnem obdobju (druga ponovitev).

4.2.4.2 Indeks aktivnosti, merjen pri poskusu z mlečno kislino in etanolom

Ugotovili smo, da imajo testne čebele, ki so se odzivale na mlečno kislino in etanol, v zimskem obdobju (v času prve ponovitve), višjo aktivnost v primerjavi s testnimi čebelami iz druge ponovitve (zgodnje pomladni čas) poskusa.

Korelacija med obrati poti in telesnimi obrati testnih čebel ni tako očitna pri poskusih z mlečno kislino in etanolom.

Tabela 8: Odstotek indeksov aktivnosti večjih od 1 pri poskusu z mlečno kislino in etanolom

	Mlečna kislina		Etanol	
	Telesni obrati	Obrati poti	Telesni obrati	Obrati poti
1. ponovitev (N = 56)	55 %	55 %	63 %	63 %
2. ponovitev (N = 56)	43 %	45 %	50 %	45 %

V prvi ponovitvi poskusa z mlečno kislino in etanolom je odstotek čebel z indeksi aktivnosti telesnih obratov in obratov poti večjih od 1 višji kot pri drugi ponovitvi poskusa (tabela 8). V poskusu z mlečno kislino je odstotek testnih čebel z indeksom aktivnosti večjim od 1 najnižji (tabela 8).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Vsaka kemična snov sprošča različne odzive med čebelami. Večina informacij v družini se prenaša s kontaktnim prenosom kemičnih snovi (Winston, 1987). Na takšen način se lahko čebele med seboj prepoznavajo, prenašajo sporočila v družini za organizacijo samega čebeljega gnezda, o spodbujanju rojenja, prepoznavanje matice v gnezdu, o dobri paši, o nevarnosti znotraj in zunaj gnezda... (Winston, 1987). Tudi med pašnim poletom se čebele soočijo z velikim naborom naravno prisotnih kemičnih snovi. Cvetovi oddajajo nektar in arome, z namenom da privabijo čebele, mravlje izločajo mravljinčno kislino v bližino sovražnika ter se tako zaščitijo pred njihovimi napadi, čebele pa se na mravljinčno kislino odzovejo z obrambnim vedenjem. Velikokrat so izpostavljene etanolu v prezrelem sadju, ki sporoča o pokvarjeni hrani.

Raziskali smo vpliv treh spojin z različnimi vlogami v naravi v dveh različnih poskusnih pogojih (opazovalni panj in poskusne kletke). Glede na vlogo spojin v naravi smo pričakovali, da mravljinčna kislina sproži nagonsko vedenja, kot je obrambno proti napadu mravelj, mlečna kislina sproži vedenje, povezano s predelavo cvetnega prahu, etanol pa je signal fermentiranja sladkorjev.

Poskus opravljen v opazovalnem panju je pokazal naraščajoč odziv z višanjem koncentracije mravljinčne kisline (slika 6 in 7), česar pa nismo opazili v poskusih z mlečno kislino in etanolom v celotnem koncentracijskem območju. V poskusih v kletkah pa nismo mogli opredeliti odvisnosti aktivnosti čebel koncentracije poskusnih snovi.

V poskusnih kletkah imajo čebele na voljo izredno malo prostora. Čebele skušajo pobegniti iz kletke, pri tem vedenju pa jih lahko eventualno zmoti dodana poskusna snov v rezervoarju pod mrežo v kletki. V poskusu s poskusnimi kletkami smo pričakovali večje število rezultatov, ki bi bili statistično značilni. Velika variabilnost odgovora čebel v poskusnih kletkah je deloma pogojena z vzorčenjem čebel in različnim fiziološkim stanjem teh čebel pred vključitvijo v poskus. Visoka variabilnost odziva je posledica sestave skupine čebel (kontrolna in testna skupina). Čebele so bile pobrane iz istega panja, vendar je znano, da se genetsko in še predvsem fenotipsko med sabo razlikujejo, saj je bila matica

oplojena z različnimi troti (polsestre in supersestre). Genotipske razlike v odnosu na vedenjski razvoj čebel so bile že raziskane (Calderone in Page, 1988; Robinson *et al.*, 1989), te namreč v razvoju določijo, katere čebele bodo imele nižji prag za dražljaj, npr.: dražljaj, ki sproži prezgodnje polete na pašo (Page *et al.*, 1992). Čebele, ki so se razvile hitreje so imele nižji prag za dražljaj v primerjavi s čebelami podobne starosti, ki so se razvile počasneje (Page *et al.*, 1992). Višja aktivnost kontrolne skupine čebel v primerjavi s testno skupino v enem testu (slika 15) pa je lahko posledica naključne variabilnosti.

Z indeksom aktivnosti smo želeli prikazati odstotek testnih čebel, ki imajo indeks aktivnosti večji od 1, kar nakazuje, da se čebele odzivajo na dodano spojino. Odstotek testnih čebel s takim indeksom se je med obdobji razlikoval (tabela 7 in 8). Razlike se verjetno nahajajo v fizioloških spremembah čebel v zimskem času in so verjetno povezane s koncentracijo juvenilnega hormona pri čebelah kot tudi s starostjo čebel. Juvenilni hormon pri žuželkah, tako kot mnogi hormoni pri vretenčarjih, vpliva na rast čebel ter njihovo fiziološko in vedenjsko zrelost (Roff, 1986; Moore, 1991; Silver, 1993; Nijhout, 1994; Clark in Galef, 1995; Bjornsson, 1997, cit. po Sullivan *et al.*, 1999) ter na razporeditev dela v družini.

V naši raziskavi je odstotek testnih čebel z indeksom aktivnosti večjim od 1 višji v zimskem obdobju (tabela 7 in 8), medtem ko je odziv čebel višji v zgodnje spomladanskem obdobju (slike 12 - 23). Indeks aktivnosti je preračunan glede na kontrolno skupino v poskusu za posamezno koncentracijo (2 testni čebeli in 2 kontrolni čebeli).

Povečan odstotek testnih zimskih čebel z indeksom večjim od 1 na raziskovane snovi lahko razložimo s tem, da pozimi čebele preživijo tudi do 140 dni (Winston, 1987). Starejše čebele nabiralke imajo bolj razvita čutila (Alastair, 2010), odgovor na alarmne feromone se poveča s staranjem čebel (Collins, 1980, cit. po Robinson, 1987) vzporedno z razvojem obrambnega vedenja (Breed, 1983, cit. po Robinson, 1987). V kontrolni skupini čebel v poskusu pa so zimske čebele, ki so običajno manj aktivne. Raziskave vedenja zimskih čebel so manj obširne in so ponavadi povezane z dolgoživostjo čebel ne pa z agresivnim vedenjem in ostalimi aktivnostmi (Fluri *et al.*, 1977, cit. po Pearce *et al.*, 2001).

Zgodaj spomladi čebeljo družino predstavljajo predvsem starejše (zimske) čebele, ki so preživele zimo (Giray in Robinson, 1994). Raznolikost v opravljanju nalog med čebelami iste starosti je pogost pojav tudi med starejšimi čebelami, pri katerih se delavke specializirajo za nabiranje nektarja, cvetnega prahu in vode (Winston, 1987) ali pa za obrambo družine (Breed *et al.*, 1990). V taki demografski razporeditvi se mlade čebele z določenim genotipom lahko hitreje razvijejo v čebelo nabiralko v samo 7 dneh (Robinson *et al.*, 1987). Dejavnik, ki to omogoča pa je juvenilni hormon. Ugotovili so, da koncentracija juvenilnega hormona narašča s staranjem čebel in s pojavom paše (Giray in Robinson, 1994). Pri pospešenem razvoju čebel nabiralk je koncentracija juvenilnega hormona enaka kot pri razvitih čebelah nabiralkah v 21 dneh (Robinson *et al.*, 1989). Višje koncentracije so izmerili predvsem v pozni pomladi in poletju, ko so čebele najbolj aktivne (Fahrbach, 1997; Robinson in Vargo, 1997, cit. po Sullivan *et al.*, 1999), upad juvenilnega hormona pa v jeseni, ko so poleti na pašo redkejši in so čebele manj aktivne (Huang in Robinson, 1995).

V pozni zimi in zgodnji pomladi imajo aktivne nabiralke nižjo koncentracijo juvenilnega hormona kot aktivne nabiralke v pozni pomladi (Giray in Robinson, 1994). Verjetno lahko intenzivnejši odgovor čebel v drugi ponovitvi poskusa (sredina aprila) pripišemo mlajšim aktivnim čebelam nabiralkam v našem poskusu.

5.1.1 Vedenjski odziv čebel na mravljinčno kislino

Z dodajanjem mravljinčne kisline v neposredno bližino čebel izzovemo obrambno vedenje čebel, podobno tistemu, ki ga izzovejo mravlje ob srečanju s čebelami (Spangler in Taber, 1970). Mravlje velikokrat izražajo agresivno vedenje z napadalno držo, dvignjenim zadkom in široko odprtimi čeljustmi (Bricman, 2008), pri tem pa izločajo mravljinčno kislino.

Obrambna vedenja čebel se jasno izražajo v opazovalnem panju, v poskusnih kletkah pa smo lahko opazovali le motorično aktivnost. Razlika med poskusnimi pogoji je v velikosti in odprtosti prostora, kjer poskus poteka, poleg tega pa je čebela na satju v družini in ne išče izhoda. Njena reakcija je prej obrambna kot pa izražanje bega, ki se sicer odrazi pri visokih koncentracijah dražeče snovi. Nekatero čebele se lahko spopadajo s sovražnikom na določen način, ki vodi v specializiranost obrambne vloge. Enaki fiziološki

in kronološki faktorji, ki pri čebelah prvotno omogočajo obrambno vedenje, regulirajo tudi ostale aktivnosti v panju. Ne glede na lokacijo v panju in fiziološki razvoj, imajo posamezne čebele različne možnosti s spopadanjem in ravnanjem različnih groženj družini (Breed *et al.*, 2004). V opazovalnem panju se zaradi možnosti izogiba mravljinčni kislini čebele le izjemoma odločijo iti čez kapljico kisline. V primeru poskusov Bricmanove (2008) v petrijevki pa so bile čebele pri begu prisiljene prehoditi kapljico medtem ko so begale po prostoru. V petrijevki čebela izraža obrambna dejanja, ki ji trenutno pripomorejo pri pobegu od mravlje (Bricman, 2008).

Pri 40 % koncentraciji mravljinčne kisline se v opazovalnem panju izjemno poveča število zasukov $> 180^\circ$. Ugotovili smo, da koncentracija mravljinčne kisline vpliva na število zasukov $< 90^\circ$, $> 90^\circ$, $> 180^\circ$, in sicer tako, da z višanjem koncentracije mravljinčne kisline narašča število zasukov $> 180^\circ$ in upada število zasukov $< 90^\circ$ (slika 7). Bricmanova (2008) navaja, da čebele stražarke najpogosteje poskušajo odgnati mravlje s pobrenčavanjem s krili in zasukom zadka proti mravlji, kar bi lahko razložilo povečano število zasukov $> 180^\circ$ kot del nagonskega odziva na stik z mravljo.

V obeh poskusnih pogojih se čebele na 10 % koncentracijo mravljinčne kisline bolj odzivajo kot na 20 % koncentracijo (slika 12, 13, 14, 15). Bricmanova (2008) je ugotovila, da so odgovori na omenjeni koncentraciji mravljinčne kisline podobni odgovorom na dotik čebele z zadkom mravlje, kjer se mravljinčna kislina izloča. Čebele so v obeh poskusih Bricmanove odgovorile s povečanim številom sunkovitih umikov iz česar avtorica sklepa, da se v zadku mravlje nahaja 10 % do 20 % mravljinčna kislina. Dodaja še, da je mravljinčna kislina, izločena iz zadka mravlje, ključni dražljaj pri izražanju obrambnega vedenja čebel, vendar je težko opredeliti koncentracijo v testni raztopini kot zadostno za sproženje obrambnega vedenjskega odziva. V primeru neposrednega stika in v zaprtem omejenem prostoru v njenih poskusih, je ta koncentracija med 10 % in 20 %. Sunkoviti umik je najbolj intenziven obrambni odziv čebel na mravljinčno kislino (Bricman, 2008). Naša opazovanja v panju to tudi potrjujejo.

V naši raziskavi se je v opazovalnem panju povečal odgovor čebel s sunkovitim umikom pri 40 % koncentraciji mravljinčne kisline (slika 6). Primerljivi so bili tudi rezultati v poskusnih kletkah, kjer je 40 % mravljinčna kislina izzvala večji odgovor čebel v

primerjavi z odgovori pri nižjih koncentracijah (slika 12 in 14). Poleg tega je bil odgovor čebel na 40 % koncentracijo mravljinčne kisline podoben ostalim višjim koncentracijam (50 % in 60 %). Morda je to testna raztopina, ki lahko izzove obrambno vedenje, kajti znano je, da mravlje lahko izločijo mravljinčno kislino s koncentracijo od 50 % do 70 % (Chang, 1982). Pomembno je omeniti, da se obrambna vedenja čebel razlikujejo, tako kot se razlikujejo grožnje s katerimi se srečujejo (Breed *et al.*, 2004). Mnoge živalske vrste sintetizirajo mravljinčno kislino (Weatherston in Percy, 1978) v svojem telesu v koncentracijah, ki so lahko izredno visoke (McCullogh, 1967; Scott in Hepburn, 1975, cit. po Rossini *et al.*, 1997) kot so denimo krešiči, *Galerita lecontei*, čigar strup vsebuje kot osnovno sestavino 80% mravljinčno kislino (Rossini *et al.*, 1997).

Intenziteta obrambnih reakcij čebel (straža, zasledovanje/preganjanje ter nenazadnje pik) je odvisna od mnogih faktorjev (Breed *et al.*, 2004). Nanjo vplivajo geni in mnogi okoljski dejavniki, pa tudi interakcije med posamezniki in okoljsko-genetskimi dejavniki. Breed (2004) je mnenja, da bi bilo potrebno obrambno vedenje čebel raziskati v različnih okoljskih pogojih z različnimi genotipi čebel.

5.1.2 Vedenjski odziv čebel na mlečno kislino

Število vedenjskih odgovorov na mlečno kislino v opazovalnem panju in poskusnih kletkah so nekoliko nižji v primerjavi s številom odgovorov na mravljinčno kislino, kajti mlečna kislina je prisotna v panju in je dražljaj povezan s stanjem o zalogah hrane. Morda je to razlog za najvišje frekvence dotikanja (tabela 3) testne raztopine v poskusu v opazovalnem panju v primerjavi z ostalima dvema snovema.

Opazili smo postopno višanje frekvence vseh zasukov proti koncentraciji 50 % mlečne kisline, nato pa upad pri višjih koncentracijah. Verjetno je to posledica preklopa z zaznavanja mlečne kisline kot prehranskega dražljaja k zaznavanju dražeče kemične snovi. Mnoge snovi, ki so privlačne, so v višjih koncentracijah lahko odbijajoče (Mehr *et al.*, 1990). Mlečna kislina je privlačna npr.: za komarje, *Aedes aegypti*, v koncentracijah, ki so običajno prisotne na koži in izdihanem zraku sesalcev, vendar je odbijajoča v višjih koncentracijah (3,6 mg/cm³) (Smith *et al.*, 1970, cit. po Mehr *et al.*, 1990).

Odzivi čebel so povezani tudi z variabilnostjo vzorca čebel v našem poskusu. Genotipske in fenotipske razlike vplivajo na razvoj možgan (Breed *et al.*, 2004). Raziskali so, da se tudi pri komarjih privlačnost na mlečno kislino razlikuje s starostjo (Carnevale *et al.*, 1978, cit. po Dekker *et al.*, 2002), spolom (Gilbert *et al.*, 1966, cit. po Dekker *et al.*, 2002) in nenazadnje vrsto komarjev (Curtis *et al.*, 1987, cit. po Dekker *et al.*, 2002).

Mlečna kislina kot posamezen dražljaj pri poskusih s stenici in komarji ni izzvala želenega prehranjevalnega ali napadalnega odgovora (Barozzo in Lazzari, 2004a; Geier *et al.*, 1996; Braks *et al.*, 2001), zato nas ne preseneča relativno nizek odgovor čebel v poskusu z mlečno kislino. V kolikor bi dodali dražljaju mlečne kisline drugo spojino, tako kot so zgoraj omenjeni raziskovalci storili z dodajanjem CO₂ ali oktenola in s tem dobili povečan odgovor stenic in komarjev, bi morda tudi pri čebelah naraslo obrambno vedenje kot odgovor na predatorja.

Glede na nizke vrednosti obratov izmerjene v kletkah, menimo, da motorična aktivnost ni pravo merilo za vedenjski odziv čebel na mlečno kislino (slika 16, 17, 18, 19).

5.1.3 Vedenjski odziv čebel na etanol

Etanol ima od vseh izbranih spojin najnižji odgovor v obeh poskusnih pogojih. Čebele, kot modeli odvisnosti do alkohola, običajno popijejo kapljico etanola (najraje v sladkorni raztopini) (Abramson *et al.*, 1997; Abramson *et al.*, 2000). V naših poskusih pa so bile čebele izpostavljene le hlapom etanola (poskusne kletke), v opazovalnem panju pa bi lahko eventualno tudi zaužile kapljice poskusne raztopine, česar pa nismo opazili.

Nižja koncentracija etanola zmanjšuje stres, ki ga povzročijo laboratorijski pogoji in tako poveča aktivnost čebel, medtem ko je 20 % koncentracija previsoka in zmanjša aktivnost čebel (Kandolf, 2003).

V opazovalnem panju se čebele na etanol odzivajo predvsem z dotikom kapljice, ki z višanjem koncentracije etanola upada (tabela 6). Opazovanja v panju so pokazala največjo frekvenco zasukov > 90° pri 40 % etanolu (slika 11). Višji odzivi z zasukom > 90° pri višjih koncentracijah etanola so verjetno pripomogli k opaženi značilni razliki z zasuki < 90° (slika 11), kar je primerljivo z rezultati, opaženimi v kletkah. Vedenjski odziv čebel

na etanol v poskusnih kletkah je pokazal značilno višjo aktivnost le pri 40% koncentraciji etanola v prvi ponovitvi poskusa (slika 20, 22) . Pri ostalih višjih koncentracijah je bila aktivnost višja kot pri kontrolni skupini, vendar ni bila statistično značilna.

Visoke koncentracije etanola se v naravi ne pojavljajo in so zato opažena vedenja v naših poskusih odraz odgovora na dražečo snov. Čebele bi se lahko tudi v poskusu na etanol odzvale z obrambnim vedenjem, vsaj pri višjih koncentracijah, vendar tudi tega nismo opazili. Ugotovili so, da so geni, ki določajo obrambno vedenje pri čebelah homologni genom, ki vplivajo na etanolno občutljivost pri ostalih organizmih (Ammons in Hunt, 2008). Preiskovala sta povezavo med agresijo/obrambo ter etanolno občutljivostjo pri dveh skupinah čebel delavk: nenapadalne čebele so bile tiste iz družine z nižjo agresivnostjo, napadalne čebele pa tiste z višjo agresivnostjo v družini. Ugotovila sta, da so napadalne delavke na hlape etanola hitreje pokazale znake etanolne umirjenosti v primerjavi z nenapadalnimi čebelami. Ko so čebele križali, pa so delavke pokazale etanolno občutljivost posredno s starševskimi napadalnimi in nenapadalnimi geni, zato sta domnevala o genetski osnovi za take lastnosti. Genotipe so uvrstili v tri različne fenotipe, ter jih testirali na etanolno občutljivost, kjer nista ugotovila nobene značilne povezave, kar nakazuje, da obrambni geni čebel nimajo pleiotropčnega učinka na etanolno občutljivost. Menita, da obstaja možnost, da je nenapadalni alel dominanten ali pa da ni popolnoma raziskan fenotip čebel, ki bi vplival na etanolno občutljivost.

Etanol vsekakor vpliva na aktivnost čebel. Bedenčičeva (2004) navaja, da etanol v višjih koncentracijah (5 % in 10 %) resno prizadane plesno aktivnost, pri nižji koncentraciji (1%) pa so učinki na ples manj opazni. Etanol tudi zmanjša sposobnost učenja in motorično aktivnost čebel (Abramson *et al.*, 2000). Čebelarji z dodajanjem 10 % etanolne sladke raztopine povečajo agresivno vedenje čebel v panju (Glišovič, 2003).

Naše rezultate težko primerjamo z omenjenimi raziskavami, saj čebele niso zaužile etanola. Lahko pa so višje koncentracije izzvale večji odgovor kot del obrambnega ali agresivnega odgovora na dražečo snov.

5.1.4 Uporabnost metode za nadaljnje raziskave

Živali, ki smo jih v poskusu uporabili, bi lahko posebej odbrali. Pokrito zalego bi inkubirali in s tem zmanjšali razlike med posameznimi poskusnimi čebelami zaradi kontrole starosti poskusnih čebel. Na ta način bi se morda odgovori čebel manj razlikovali že na račun razlik v osebkih.

V poskusih, opravljenih v opazovalnem panju, smo ugotovili, da bi bilo boljše opraviti testiranja koncentracij izbranih snovi s premori; npr. 1 koncentracija/dan. Čebele bi tako imele dovolj časa, da »pospravijo« snov, ki smo jo vbrizgali v panj. Poleg tega bi lahko omejili ali nadzorovali število poskusnih čebel v panju, predvsem na kraj vnosa poskusne snovi.

V poskusnih kletkah smo uporabili avtomatizacijo opazovanja gibajočih se osebkov s FDS programom strojnega vida (FDS Research, Slovenija). Čas opazovanja je bil 2+2 minuti, nakar so se čebele utrudile. Raziskati bi bilo potrebno ustreznost izbranega opazovalnega časa. Vsekakor bi bilo bolje v kletke postaviti žive nehlajene osebkke. Ohlajanje osebkov na ledu z namenom da obmirujejo ni priporočljivo, kajti naknadno zbujanje čebel ni istočasno, kar vpliva na rezultate, saj so prebujene čebele na začetku poskusa motivirane za pobeg, njihova motivacija pa sčasoma pojenja, s čimer se aktivnost čebel močno zniža, medtem ko se ostali osebki še vedno prebujajo.

Pri tako nizkem numerusu testnih čebel ($N = 8$) je statistična obdelava podatkov težavna za izračun kvartilov, maksimuma in minimuma. Vsekakor bi morali število čebel v vzorcu povečati.

Glede na naše rezultate in težave pa bi priporočali uporabo poskusne situacije v samem opazovalnem panju ali drugi situaciji, v kateri bi se čebele same pojavljale (na primer na pasišču). Tudi tovrstne poskuse je tehnično mogoče avtomatizirati glede zajemanja podatkov o gibanju osebkov.

5.2 SKLEPI

- Odzivnost čebel na preiskovane snovi, tako kot aktivnost čebel, se razlikuje med zimskimi čebelami in zgodnje spomladnimi čebelami.
- Poskus, opravljen v opazovalnem panju, je pokazal bolj jasen koncentracijski odziv pri mravljinčni kislini kot pri mlečni kislini in etanolu. Čebele se v opazovalnem panju na mravljinčno kislino pri nizkih koncentracijah odzivajo z dotikom kapljice in zasuki $< 90^\circ$, medtem ko se na višje koncentracije odzivajo s sunkovitim umikom ob stiku s snovjo ter zasuki $> 180^\circ$. Čebele se sučejo odvisno od koncentracije mravljinčne kisline. Z naraščanjem koncentracije se povečuje tudi število odgovorov. V poskusnih kletkah se čebele na 40% koncentracijo odzovejo enako kot pri ostalih višjih koncentracijah (50 %, 60 %).
- Vedenjski odgovor »sunkoviti umik« je najbolj intenziven obrambni odziv čebel na mravljinčno kislino.
- V opazovalnem panju se čebele na mlečno kislino najpogosteje odzovejo z dotikom kapljice. V poskusnih kletkah so bili odgovori čebel največkrat statistično značilni od vseh testiranih snovi, vendar brez koncentracijske odvisnosti. Motorična aktivnost tudi v tem primeru tako ni pravo merilo za vedenjski odziv čebel na mlečno kislino.
- Etanol kot hlapna snov je vplival na vedenje čebel le v poskusih v opazovalnem panju.

6 POVZETEK

Zdravstveno stanje medonosne čebele (*Apis mellifera*) je po vse večji uporabi insekticidov, fitofarmaceutskih in gnojilnih sredstev bolj ogroženo, zato je postalo skrb mnogih držav širom po svetu. Čebele lahko utrpijo letalne in subletalne posledice kemičnih snovi, ki se nahajajo v njihovem okolju, zato raziskovalci iščejo ustrezne metode in živalske modele, na katerih bi lahko raziskovali vpliv snovi, ki škodijo tako človeku kot čebelam. Čebelje kolonije so zaradi socialne organiziranosti eden od ustreznih modelov, kajti pri njih lahko opazujemo bolj kompleksne oblike vedenja. V zadnjih letih poteka razvoj živalskega modela za raziskave vpliva različnih spojin kot model odvisnosti (etanol, kokain) ter zatiranje varoje (mravljinčna in mlečna kislina) na čebelah.

Potrjeno je že, da mravljinčna kislina uničuje parazite, ki jih najdemo v naravi, poleg tega sproži obrambno vedenje pri čebelah. Mlečna kislina pri čebelah sproži vedenje, povezano s predelavo hrane ter tudi obrambno vedenje, lahko pa izzove prehranjevalno vedenje pri krvosesihi stenica ter napadalno pri komarjih. Etanol, čigar vpliv na čebele je od izbranih snovi najbolj raziskan, vpliva na izmenjavo hrane (trofalakso), plesno in pašno aktivnost, učenje, motoriko, zgradbo gobastih teles in nenazadnje na agresijo.

Glede na različne koncentracije izbranih snovi, smo primerjali odzivne odgovore v različnih poskusnih pogojih; v naravnem okolju kot je opazovalni panj, ter umetno ustvarjenem okolju, ki ga predstavljajo kletke. Vedenje čebele se je pod vplivom izbranih snovi spremenilo tako kvantitativno (frekvenca vedenj) kot tudi kvalitativno (odsotnost vedenjskih vzorcev).

Odvisnost odzivnih odgovorov od izbranih snovi smo ugotavljali z dvema različnima poskusoma. V prvem delu naše raziskave smo v opazovalnem panju čebelam injicirali kapljice izbranih spojin ter 2 minuti snemali njihov odzivni odgovor. Pri poskusu z mravljinčno kislino smo uporabili koncentracije od 10 %- 40 %, ker nismo želeli preveč razdražiti čebel. Pri poskusu z mlečno kislino in etanolom pa smo uporabili koncentracije od 10 % do 80 %.

Poskusi v opazovalnem panju so potrdili vpliv koncentracije mravljinčne kisline na število vedenjskih odgovorov. Število dotikov kapljice čebel je z naraščanjem koncentracije mravljinčne kisline upadlo, število sunkovitih umikov pa naraslo (slika 6). Koncentracija mravljinčne kisline je imela vpliv tudi na število zasukov $< 90^\circ$, $> 90^\circ$ in $> 180^\circ$ (slika 7), pri čemer se je z naraščanjem koncentracije mravljinčne kisline povečevalo število zasukov $> 180^\circ$ in zmanjševalo število zasukov $< 90^\circ$. Mlečna kislina vpliva na vedenjski odgovor čebel z dotikom kapljice, katerih število je najvišje od vseh izbranih snovi, ter na število vseh zasukov, pri katerih je viden naraščajoč trend le do 50 % koncentracije mlečne kisline (slika 10). Etanol ima od vseh izbranih snovi najnižje število vedenjskih odgovorov (tabela 5). Čebele se na etanol odzivajo predvsem z dotikom kapljice, vendar se število z naraščajočo koncentracijo etanola zmanjšuje.

V drugem delu poskusa smo opazovali vedenje 672 čebel v poskusnih kletkah $2 + 2$ minuti. Zanimal nas je vedenjski odgovor na 0 % - 60 % koncentracijo izbranih snovi. S pomočjo programa strojnega vida FDS smo beležili telesne obrate in obrate poti osebkov.

Ugotovili smo, da se čebele na mravljinčno kislino z obrambnim vedenjem pogosteje izražajo v opazovalnem panju kot v poskusnih kletkah. Odzivnost čebel na hlapce mravljinčne kisline je statistično značilen pri višjih koncentracijah, 40% koncentracija mravljinčne kisline sproži bistveno večji odziv čebel od predhodnih koncentracij (0 %, 10 %, 20 %, 30 %), sicer pa so si odgovori na višje koncentracije (40 %, 50 %, 60 %) podobni (sliki 12 - 15). Čeprav se čebele na mlečno kislino v poskusnih kletkah odzivajo statistično značilno (slika 16, 17, 18, 19), smo mnenja, da motorična aktivnost ni pravo merilo za vedenjski odziv čebel na mlečno kislino. Poskus z etanolom je pokazal značilne rezultate le pri 40 % koncentraciji etanola v prvi ponovitvi poskusa (slika 16; slika 18), pri ostalih višjih koncentracijah je aktivnost čebel višja, vendar ni statistično značilna. Nizka odzivnost čebel na etanol je lahko pojasnjena s tem, da se čebele na hlapce etanola ne odzivajo enako kakor na zaužiti etanol.

7 VIRI

- Abramson C. I., Aquino I. S., Azeredo G. A., Filho J. R. M. Price, J. M. 1997. The attraction of africanized honey bees (*Apis Mellifera* L.) to soft drink and perfumes. The journal of general psychology, 124: 166-181
- Abramson C. I., Stone S. M., Orteiz R. A., Luccardi A., Vann K.L., Hanig K.D., Rice J. 2000. The development of an ethanol model using social insects I: Behavior studies of the honeybee (*Apis mellifera* L.). Alcoholism: Clinical and experimental research, 24: 1153-1166
- Acree F. Jr., Turner R. B., Gouck H. K., Beroza M., Smith N. 1968. L-Lactic acid: A mosquito attractant isolated from humans. Science, 161: 1346-1347
- Alastair A. 2010. Age and behaviour related changes in responsiveness to sensory stimuli; effects on learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. Magistrsko delo, Oddelek za zoologijo, Univerza v Otagu, Nova Zelandija
<http://otago.ourarchive.ac.nz/handle/10523/438> (26.03.2012)
- Ammons A. D., Hunt G. J. 2008. Characterization of honey bee sensitivity to ethanol vapor and its correlation with aggression. Alcohol 42: 129-136
- Anton S., Dufour M-C., Gadenne C. 2007. Plasticity of olfactory-guided behaviour and its neurobiological basis: lessons from moths and locusts. Entomologia experimentalis et applicata 123: 1-11
- 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.
- Barron A. B., Maleszka R., Helliwell P. G., Robinson G. E. 2009. Effects of cocaine on honey bee dance behaviour. Inside The journal of experimental biology :short reports. The journal of experimental biology, 212: 163-168

- Barrozo R.B., Lazzari C.R. 2004a. Orientation behaviour of the blood-sucking bug *Triatoma infestans* to short-chain fatty acids: synergistic effect of l-lactic acid and carbon dioxide. *Chemical senses*, 29: 833-841
- Barrozo R.B., Lazzari C.R. 2004b. The response of the blood-sucking bug *Triatoma Infestans* to carbon dioxide and other host odours. *Chemical senses*, 29: 319-329
- Bedenčič M. 2004. Vpliv etanola na socialne interakcije kranjske čebele (*Apis mellifera carnica* Poll.): diplomsko delo. Ljubljana, [M. Bedenčič]: 186 str.
- Bernier U. R., Kline D. L., Barnard D. R., Schreck C. E., Yost R. A. 2000. Analysis of human skin emanations by gas chromatography/mass spectrometry. 2. Identification of volatile compounds that are candidate attractants for the yellow fever mosquito (*Aedes aegypti*). *Analytical chemistry*, 72: 747-756
- Božič J. 1998. Življenje čebel. V: Od čebele do medu. Janez Poklukar (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 70-94
- Božič J., Abramson C. I., Bedenčič M. 2006. Reduced ability of ethanol drinkers for social communication in honeybees (*Apis mellifera carnica* Poll.). *Alcohol* 38: 179–183
- Braks M. A. H., Anderson R. A., Knols B. G. J. 1999. Infochemicals in mosquito host selection human skin microflora and *Plasmodium Parasites*. *Parasitology today*, 15: 409-413
- Breed M. D., Guzman-Novoa E., Hunt G. J. 2004. Defensive behaviour of the honeybees. *Annual review of entomology*, 49: 271-298
- Breed M. D., Rogers K. B. 1991. The behavioural genetics of colony defense in honeybees: genetic variability for guarding behavior. *Behaviour genetics*, 21: 295-303
- Bricman Z. 2008. Obrambno vedenje medonosne čebele (*Apis mellifera carnica*) proti rdeči gozdni mravlji (*Formica polyctena*): diplomsko delo. Ljubljana, [Z. Bricman]: 79 str.

- Bromenshenk J. J., Carlson S. R., Simpson J. C., Thomas J. M. 1985. Pollution monitoring of puget sound with honey bees. *Science*, 277: 632-634
- Buchholz S., Merkel, K., Spiewok S., Imdorf A., Pettis J. S., Westervelt D., Ritte, W., Duncan M., Rosenkranz P., Spooner-Hart R., Neumann P. 2010. Organic acids and thymol: unsuitable for alternative control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae)? *Apidologie*, 42: 349-363
- Calderone N. W., Page R. E. 1988. Genotypic variability in age polyethism and task specialization in the honey bee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Behavioural ecology and sociobiology*, 22: 17-25.
- Chang F. 1982. Insects, poison and medicine: The other one percent. *Hawaiian entomological society*, 24: 69-74
- Collins A. M., Rinderer T. E., Tucker K. W., Sylvester H. A., Locket J. J. 1980. A model of honeybee defensive behaviour. *Journal of apicultural research*, 19: 224-231
- Corbel V., Stankiewicz M., Pennetier C., Fournier D., Stojan J., Girard J., Dimitrov M., Molgó J., Hougard J-M., Lapied B. 2009. Evidence for inhibition of cholinesterases in insect and mammalian nervous systems by the insect repellent DEET. *BMC biology*, 7:47
- Cork A., Park K. C. 1996. Identification of electrophysiological-active compounds for the malaria mosquito, *Anopheles gambiae*, in human sweat extracts. *Medical and veterinary entomology*, 10: 269-276
- Degen J., Gewecke M., Roeder T. 2000. Octopamine receptors in the honey bee and locust nervous system: pharmacological similarities between homologous receptors of distantly related species. *British journal of pharmacology*, 130: 587-594
- Dekker T., Szeib B., Carde R. T., Geier M. 2002. L-lactic acid: a human-signifying host cue for the anthropophilic mosquito *Anophele gambiae*. *Medical and veterinary entomology*, 16: 91-98

- Ditzen M., Pellegrino M., Vosshall L. B. 2008. Insect odorant receptors are molecular targets of the insect repellent DEET. *Science*, 319: 1838-1842
- Eiras A. E., Jepson P. C. 1991. Host location by *Aedes aegypti* (Diptera: *Culicidae*): a wind tunnel study of chemical cues. *Bulletin of entomological research*, 81:151-160
- Forsgren E., Olofsson, T. C., Vásquez A., Fries I. 2009. Novel lactic acid bacteria inhibiting *Paenibacillus larvae* in honey bee larvae. *Apidologie*, 41: 99-108
- Geier M., Sass H. S., Boeckh J. 1996. A search for components in human body odour that attract females of *Aedes aegypti*. *Olfaction in mosquito-host interactions*. CIBA foundation symposium, 200: 132-148
- Gilliam M. 1997. Identification and roles of non-pathogenic microflora associated with honey bees. *FEMS microbiology letters*, 155: 1-10
- Gilman A. G., Goodman L. S., Gilman A. (eds.). 1985. Goodman and Gilman's The pharmacological basis of therapeutics. 7 izdaja. New York: Macmillan publishing Co., 372
<http://toxnet.nlm.nih.gov>; (12.12.2011)
- Giray T., Huang Z. H., Guzman-Novoa E., Robinson G. E. 1999. Physiological correlates of geentic variation for rate of behavioral development in the honeybee, *Apis mellifera*. *Behavioral ecology and sociobiology*, 47: 17-28
- Giray T., Robinson G. E. 1994. Effects of intracolony variability in behavioral development on plasticity of division of labor in honey bee colonies. *Behavioral ecology and sociobiology*, 35: 13-20
- Glišovič Š. 2003. Kronična izpostavitve čebel etanolu delno spremeni zgradbo gobastih teles v možganih: diplomsko delo, Ljubljana, [Š. Glišovič]: 90 str.
- Gregorc A. 2002. Medonosna čebela in osnove čebelarjenja, Ljubljana, Veterinarska fakulteta v Ljubljani: 125

- Hölldobler B., Wilson E. 1990. The ants. Cambridge, MA, Harvard university press, 732 str.
- Huang Z. Y., Robinson G. E. 1995. Seasonal changes in juvenile hormone titers and rates of biosynthesis in honey bees. *Journal of comparative physiology*, 165:18-28
- Huang Z. Y., Robinson G. E. 1996. Regulation of honey bee division of labor colony age demography. *Behavioral ecology and sociobiology*, 39: 147-158
- Jassim O., Huang Z.Y., Robinson G. E. 1999. Juvenile hormone profiles of worker honey bees, *Apis mellifera*, during normal and accelerated behavioural development. *Journal of insect physiology* 46: 243-249
- Kandolf A. 2003. Vpliv uživanja etanola na trofalakso pri medonosni čebeli (*Apis mellifera carnica* Poll.):diplomsko delo, Ljubljana, [A. Kandolf]: 91 str.
- Kells A.R., Goulson D. 2001. Evidence for handedness in bumblebees. *Journal of insect behaviour*, 14: 47-55
- Kraus B., Berg S. 1994. Effect of a lactic acid treatment during winter in temperate climate upon *Varroa jacobsoni* Oud. and the bee (*Apis mellifera* L.) colony. *Experimental & applied acarology*, 18: 459-468
- Letzkus P., Ribi W. A., Wood J. T., Zhu H., Zhang S-W., Srinivasan M. V. 2006. Lateralization of olfaction in the honeybee *Apis mellifera*. *Current biology*, 16: 1471-1476
- Meglič M., Avguštin V. 2007. Varoja, čebela, čebelar. Ljubljana, Čebelarska zveza Slovenije: 182
- Mehr Z. A., Rutledge L. C., Buescher M. D., Gupta R. K., Zakaria M. M. 1990. Attraction of Mosquitoes to diethyl methylbenzamide and ethyl hexanediol. *Journal of the American mosquito control association*, 6: 469-476

- Moore M. S., DeZazzo J., Luk A. J., Tully T., Singh C. M., Heberlein U. 1998. Ethanol intoxication in drosophila: genetic and pharmacological evidence for regulation by the cAMP signaling pathway. *Cell*, 93: 997-1007
- Page R. E., Robinson G. E., Britton D. S., Fondrk M. K. 1992. Genotypic variability for rates of behavioural development in worker honeybees (*Apis mellifera* L.). *Behavioural ecology*, 3: 173-180
- Pearce A. N., Huang Z. Y., Breed M. D. 2001. Juvenile hormone and aggression in honey bees. *Journal of insect physiology*, 47: 1243-1247
- Pecsenye K. 1998. Detection of individual variation in enzyme activity in natural population of *Drosophila melongaster*. *Hereditas*, 128: 145-151
- Rihar J. 1999. Varoza čebel, 4. izdaja, Ljubljana, Pansan (Strokovna zbirka Čebelarstvo):135
- Robinson G. E. 1987. Modulation of alarm pheromone perception in the honey bee: evidence for division of labor based on hormonally regulated response thresholds. *Journal of comparative physiology*, 160: 613-619
- Robinson G. E., Page R. E., Strambi C., Strambi A. 1989. Hormonal and genetic control of behavioural integration in honey bee colonies. *Science*, 246: 109-112
- Rodan A. R., Kiger J. A., Heberlein U. 2002. Functional dissection of neuroanatomical loci regulating ethanol sensitivity in *Drosophila*. *The journal of neuroscience*, 22: 9490-9501
- Rossini C., Attygalle A. B., González A., Smedley S. R., Eisner M., Meinwald J., Eisner T. 1997. Defensive production of formic acid (80%) by a carabid beetle (*Galerita lecontei*). *Proceedings of the National academy of sciences of the United States of America*, 94: 6792-6797
- Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B. 2009. Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*, 103: 96-119

- Sanford M. T. 1998. *Aethina tumida*: a new beehive pest in the western hemisphere. *Apis*, 16: 1-5
- Senegačnik J. 1998. Prehrana čebel. V: Od čebele do medu. Janez Poklukar (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 61-69
- Sher K. J., Grekin E. R., Williams N. A. 2005. The development of alcohol use disorders. *Annual review of clinical psychology*, 1: 493–523
- Smith B. H., Abramson C.I. 2003. Case studies in insect behavior. *Thompson encyclopedia of learning and memory*, 2 izdaja: 258-263
- Southwick E. E., Moritz R. F. A. 1987. Effects of meteorological factors on defensive behaviour of honey bees. *International journal of biometeorology*, 31:259-265
- Spangler H. G., Taber S. 1970. Defensive behavior of honey bees towards ants. *Psyche* 77: 184-189
- Steib B. M., Geier M., Boeckh J. 2001. The effect of lactic acid on odour-related host preference of yellow fever mosquitoes. *Oxford journals, Chemical senses*, 26: 523-528
- Sulimanović Đ., Jenčič V. 1996. Čebelja družina in njene bolezni, Ljubljana, Veterinarska fakulteta v Ljubljani: 88
- Sullivan J. P., Jassim O., Fahrbach S. E., Robinson G. E. 1999. Juvenile hormone paces behavioral development in the adult worker honey bee. *Hormones and behaviour* 37: 1-14
- Syed Z., Leal W. S. 2008. Mosquitoes smell and avoid the insect repellent DEET. *Proceedings of the national academy of sciences*, 105: 13598-13603
- Talarico F., Giulianini P. G., Brandmayr P., Giglio A., Masala C., Sollai G., Zetto Brandmayr T., Solari P. 2010. Electrophysiological and behavioural analyses on prey searching in the myrmecophagous carabid beetle *Siagona europaea* Dejean 1826 (Coleoptera Carabidae). *Ethology, ecology & evolution*, 22: 375-384

- Underwood R. M., Currie R. W. 2003. The effects of temperature and dose of formic acid on treatment efficacy against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Experimental and applied acarology*, 29:303-313
- Valenzuela F. C. 1997. Alcohol and neurotransmitter interactions. *Alcohol health in research world*, 21: 144-148
- Vasquez A., Olofsson T. C. 2009. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of apicultural research*, 48: 198-195
- Wang C., Gibbs T., Bennet G. W., McKnight S. 2009. Bed bug (Heteroptera: Cimicidae) attraction to pitfall traps baited with carbon dioxide, heat, and chemical lure. *Journal of economic entomology*, 102: 1580-1585
- Weatherston J., Percy J. E. 1978. *Arthropod Venoms V: Handbook of Experimental Pharmacology*. Bettini S.(ur.). New York: Springer-Verlag: 511-554
- Wells P., Wenner A., Abramson C., Barthell J., Wells H. 2010. Nectar odor and honeybee foraging. *Uludag bee journal*, 10: 35-40
- Winston M. 1987. *The biology of the honey bee*, London, Cambridge, Harvard University press: 110-118
- Yang S. 2006. Pollinators help one-third of the world's food crop production. University of California-Berkely press release
http://www.eurekalert.org/pub_releases/2006-10/uoc--pho102506.php (26.3.2012)

ZAHVALA

Na tem mestu naj se zahvalim vsem, ki so me spremljali na moji študijski poti.

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Janku Božiču za vstop v svet čebel, koristne nasvete pri praktičnem delu in pomoč pri statistični obdelavi podatkov.

Hvala prof. dr. Ivanu Kosu za pomoč pri oblikovanju besedila in končni izdelavi diplome.

Hvala doc. dr. Rudiju Verovniku za pregled diplomske naloge.

Hvala Niki Fon Leben, ki me je vedno nasmejana pričakala v svoji sobici na koncu hodnika, ko mi je šlo kaj narobe.

Hvala Katji Sečen, ki je bila pripravljena v zadnjem hipu lektorirati diplomsko nalogo.

Hvala sošolcem biologom za dobro družbo in prijetne študijske dni. Pravijo, da se za vedno spominjaš mladih obrazov svojih sošolk in sošolcev (upam, da imajo prav).

Posebna zahvala gre mojim staršem, Smajilu in Adili, ki so mi študij omogočili in me spodbujali vsa ta leta - ta diploma je namenjena Vama!

Sestri Eldini in njenim otrokom, Midiani in Mersidu, hvala za nepozabne sprehode, ko je bila potrebna sprostitev.

Hvala Ajli za pregled povzetka v angleščini.

Elvedinu hvala za sonce in smeh.

I wanna thank You
I wanna thank you for all the things that you've done
You've done for me through all my years I've been lost
You guided me from all the ways that were wrong
And you did give me hope
I wanna thank You for bringing me home

PRILOGE

PRILOGA A

Zbrani podatki iz poskusov s čebelami v kletkah s pomočjo FDS programa

MRAVLJINČNA KISLINA 1. PONOVI TEV

				Pred dodano spojino					Po dodani spojini				
Oznaka čebele	Skupina čebele Kontrolna/ testna	Koncentracija mravljinčne k.	Datum izvedbe poskusa	Opravljena pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer	Opravljena pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer
1	K	0%	19.1.2011	3011	3,25	4,75	4,25	5,75	9832	12,75	13,5	13,25	15,75
2	K	0%	19.1.2011	15353	9,25	15	13,5	15,5	14365	13,5	12	19,25	13,5
3	K	0%	19.1.2011	4897	4,5	7,5	5,75	7,75	10542	9,75	8	13,75	11,25
4	K	0%	19.1.2011	10844	11	8,25	14,5	8,5	13204	10,25	9,25	12,5	11
5	K	0%	19.1.2011	6965	7,75	2,75	8,5	4,5	9502	7,75	6,25	8,25	7,5
6	K	0%	19.1.2011	2579	3	5,25	3,75	6	6424	7,5	6,25	9,75	9,25
7	K	0%	19.1.2011	5206	5,5	4	8	3,75	10325	7	8,25	7,75	10
8	K	0%	19.1.2011	11122	7,25	8,25	9,75	9	14754	8,75	13	8,25	15,25
9	T	0%	19.1.2011	3025	4	2,25	4,25	2,5	2005	2,25	1,75	3	2,5
10	T	0%	19.1.2011	12302	11,5	24,75	12	29,25	11998	9,25	25,25	8,25	26,25
11	T	0%	19.1.2011	3436	4,5	3,75	4,25	4,5	11545	11	10,75	12	13,5
12	T	0%	19.1.2011	12064	11,25	14,25	14,5	18,75	10076	8,75	13	10,25	14
13	T	0%	19.1.2011	6138	5	5,5	4,5	9,5	8180	8,25	3,5	12,5	5,75
14	T	0%	19.1.2011	9823	12,75	10	13	12,75	11703	12,25	9,25	12,75	12,75
15	T	0%	19.1.2011	8838	8,5	4,5	9,25	7,5	12444	8	12,25	10,25	15,25
16	T	0%	19.1.2011	5755	3,5	9,5	5,5	10	8208	8,75	6,25	11,25	10,25
17	K	10%	20.1.2011	9670	11,5	13,5	11,75	17,75	10624	16,25	11	19	11
18	K	10%	20.1.2011	13435	12,75	12,25	15,75	13,75	14991	23	15,75	23	16,5
19	K	10%	20.1.2011	5648	8	6,5	8,75	8,5	9207	9,75	9	16,75	10
20	K	10%	20.1.2011	9462	7	8,5	11,5	10,5	12450	12,5	7	15,25	8,5
21	K	10%	20.1.2011	8855	9	9	13	12,25	10801	13,25	13	17,75	18,25
22	K	10%	20.1.2011	4203	6	5,5	7,5	7,5	9614	9	13,5	11,5	16,25
23	K	10%	20.1.2011	6014	4,25	7,75	8	8,5	10126	6,75	10,75	10,25	11,5
24	K	10%	20.1.2011	5199	5,25	7	7	6,75	7519	4	10,25	6,25	13,25
25	T	10%	20.1.2011	12458	17,5	16,75	25,25	21,25	17707	23	21,5	28,25	26,75

se nadaljuje...

26	T	10%	20.1.2011	12859	12,75	14,75	13,25	16,75	13849	11,75	18,5	16,5	21,25
27	T	10%	20.1.2011	11867	8,75	6,75	10,25	9	12526	13,75	7,75	18	12,5
28	T	10%	20.1.2011	4406	7	7	5,5	7,5	7718	5,75	6	7,75	12
29	T	10%	20.1.2011	2578	2,25	5,25	2,25	5	8241	8,75	7,25	8,5	10
30	T	10%	20.1.2011	13548	11,5	7,5	12,5	8	15743	10,5	9,5	13,5	11
31	T	10%	20.1.2011	11211	10,5	6,75	11,25	9,75	13493	9,75	12,5	13,75	14,25
32	T	10%	20.1.2011	7885	4,75	10,5	5	12	10907	8,25	6,25	9	7,75
33	K	20%	24.1.2011	11905	11,75	20,5	16,5	22,75	8645	7,75	10	9,75	13,25
34	K	20%	24.1.2011	3967	4,75	5,5	5	6	2199	3	1,5	4,5	1,25
35	K	20%	24.1.2011	7527	4,25	7,5	7,25	8	11970	10,75	8,75	12,75	9,5
36	K	20%	24.1.2011	11046	9,5	8	10,25	8,25	14991	9,5	15,25	10,75	17,75
37	K	20%	24.1.2011	7681	4,5	9,75	6,75	13	10271	7	13,75	9,25	15,5
38	K	20%	24.1.2011	8088	7,5	9	6,5	12	12008	9	12,25	10,25	14,75
39	K	20%	24.1.2011	10503	17,75	14,75	25	19,75	4554	3,5	3,25	11	4,75
40	K	20%	24.1.2011	9250	7,75	9,25	10,25	13,25	3665	3,75	5,75	3,75	4,5
41	T	20%	24.1.2011	11201	11,25	8,75	11,5	9,75	1783	2,25	2,25	2,5	2,5
42	T	20%	24.1.2011	8166	12,25	14	14,25	17,75	1170	1,5	2,5	3,5	2,25
43	T	20%	24.1.2011	2714	5,5	2,75	5,5	4,25	7941	11,5	8,25	13,25	10,25
44	T	20%	24.1.2011	9666	4,75	11,75	6,75	13,75	12133	11,5	9,75	13,75	10,5
45	T	20%	24.1.2011	4972	5,75	9,25	9,25	10	11188	16,5	7,75	19,25	10,5
46	T	20%	24.1.2011	3346	4,5	4,75	4,5	5	3734	4	6,25	6,5	7,75
47	T	20%	24.1.2011	7947	6	7,5	6,75	11,25	12359	8	14,75	9,75	17,75
48	T	20%	24.1.2011	12765	7,5	13	8,75	15	3950	5,75	4,75	6,5	5,5
49	K	30%	25.1.2011	8539	9	11,25	10,25	14	11341	12	13,75	13,25	17,75
50	K	30%	25.1.2011	870	1,5	1,5	1	2	9899	5,25	9,25	7,75	10,5
51	K	30%	25.1.2011	10695	5,75	10,75	8	11,25	12382	9,25	14,75	9,5	18,25
52	K	30%	25.1.2011	1374	1,75	1	2,75	1	348	1,5	1,75	1,75	2,25
53	K	30%	25.1.2011	2815	2	1,75	3,25	2	1803	2,25	1,25	2,25	1,25
54	K	30%	25.1.2011	5928	5	4,75	7,5	7,25	6223	2	5,5	3,25	5,75
55	K	30%	25.1.2011	12967	14	3,75	14,5	4,5	12995	12,5	8,5	16,5	10
56	K	30%	25.1.2011	1397	1,5	1	1,5	1	347	1,75	2,75	2,75	1,75
57	T	30%	25.1.2011	11624	8,5	10,25	10	11,75	11329	14,25	14,25	17,5	17,75
58	T	30%	25.1.2011	7424	7,75	6	7,25	6,75	9657	9,75	10,25	11,25	11,75
59	T	30%	25.1.2011	6295	6,5	4	5,25	5,75	7615	7,25	9,75	10	9,25
60	T	30%	25.1.2011	4854	8,75	5,25	8	7	5494	4,75	7,25	5,75	7,75
61	T	30%	25.1.2011	8374	8	10	10	10,5	9651	11,75	8,25	11,75	11,75
62	T	30%	25.1.2011	6106	4	4,25	6,25	5,5	10147	15,5	12,5	16,75	16,25
63	T	30%	25.1.2011	10620	6	9	7,25	11,75	12579	12,25	14	15	15,5
64	T	30%	25.1.2011	10310	8	7	9	8,5	12766	11,75	13,75	13	15,5
65	K	40%	26.1.2011	10268	11,25	15,75	13,75	18,75	9052	8,25	15	9,5	15,75

se nadaljuje...

66	K	40%	26.1.2011	12794	10,25	10,75	13,25	11,25	14504	9,5	18,75	11,25	20
67	K	40%	26.1.2011	16680	21,25	9	26,75	11,75	14054	18	10	21,75	14
68	K	40%	26.1.2011	563	3,25	2,75	2	1	245	2,5	3	2,75	1,75
69	K	40%	26.1.2011	11028	9,75	18,25	12,75	22	11832	16,75	15,75	21,25	14,5
70	K	40%	26.1.2011	12249	9	10,5	10,25	15,25	13436	14,25	11,25	14	14,75
71	K	40%	26.1.2011	12995	13,5	9,75	15,75	12,75	13015	9,5	12,75	11	15,25
72	K	40%	26.1.2011	8988	6,5	7,75	9	11,75	12772	7	13,5	9,25	16
73	T	40%	26.1.2011	13368	13,5	22	17,75	23,5	12025	27,5	20,5	31,75	21
74	T	40%	26.1.2011	12333	14,25	17,25	17,5	20,25	11825	14	23,25	17,5	27,5
75	T	40%	26.1.2011	12838	19,75	15,5	27,75	18,25	10740	15	24,25	17,75	28,5
76	T	40%	26.1.2011	12922	12,75	16,5	16,75	21	6141	6,5	3	7	3,75
77	T	40%	26.1.2011	10596	7	11	9,25	19,25	11526	13,5	17,75	17,75	23,75
78	T	40%	26.1.2011	5178	7,75	8,5	8	9,5	5288	6,5	8,5	7,5	14,25
79	T	40%	26.1.2011	16650	11,75	23,75	13	27	16395	19,5	18,75	25,25	25,75
80	T	40%	26.1.2011	5620	9,75	7,5	11,75	6,75	10280	10	9,75	11,5	12,5
81	K	50%	27.1.2011	10470	5,75	9,5	7,25	9,5	4711	3,5	3,5	3,75	3,5
82	K	50%	27.1.2011	9567	15,75	11	20,25	12,75	6016	16	5	15,25	7,75
83	K	50%	27.1.2011	9164	9,25	6	10,5	10,5	11078	11,5	6,75	14	8,75
84	K	50%	27.1.2011	13647	14	10,75	15	12,5	13085	13,5	18	14,5	24,75
85	K	50%	27.1.2011	15172	10,25	11	11,25	12,25	17369	15	8	14,75	11
86	K	50%	27.1.2011	10123	11,75	4,5	11,25	5,25	5180	4,75	4	5,75	5
87	K	50%	27.1.2011	6985	3,25	5,75	4,75	7	14065	10,75	12	12,75	17
88	K	50%	27.1.2011	5315	6	1	8	1	3383	3,75	2	4,5	2
89	T	50%	27.1.2011	13283	13,5	8,25	13,75	11	15419	17,5	24,25	22,5	28
90	T	50%	27.1.2011	5722	6,5	7	8,25	6	11146	13,25	17,5	16,5	18,5
91	T	50%	27.1.2011	10246	4,75	10,75	6,25	11,5	15078	10,25	18,75	12	21,5
92	T	50%	27.1.2011	13081	12	17	14,75	18,5	14028	27,75	17,25	30,75	17,5
93	T	50%	27.1.2011	13710	15,25	12	17	14,25	16754	17,25	21,5	21,25	28,5
94	T	50%	27.1.2011	14219	12,5	11,25	13	15,5	17004	15,25	21	20,25	21,5
95	T	50%	27.1.2011	7476	8,5	7,75	8,5	8,75	4062	8,25	9,25	11,25	8,75
96	T	50%	27.1.2011	14805	8,75	16	11,25	18,75	17312	14	23,5	18	29
97	K	60%	1.2.2011	5733	9	7	13	9,75	7520	10,75	8	13,75	10,5
98	K	60%	1.2.2011	4961	4,25	6	8,75	10,5	7010	4,25	9,25	6,5	14,75
99	K	60%	1.2.2011	6090	6,5	5,25	7,25	6,5	11635	7,25	11,25	8	12,25
100	K	60%	1.2.2011	15475	16,5	15	19	20	17539	19	23	23	32,25
101	K	60%	1.2.2011	17148	15,25	15,75	17	18,25	14952	16	15,25	18,75	18,75
102	K	60%	1.2.2011	10026	7,25	11,25	9,75	15	7021	15,5	14,5	14	15,25
103	K	60%	1.2.2011	10303	6	11	7,75	12,75	10229	12	12,25	18,75	12,25
104	K	60%	1.2.2011	7368	5,25	4	8	4,25	7184	4,25	8,25	6	8,5
105	T	60%	1.2.2011	12067	4,5	12	4,5	14,25	13423	13,5	15,75	15	21,5

se nadaljuje...

106	T	60%	1.2.2011	10474	9,5	10,25	16	16,5	1281	1,5	1,75	3	2,25
107	T	60%	1.2.2011	5901	11,75	11,75	14,5	15	9997	12	19,75	16,25	18,5
108	T	60%	1.2.2011	8750	11,25	8,25	14	11,75	784	1,75	2,5	2	3,25
109	T	60%	1.2.2011	12206	11	18,75	12,5	21,25	13013	13,25	17	19,25	18,75
110	T	60%	1.2.2011	15273	16,25	16,25	22	22,5	10020	25,25	25,5	26,5	29,75
111	T	60%	1.2.2011	10774	10,5	6	14	6,5	11791	13,75	18,75	17	21,75
112	T	60%	1.2.2011	8537	10,25	9,5	9,25	13	9561	15,5	18,5	16	19,5

MLEČNA KISLINA 1. PONOVI TEV

				PRED					PO				
Oznaka čebele	Skupina čebele kontrolna/ testna	Koncentracija mlečne k.	Datum izvedbe poskusa	Opravljen pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer	Opravljen pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer
113	K	0%	2.2.2011	1968	2,25	3,25	2,75	5,75	3866	1,5	3,75	1,25	5
114	K	0%	2.2.2011	9773	6,25	10,25	7	10,25	11556	6	8,75	7	9,5
115	K	0%	2.2.2011	7811	3,75	11,5	5,5	10,5	11494	11,25	7,25	14	11,25
116	K	0%	2.2.2011	5627	9	1	9,5	1,25	8442	7	4,5	8	4,25
117	K	0%	2.2.2011	4337	2,25	6,25	3,25	6,25	6195	5,5	3,75	5	5,75
118	K	0%	2.2.2011	5289	6,5	7,25	8,75	6,75	8996	4,75	9,25	5,75	9,75
119	K	0%	2.2.2011	6328	9	4	11	7,25	7685	9,5	3	11	5,75
120	K	0%	2.2.2011	12557	13,5	8,25	15,25	9	13324	10,25	11,25	13	15,75
121	T	0%	2.2.2011	3030	3,5	5,5	2,75	5,5	3549	4,75	4	5,5	5,25
122	T	0%	2.2.2011	7963	1,75	8,25	3,75	9,75	8796	3,75	8,5	4	8,75
123	T	0%	2.2.2011	10532	6,5	9,5	8,5	12,5	14792	13,5	11	18,75	12,5
124	T	0%	2.2.2011	7261	11,5	13,25	11,75	13	10104	7,75	10,25	9,75	12,25
125	T	0%	2.2.2011	6100	5,5	6,5	6,25	6,5	9467	6,5	6,75	6,75	7,25
126	T	0%	2.2.2011	6804	5,5	9,25	6,25	10,75	9425	8,75	13	8,25	12,25
127	T	0%	2.2.2011	12438	10,75	14,75	12,25	19,25	13253	9,75	16,5	13,5	21,5
128	T	0%	2.2.2011	12251	8,75	14,75	13,25	17	12318	12	12,25	16	16,5
129	K	10%	3.2.2011	7245	7	2,75	9,5	3,5	10098	9,5	6,75	10,75	7,75
130	K	10%	3.2.2011	2034	3,25	3	4,25	3,5	6939	6,25	3,75	7,25	4,75
131	K	10%	3.2.2011	10682	6,25	23,75	7,25	23,5	12299	9,5	14,75	12,25	20
132	K	10%	3.2.2011	11807	19,5	9,5	24,5	10,25	6680	8,25	3,5	10	5
133	K	10%	3.2.2011	6069	9,5	8	9,75	13,25	8777	7,25	12,5	13	20,75
134	K	10%	3.2.2011	2505	3,5	3,25	4,5	3,25	8144	4,25	10,25	7,25	11,25
135	K	10%	3.2.2011	7363	8,25	4,25	8	5	9039	8,25	8	8	8,75
136	K	10%	3.2.2011	4925	4,25	3,75	4,25	4,75	8505	6,5	6,75	6,75	9,5
137	T	10%	3.2.2011	9932	9,75	9,25	11,75	11,25	11668	12,75	10,25	15,25	12,5
138	T	10%	3.2.2011	9703	9	3,75	12,25	5	9944	9,5	5,25	10,25	6,75
139	T	10%	3.2.2011	11197	8,25	13	10	16,25	10459	9,75	8,5	12,25	7,25
140	T	10%	3.2.2011	12741	13,25	8	18,5	15	10990	14	11,75	22,25	16
141	T	10%	3.2.2011	11081	6,75	13	8,25	16,5	9443	9,75	10,5	12,25	10,75
142	T	10%	3.2.2011	11080	7,75	16,25	11,5	19	12529	16	14,25	19,25	16,5
143	T	10%	3.2.2011	12910	7,5	14,25	8,5	18,75	13118	13,5	13,5	15,25	16

Se nadaljuje...

144	T	10%	3.2.2011	3356	4	3,5	4,5	4,75	11395	12,25	4,75	13,25	5,75
145	K	20%	9.2.2011	7780	5,75	7,5	6,75	10	12091	8,25	8,5	10,25	10,75
146	K	20%	9.2.2011	270	1,25	1,5	1,25	1,25	2315	2	2,75	3,25	3,75
147	K	20%	9.2.2011	6090	1,75	8,75	4,25	11,25	14285	5,25	12	9,25	14
148	K	20%	9.2.2011	10458	7	12,75	13,25	15	15272	10	19	12,5	24,75
149	K	20%	9.2.2011	11121	7,75	7	12	9	10653	7	6,75	9,75	9,25
150	K	20%	9.2.2011	9266	9,75	7,75	8	9,75	13435	8	10	10,25	13,25
151	K	20%	9.2.2011	7416	8	6	9	8	12340	8,25	9	10,25	10,75
152	K	20%	9.2.2011	12223	8,75	9,75	9,75	11	14810	17	7	18,75	10,25
153	T	20%	9.2.2011	10500	11,25	9,75	10,75	12,25	14218	15,5	13	16,5	16,25
154	T	20%	9.2.2011	11191	11,5	10,75	15	12,25	12921	13	12,5	16,5	12,5
155	T	20%	9.2.2011	6463	4,5	7,75	4,75	7,5	14640	6,75	13,25	7,5	14
156	T	20%	9.2.2011	11741	15,5	11	20	14	13150	16	14,25	30,75	17,75
157	T	20%	9.2.2011	1341	2,25	2,25	2	2,75	8622	11,75	8	13,5	10
158	T	20%	9.2.2011	12807	9	9,75	10,75	11,5	15961	15,25	9,75	19,5	10,75
159	T	20%	9.2.2011	10153	11,75	10	20,25	13,75	10050	17	14,75	21,25	17,75
160	T	20%	9.2.2011	15288	11,75	15	15	18,75	16916	14,75	17,25	18,5	18,75
161	K	30%	10.2.2011	11795	11,75	16,75	16,5	18,75	12790	16,75	13	18,75	18,75
162	K	30%	10.2.2011	10563	11,5	9,5	17,25	12,75	11221	10,5	11,5	14,75	13,75
163	K	30%	10.2.2011	2824	2,5	2,25	2,75	2,75	1539	2,75	2,5	1,75	2,5
164	K	30%	10.2.2011	9258	9,25	11,5	10	15,75	14324	9,5	12	11,5	13,5
165	K	30%	10.2.2011	12776	11,5	11,5	13,75	11,25	11673	12,75	12,75	14,25	13,5
166	K	30%	10.2.2011	8533	6,75	10	10,75	12,25	10835	6	9	8,25	10,75
167	K	30%	10.2.2011	12573	10,5	6,25	12,75	9,5	13185	11,25	6,25	12	8,25
168	K	30%	10.2.2011	2567	2,75	1,75	4,75	2,25	6890	3,75	5	5,5	6,25
169	T	30%	10.2.2011	13107	7,25	11	6,5	15,25	15855	8,75	11	8,75	13
170	T	30%	10.2.2011	10940	7,75	20	8,75	21,25	12722	14,5	16,25	15,5	16,5
171	T	30%	10.2.2011	8706	4,25	11	8,25	12,5	13116	4,25	19,25	8	22,75
172	T	30%	10.2.2011	14293	12,5	10,75	16,25	11,75	16595	15,75	10,75	17,75	11,75
173	T	30%	10.2.2011	14624	12	13,75	13,25	15,25	13959	14,75	13,5	17	15,25
174	T	30%	10.2.2011	9314	11,75	11,25	14	12,75	9539	9,5	14	11,5	18,75
175	T	30%	10.2.2011	14981	9,75	14	13,25	18	14201	9,25	14,5	14,25	18,5
176	T	30%	10.2.2011	15176	12	12	14,75	12,75	13965	14,25	10,75	16,25	13
177	K	40%	14.2.2011	9345	9,25	7,5	14,25	11	8705	8,5	8,25	10,25	11
178	K	40%	14.2.2011	12809	10	10	11,75	10,25	15138	9,75	15	10,75	15
179	K	40%	14.2.2011	1172	3	2,75	2,75	1,75	1806	4	1,5	6	1,25
180	K	40%	14.2.2011	6272	5,5	11	6,75	9,75	8377	7,75	5,75	6,75	7,75
181	K	40%	14.2.2011	6537	2,25	7,25	1,75	8	4859	5	4,25	3	4,25
182	K	40%	14.2.2011	8594	9	5,25	9	7	1194	6,5	7,5	5,75	6
183	K	40%	14.2.2011	4328	2,25	4	5,5	4,5	9797	5,75	7	6,5	7,25

se nadaljuje...

184	K	40%	14.2.2011	7904	5,75	6,75	6,75	9	11023	9	5,5	10,75	7,5
185	T	40%	14.2.2011	13833	7	14	8,75	16,25	13010	11,25	9,25	12,25	11,75
186	T	40%	14.2.2011	6337	3,25	10	13,25	8,25	6368	5	6,25	6,25	6,75
187	T	40%	14.2.2011	7238	5,75	3	7,75	2,25	1805	2	2	5,25	4,25
188	T	40%	14.2.2011	1727	2	2	3,25	3	2897	2,5	1,5	3,75	3,75
189	T	40%	14.2.2011	16849	14	12	17,5	13,5	17739	15,5	12,25	17,75	13,5
190	T	40%	14.2.2011	12935	1,75	14	1,75	15,25	15314	14	5,75	13,75	7
191	T	40%	14.2.2011	918	2,75	3,25	3	3	1210	4,25	3,25	2,75	3,25
192	T	40%	14.2.2011	3558	4,25	3,5	3	4,5	12134	8,25	6,75	9,5	10,75
193	K	50%	15.2.2011	11095	8,5	12	9	13,75	10122	6,75	14,5	9	18,25
194	K	50%	15.2.2011	4610	5,5	5,25	11,25	12,5	6760	13,25	4,75	14,75	8,5
195	K	50%	15.2.2011	11634	12	11,25	12,5	12	12297	10,5	13,25	13,25	15,25
196	K	50%	15.2.2011	6940	8,5	5,75	11,75	9,5	12103	11	10,25	16,5	15,5
197	K	50%	15.2.2011	7321	8,75	9	9,75	10	12977	12,5	13,75	14,5	17
198	K	50%	15.2.2011	7884	8,75	4,5	8,75	8,5	15138	10	14,5	10,5	18,5
199	K	50%	15.2.2011	13106	12	11	15	12,5	11390	13,25	10,5	14,5	14
200	K	50%	15.2.2011	16087	10	23,25	13	28,5	12332	10,5	17,25	12,5	16
201	T	50%	15.2.2011	13314	10,75	12,25	21,5	19,5	10972	21,5	11,75	21,5	20,75
202	T	50%	15.2.2011	14343	13,25	12,5	15	17	15133	19	10,5	25,5	15
203	T	50%	15.2.2011	12567	11,25	19,75	17	20	12217	17,75	17,75	19,25	17,75
204	T	50%	15.2.2011	9362	13,25	13	17,75	14,75	12798	16,25	10,25	27	12,25
205	T	50%	15.2.2011	5216	5,5	6	6,75	7	10600	9,5	8	14,75	9,5
206	T	50%	15.2.2011	10750	15,5	8,5	15,5	9,5	11990	13,75	10,25	15,75	14,5
207	T	50%	15.2.2011	12941	12	18,25	15	22	13848	14	16,25	17	20,25
208	T	50%	15.2.2011	14073	18,5	16,25	23,5	18,75	14253	23,25	10,5	34,5	12,75
209	K	60%	16.2.2011	13184	14	14,5	17,75	18	12552	14,25	18	14	20,25
210	K	60%	16.2.2011	11253	13	9	15,75	13,75	6718	13	4,75	11	6
211	K	60%	16.2.2011	17001	17	26	19,75	29,25	7558	7,5	9,75	9,25	10,5
212	K	60%	16.2.2011	15063	26	11,75	32,75	14,25	13100	20,75	17,25	22,5	21,75
213	K	60%	16.2.2011	10193	15	19,5	19,25	21,75	15705	15,75	26,25	19	33
214	K	60%	16.2.2011	7445	9,25	11	11,5	13,5	13712	17,25	18,25	19,25	27,75
215	K	60%	16.2.2011	11159	15,75	8,75	19,25	11	14789	15,75	17,75	19,5	24,25
216	K	60%	16.2.2011	9064	10,25	8,5	12	11	9950	4,75	21,25	3,5	22
217	T	60%	16.2.2011	16190	27,25	15,25	33	20	19094	20,75	15,75	20,75	24
218	T	60%	16.2.2011	11471	12,75	11	14,5	13	11997	16	12	18,75	14
219	T	60%	16.2.2011	10061	22,5	7,5	27,75	10,75	5733	6,25	9,75	6,25	9,75
220	T	60%	16.2.2011	14889	23	14,25	38,5	16	14757	22	14,5	33,75	16,75
221	T	60%	16.2.2011	10273	13,5	14,75	13,75	18,25	13822	13,5	17	15,75	25,25
222	T	60%	16.2.2011	9605	17	5,75	20,5	8	9482	16	7,25	16	10,5
223	T	60%	16.2.2011	1137	2	1,75	2,25	1,5	2432	2,75	5	3,25	4,25
224	T	60%	16.2.2011	5168	2,5	8,5	3,5	9,5	3957	2	4	4	4,75

ETANOL 1. PONOVI TEV

				PRED					PO				
Oznaka čebele	Skupina čebele kontrolna/ testna	Koncentracija etanola	Datum izvedbe poskusa	Opravljena pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer	Opravljena pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer
225	K	0%	17.2.2011	4428	7	6,75	6,75	7,25	3775	4,5	6	4	8,5
226	K	0%	17.2.2011	9208	16,5	10,5	18,75	11	13870	14,75	16	20	23,25
227	K	0%	17.2.2011	11730	21,5	13	25,75	21	13140	25,5	11,25	34,25	20
228	K	0%	17.2.2011	7492	8,25	12	14	18,5	14393	12,75	21	20,75	29
229	K	0%	17.2.2011	802	1,75	2,25	4,25	1,5	5340	7,25	6,5	8,25	7,25
230	K	0%	17.2.2011	14060	13	18,5	15	23,25	17046	12	25,75	20,5	37
231	K	0%	17.2.2011	7786	12,25	8,75	13	10	8515	10,25	8	9,75	14,75
232	K	0%	17.2.2011	11534	16,5	11	20,5	11	12284	14	6,75	16,75	10,5
233	T	0%	17.2.2011	6621	6,25	8,25	9,25	11,75	9197	7	13,25	9	18,25
234	T	0%	17.2.2011	332	1,5	1,5	1,75	1,5	642	2,75	2	2	2,5
235	T	0%	17.2.2011	15705	11	14,25	17	17,75	8408	9,25	6	9,25	13,5
236	T	0%	17.2.2011	2159	2,75	3,25	2,75	6,25	9671	10,75	8,75	15	11,75
237	T	0%	17.2.2011	3226	3	7,25	4	8,25	8756	10	15,5	12	18,5
238	T	0%	17.2.2011	8312	10	8,25	17	14,25	9122	11,75	8	12,25	11,25
239	T	0%	17.2.2011	300	1	1,75	1,25	1,75	5367	3,75	8	8,75	10
240	T	0%	17.2.2011	10208	15,5	6,75	16,5	10,75	8431	12,25	9,25	14,75	12
241	K	10%	21.2.2011	7973	10,25	9,5	14,75	13,25	11519	6,75	17,5	9,5	19,5
242	K	10%	21.2.2011	14204	8	12,5	10,25	14	15028	5,5	12,75	6,25	16,5
243	K	10%	21.2.2011	1661	3,25	4	4	4,75	12376	11,5	15	14,25	15,75
244	K	10%	21.2.2011	14279	8,5	16,25	9,25	16,25	15613	15,75	15,25	17	17,25
245	K	10%	21.2.2011	12943	9,5	18,5	12,25	20,5	14017	12,75	15,5	17,25	17
246	K	10%	21.2.2011	6794	6	9,25	6,5	11,25	9268	11,75	9,5	12,5	10,5
247	K	10%	21.2.2011	10681	5	20,25	8,5	20,5	12226	12,75	13,5	13,75	16,75
248	K	10%	21.2.2011	8166	12,5	18,25	13,5	23,5	12915	13,75	21	18,75	23,25
249	T	10%	21.2.2011	10637	19,5	11,25	29,75	15	12317	19,5	15	21,75	21,25
250	T	10%	21.2.2011	9931	13	11,25	16	13,75	12363	16,5	8,5	19,5	12
251	T	10%	21.2.2011	12769	17	19,5	23,75	21,25	14168	15,25	19,5	19,25	20,25
252	T	10%	21.2.2011	1831	1,25	2,25	1,5	3	8799	5	8,25	5	9,25
253	T	10%	21.2.2011	4675	8,5	3,75	8	5,25	9727	9	7	10	7,75
254	T	10%	21.2.2011	9687	14,5	9	16,5	11,75	10846	13,75	16,5	13,5	17,75
255	T	10%	21.2.2011	11719	7,5	10,5	9,5	11	12469	6,5	12,5	8	13,5

se nadaljuje...

256	T	10%	21.2.2011	12253	12,5	17,25	19,75	20,75	13254	18,75	14,75	22,5	17,5
257	K	20%	22.2.2011	5160	3,5	7,5	5,25	9,25	4490	6,75	4,5	7,75	5,5
258	K	20%	22.2.2011	9525	7,5	17	9	16,25	7633	12,75	12,25	13,5	19,75
259	K	20%	22.2.2011	12583	14,5	10,75	16,75	11,25	14361	12,25	14,25	14	15,75
260	K	20%	22.2.2011	1911	1,75	2,5	2	2,75	2223	3,25	2,75	2,25	4,5
261	K	20%	22.2.2011	3998	9	3,5	10	4,25	9672	11,5	7	11	10,25
262	K	20%	22.2.2011	650	2,25	1,75	1,25	3	11220	14	15,75	16,75	17
263	K	20%	22.2.2011	7596	10,5	9,75	11,25	10,75	9219	12	8,75	13,5	11,75
264	K	20%	22.2.2011	4706	7,75	6,25	9,25	9	4227	7,5	2	7,25	3
265	T	20%	22.2.2011	10176	15,5	19,5	19	27,25	17053	12,25	16,75	15,25	17
266	T	20%	22.2.2011	13278	9,5	16,25	11	18	11861	9,75	13,25	9,25	16
267	T	20%	22.2.2011	6841	1,5	10,5	4	10,75	7780	3,75	15,75	5,75	17
268	T	20%	22.2.2011	15198	13	17,5	17,75	18,5	7007	7,5	13,25	9	15
269	T	20%	22.2.2011	5853	6,25	7,75	8,25	11,75	5148	6,25	5,75	7	7,25
270	T	20%	22.2.2011	9897	10,75	11,5	13,25	11,75	10846	13,5	13,25	18,25	15,25
271	T	20%	22.2.2011	3191	8	3,5	8,5	4,75	8980	10	19	13,25	18,25
272	T	20%	22.2.2011	10795	14	15,75	14,75	17,25	11346	13	19	14,75	18
273	K	30%	23.2.2011	2994	2,75	2,75	4,5	2,75	3156	3,25	6,75	2,75	8,75
274	K	30%	23.2.2011	8076	10,75	14	14,25	16	6299	6,5	11	8,25	12,25
275	K	30%	23.2.2011	11389	19,75	17,5	26,5	23,25	12853	21	15,75	27,75	15
276	K	30%	23.2.2011	9433	8,75	16,75	11	17,25	11566	9	17,75	11,75	19,5
277	K	30%	23.2.2011	7956	18	11,5	18	14,25	11492	21,5	10,25	22,5	13
278	K	30%	23.2.2011	9194	7,25	15,25	10,75	15	4789	5,75	5,5	8,5	7
279	K	30%	23.2.2011	4234	6,25	5,75	7,75	8	2416	3,75	4,75	6	4
280	K	30%	23.2.2011	11620	18,75	5	21,25	6,25	10223	14,75	8,25	17	10
281	T	30%	23.2.2011	8213	14,75	9,75	14,75	11,25	10589	13,75	12,75	14,75	17,25
282	T	30%	23.2.2011	12574	11,5	17	13,5	24	11146	12	14,75	15,75	16,5
283	T	30%	23.2.2011	607	2	1,25	1,5	2	7464	3,5	9,75	4,5	11,75
284	T	30%	23.2.2011	5137	3,5	8,25	6,25	10	15426	17,5	14,25	25,75	21,75
285	T	30%	23.2.2011	15041	15,25	21,5	18	26,75	12766	18,75	18,5	21,25	22,25
286	T	30%	23.2.2011	10848	13,75	11	18	10,5	10191	13,25	14,75	14	17,75
287	T	30%	23.2.2011	4491	3	6	2,75	7	7784	8,25	8,25	8,75	9,5
288	T	30%	23.2.2011	12508	17,5	10,25	24,25	10,75	10927	15	13,25	17,25	16,25
289	K	40%	24.2.2011	12081	13,75	11,5	17	14,25	8419	7,75	10,75	8	13,5
290	K	40%	24.2.2011	12498	17,5	10,5	22,5	12,75	8401	8,25	7,5	10,25	9,25
291	K	40%	24.2.2011	11411	6,25	13	7	16	9342	7,25	9,25	7,5	11,5
292	K	40%	24.2.2011	13310	26,25	15	28	17	7199	11,75	5	17,25	6,75
293	K	40%	24.2.2011	10483	11,5	18,5	12,5	19,75	11026	17	12,75	18,5	17
294	K	40%	24.2.2011	14308	14,5	18,5	16,75	21,5	11570	14,25	14,75	15,5	14,5
295	K	40%	24.2.2011	14245	13,5	14,5	15	20,25	13465	23,5	8,75	24,75	9,75

se nadaljuje...

296	K	40%	24.2.2011	769	2	2,5	1,75	1,25	1055	5,5	6,75	4,25	3,5
297	T	40%	24.2.2011	11738	23	13,75	24,75	15,25	12722	15,75	12,75	20,75	14
298	T	40%	24.2.2011	13478	14	16,75	18	20,5	11449	13,75	14,75	14,5	17,25
299	T	40%	24.2.2011	11469	16,5	18,5	18	24,75	11089	12	18	11,75	23,25
300	T	40%	24.2.2011	13872	13,75	11	13,75	12,5	12370	13,5	18	16,25	20,25
301	T	40%	24.2.2011	12703	15	11	18	14,25	13309	9,25	12	12,5	12
302	T	40%	24.2.2011	13343	16,75	12,75	19,25	14	14034	14,25	14	17,75	16,5
303	T	40%	24.2.2011	12269	17,5	15,75	21,5	20,25	13402	17	15,5	19,5	19
304	T	40%	24.2.2011	12112	12,75	16,5	16,5	17,25	11120	13,25	16,25	17,25	18,25
305	K	50%	28.2.2011	11388	14,5	8,5	16,75	12,75	10110	12,5	11,75	14,25	13
306	K	50%	28.2.2011	15415	17,75	12	21	13,25	13699	11,5	14,5	11,5	18,25
307	K	50%	28.2.2011	5481	3,5	11	6,75	10	12382	10,75	20	15	23,75
308	K	50%	28.2.2011	14156	14,75	12,25	16,5	12,75	12670	8,75	14,5	10	19,75
309	K	50%	28.2.2011	15395	10	14,75	9,25	18	12562	11,5	11,25	13,5	10,75
310	K	50%	28.2.2011	11760	10,25	15	11,75	14,5	10772	10,25	12,75	12	16,5
311	K	50%	28.2.2011	5722	9	6,25	8,5	8	10410	9,5	8	12	9,5
312	K	50%	28.2.2011	13477	15,25	16	17,25	20,75	13990	15,5	20,75	18,5	20
313	T	50%	28.2.2011	13614	12,75	19,5	13	24,25	14230	13,25	16,75	14,75	18
314	T	50%	28.2.2011	14932	14,5	12	17,75	17,75	16149	9	17,5	14,75	21,75
315	T	50%	28.2.2011	17603	8	17,25	11,25	18,75	16729	9,25	19,25	13	22,75
316	T	50%	28.2.2011	6330	7	6,5	9	6	11125	10,25	15,75	13,25	16,25
317	T	50%	28.2.2011	6169	5,5	11,25	6,5	12,25	8026	10,25	9,5	11,75	12,25
318	T	50%	28.2.2011	8267	6,5	12,75	8,75	15,5	11866	13,75	15,25	13,75	17,25
319	T	50%	28.2.2011	11010	6	13,25	9,5	17,25	12835	10,5	15,25	13,75	16,5
320	T	50%	28.2.2011	13857	23,75	10	30,25	17,5	11346	17,75	11,25	20	23,25
321	K	60%	1.3.2011	5955	11,75	4	13,25	5,25	8077	7,5	7,75	8,75	8,5
322	K	60%	1.3.2011	10495	7,75	8,5	9,5	13,75	11153	11	10,25	13,75	11
323	K	60%	1.3.2011	10154	8,25	9	7,25	12,75	9519	9	8,75	11,5	13,75
324	K	60%	1.3.2011	4658	3,25	7,5	6,75	7,75	10956	10,25	9,75	13,25	11,5
325	K	60%	1.3.2011	1985	4,75	2,5	4,25	5,5	4981	8,5	8	10	8,5
326	K	60%	1.3.2011	9857	10,75	9,25	13,25	13,25	12445	14	12,5	15,5	16,25
327	K	60%	1.3.2011	12173	11,5	21,5	15,25	21,75	13085	7,75	22,75	11,75	26,25
328	K	60%	1.3.2011	11788	12,25	8,25	17,25	8,5	13846	14,5	12	17,5	11,75
329	T	60%	1.3.2011	12078	4,5	18	6,25	19,25	12959	8,75	13,5	14,25	16,5
330	T	60%	1.3.2011	10178	11	17	12	17	10677	15,25	16,5	17,75	18
331	T	60%	1.3.2011	12346	5,25	11,25	6,25	13,25	16145	8	17,5	11,75	18,5
332	T	60%	1.3.2011	9838	8	13	10	16,25	8899	7,75	11,5	9,5	11
333	T	60%	1.3.2011	8847	8	11	9	14,5	12790	7,25	14,5	12,75	18,5
334	T	60%	1.3.2011	8459	7,75	13,75	9,5	15,25	9646	13,75	13,5	16,5	15,75
335	T	60%	1.3.2011	11507	10,25	10,75	12	14,5	12198	7,5	16	9,75	19,5
336	T	60%	1.3.2011	8022	12,25	10,5	14	13,5	10377	13	14,25	19,5	16,25

MRAVLJINČNA KISLINA 2. PONOVI TEV

				PRED					PO				
Oznaka čebele	Skupina čebele kontrolna/ testna	Koncentracija mravljinčne k.	Datum izvedbe poskusa	Opravljen pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer	Opravljen pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer
337	K	0%	2.3.2011	10485	13,5	12,5	18	12,5	14117	14,25	14,25	17,75	14,25
338	K	0%	2.3.2011	17157	17,5	20,5	20	24,5	16682	20	20,5	25	25,25
339	K	0%	2.3.2011	12052	8,5	13	11,25	13,25	13809	10	17	11,5	20,5
340	K	0%	2.3.2011	7097	16,5	12,75	21,5	15,75	9656	14	16,75	19,25	21,5
341	K	0%	2.3.2011	11322	12,75	16	12,25	21,75	12218	11,5	11	12,75	11,25
342	K	0%	2.3.2011	13528	8,5	10	10,75	11,75	11196	7,5	8	7	10
343	K	0%	2.3.2011	6928	5,25	5,5	7,75	8,75	13861	9,75	10	15	13,25
344	K	0%	2.3.2011	1552	3,25	2,5	3,5	1,75	13153	9	14,75	14,25	19,25
345	T	0%	2.3.2011	11940	8,75	12,5	13,5	15,25	13302	11	15	15,25	19
346	T	0%	2.3.2011	1687	2,25	2,25	2,5	2,25	1629	4	2,75	6,75	4,5
347	T	0%	2.3.2011	10310	2,25	13,75	2,75	15	10824	13,5	11	19,5	10,75
348	T	0%	2.3.2011	12024	9,75	14	13,25	16	15154	10,75	16	9,75	19,5
349	T	0%	2.3.2011	10965	9,25	13	17,25	15,5	11719	12,5	16	14,5	19,5
350	T	0%	2.3.2011	1752	1,25	1,75	2,5	2,75	780	2,75	2,25	2	2,5
351	T	0%	2.3.2011	6515	8,75	5	11,75	7	10002	6,75	6,5	12,25	7,25
352	T	0%	2.3.2011	12733	12,5	10	19,25	11,25	7369	7,25	6,75	9,25	8,5
353	K	10%	3.3.2011	12821	12,25	26,25	14,5	30,5	14304	20	18,25	22,5	20,5
354	K	10%	3.3.2011	6699	20,25	11,5	18,5	19,5	11298	17,25	25,25	22,25	24,5
355	K	10%	3.3.2011	7691	6	14,25	8,25	14,25	12488	11,5	17	12,5	21,75
356	K	10%	3.3.2011	9956	16	15,5	19,75	17,75	10776	17,75	16,25	20,5	18,75
357	K	10%	3.3.2011	5959	11,5	12	14,25	14,25	9251	12	22	15,25	21,75
358	K	10%	3.3.2011	12955	13,5	16,25	18,5	19,5	16603	19,5	11,5	23	17,5
359	K	10%	3.3.2011	4711	5,25	6,75	7	7,75	9833	6,5	13,25	7,5	14,25
360	K	10%	3.3.2011	2269	4,75	2,75	5,75	4,5	9062	10,25	10,25	14,5	13,25
361	T	10%	3.3.2011	14187	10,5	17	14,25	20,5	13466	17,25	16,75	22,75	18,25
362	T	10%	3.3.2011	12257	15,25	22	20,5	24,5	12760	20,75	25,5	21,25	29,75
363	T	10%	3.3.2011	10634	14,25	10,25	17,5	14,25	14931	19,25	17	26,5	20,5
364	T	10%	3.3.2011	4317	11,25	4,25	14	8,5	10595	15,25	9	23	12,25
365	T	10%	3.3.2011	10103	7	14,75	8,5	15,5	14522	21	18,75	19,25	23,25
366	T	10%	3.3.2011	8638	10,25	10	12	11	11319	10,5	14,5	12,25	21,5
367	T	10%	3.3.2011	8930	12,25	14	16,75	17,75	10022	14,5	17,5	13	21,5

se nadaljuje...

368	T	10%	3.3.2011	8368	13,5	9,75	16,25	14,5	13654	16	24,75	20	25
369	K	20%	7.3.2011	9637	25	13	36,5	12,75	5409	5,25	3,75	10,5	8,75
370	K	20%	7.3.2011	11583	13,5	18,25	15	23	5184	10,5	5	12,75	6,75
371	K	20%	7.3.2011	12917	14,5	15,75	14	19,25	7767	12,5	9	15,75	12,25
372	K	20%	7.3.2011	7180	5,75	7,5	6,5	8,5	4086	6,25	3,75	9,5	5,75
373	K	20%	7.3.2011	12986	17,5	17,5	25,75	25	13865	20,75	16,5	24	17,75
374	K	20%	7.3.2011	7610	6,5	11,75	7,5	15,5	4690	7,25	5,25	6,75	8,5
375	K	20%	7.3.2011	14575	9	18,75	12	25,25	10458	10,25	15,5	9,5	20
376	K	20%	7.3.2011	12677	14,5	13,75	16,5	13,5	9567	13	11,25	15	13,75
377	T	20%	7.3.2011	17163	12,25	20,5	15	21,25	14908	14	14,25	18,5	18,75
378	T	20%	7.3.2011	14944	9,5	19,75	11	21,5	10954	7,25	16,5	11,5	17,25
379	T	20%	7.3.2011	16084	12,75	20,5	14,5	24,5	15357	11,5	23,5	14,5	25,5
380	T	20%	7.3.2011	8705	7,25	9,25	8,5	12	4760	6	3,25	6	7
381	T	20%	7.3.2011	14887	11,75	13	14	14,75	14079	12,75	6,5	15,5	7,75
382	T	20%	7.3.2011	9004	8,25	5,5	11,5	6,25	9756	10	9	14	8,75
383	T	20%	7.3.2011	18788	14,75	11,75	16,5	11,75	16892	15	11,5	17,25	14,25
384	T	20%	7.3.2011	10032	6	13,5	8	16	12147	11,25	10,5	13,75	12,75
385	K	30%	8.3.2011	15516	12,5	18,25	14	19,25	14819	15	17,75	16,75	29,5
386	K	30%	8.3.2011	12656	9,25	22,5	11,75	24	14243	15	18,25	16,75	21
387	K	30%	8.3.2011	9469	8,75	13,25	12,75	12	2509	3,25	3	3,75	4,5
388	K	30%	8.3.2011	8750	10	17,25	12,5	18,5	12715	14,25	17,25	18	20
389	K	30%	8.3.2011	10855	19,5	15,75	24,75	20,25	10805	23,25	15,75	30,5	16,75
390	K	30%	8.3.2011	8673	15,75	14,75	16,75	17,75	10601	18,5	17,5	26,25	20,75
391	K	30%	8.3.2011	655	2,25	1,75	1,75	2,25	9800	12,75	14	15,75	16,25
392	K	30%	8.3.2011	7587	10,5	12	13,5	18,25	8929	10	15	11,25	17,5
393	T	30%	8.3.2011	9906	15	11	20,75	16	12787	16,25	14,75	19,75	18,75
394	T	30%	8.3.2011	16384	17,75	16,25	19,25	19	17219	10	20,5	11	21,5
395	T	30%	8.3.2011	6453	4,75	6,25	6,25	6,5	13616	9,75	14	9,5	15,5
396	T	30%	8.3.2011	10250	14,25	14,25	18,5	15,5	13958	22,25	16,75	29,5	19
397	T	30%	8.3.2011	11323	13,5	14,75	14,5	18	10847	16,5	12,75	22,5	16,25
398	T	30%	8.3.2011	9792	12,25	20,25	14,25	22,25	11205	12	20,75	13,25	24,5
399	T	30%	8.3.2011	10767	9,25	10,75	10,75	12,5	12263	9,75	10,75	12,5	11,5
400	T	30%	8.3.2011	14765	11	13	11,25	15,25	14992	9,5	13,25	10,5	15,25
401	K	40%	9.3.2011	10521	9	13,5	9,25	14,75	6716	2,75	8,5	3,75	9,25
402	K	40%	9.3.2011	9241	10,25	10,25	12,25	11,5	9814	7,75	10,75	11,5	10
403	K	40%	9.3.2011	7755	12	9	18,25	13,25	3360	2	7,75	3,75	10,5
404	K	40%	9.3.2011	9871	10	9,5	9,5	11	10706	11	9,5	17,5	14,5
405	K	40%	9.3.2011	14046	19,75	23,25	32,5	22	12908	13,75	27,5	18,25	35,25
406	K	40%	9.3.2011	19783	34,5	15	48	27,5	5246	8	11,25	6	11,5
407	K	40%	9.3.2011	12404	15,25	18	19,5	20,75	14329	28,25	8,5	30,25	13

se nadaljuje...

408	K	40%	9.3.2011	381	1,25	1,50	1,25	1,75	2625	3	3,75	6,75	6,75
409	T	40%	9.3.2011	1712	1,75	2,25	8	1,5	1138	3,75	3,5	5,5	2,75
410	T	40%	9.3.2011	6156	4,75	6,25	8	8,5	1508	1,5	3,25	2,5	3,5
411	T	40%	9.3.2011	17610	24,25	10,5	27,5	13	1295	4,25	3	3,75	4,75
412	T	40%	9.3.2011	10491	14,5	17,25	20	21,5	11365	20	14,5	23,5	16,5
413	T	40%	9.3.2011	18385	15,75	20,5	23,25	37,5	17073	16,25	11,75	27,5	17
414	T	40%	9.3.2011	11203	15	18,25	16,25	19	12396	11,5	23	12,5	26,25
415	T	40%	9.3.2011	16815	12	25,5	22,5	32,25	19409	11,5	26,25	19,25	34,5
416	T	40%	9.3.2011	9012	5,5	14	7	17	9436	16	7,25	16	10,5
417	K	50%	14.3.2011	12284	11,75	15,75	12,75	17,5	13705	14	12,5	19,25	18,25
418	K	50%	14.3.2011	15982	12	21	14,5	25,25	12836	13,75	15	20,75	16,25
419	K	50%	14.3.2011	14333	10	16,5	12,5	19	14404	10,75	18,25	11,25	24,5
420	K	50%	14.3.2011	16440	8,75	17,5	12,25	23,5	16259	14,75	18,25	19,5	21,75
421	K	50%	14.3.2011	12673	8,25	16,25	15	21,25	19190	15	20,25	16,75	27,75
422	K	50%	14.3.2011	10702	11,75	11,25	18,25	16,25	17935	23,75	10,5	27,75	18
423	K	50%	14.3.2011	12145	15,25	16,5	16,75	18,5	12717	15,25	17,5	19	19,25
424	K	50%	14.3.2011	11762	13,5	13	20	16,5	14699	16,5	16,5	23,25	18,5
425	T	50%	14.3.2011	14435	23	13,25	29,75	12	16096	17,5	11,75	19,5	14,5
426	T	50%	14.3.2011	12154	13,25	11,75	15,5	16,5	14836	10,5	19,5	11,25	26,75
427	T	50%	14.3.2011	8401	6,25	7	9,75	8,75	16257	10,5	11,5	15,25	12
428	T	50%	14.3.2011	17484	18,75	9,5	19,5	12	18021	16,25	13,75	20	13
429	T	50%	14.3.2011	14254	8,5	16	11,25	16,5	14229	12,25	11,75	19,25	18,75
430	T	50%	14.3.2011	14324	12,25	16,5	13	16,5	18734	8,5	23,75	10,75	27,5
431	T	50%	14.3.2011	13926	12,5	14	13	20	17653	12	24	14,25	27,5
432	T	50%	14.3.2011	15095	14,5	22,25	19,5	23	14708	18,5	20,5	20,75	24,25
433	K	60%	15.3.2011	10458	13	16,75	18	18,75	13736	14,5	20,5	15,75	23,25
434	K	60%	15.3.2011	12658	11	14	16,5	20,75	7851	7	9,75	9,5	14,75
435	K	60%	15.3.2011	8094	6	5,25	6,5	6,5	11023	5,25	8,25	6,75	9,5
436	K	60%	15.3.2011	8859	10,25	5,5	12,25	8,25	15506	12,75	8,5	16	9
437	K	60%	15.3.2011	9782	3	11,5	6,5	13,25	14019	6,75	13,25	11,5	19,75
438	K	60%	15.3.2011	7923	4,5	9,75	5,5	10,5	9600	7,25	8	8,75	9,25
439	K	60%	15.3.2011	2701	2,25	2,5	4,25	6,75	9968	9,5	12,75	15,75	16,75
440	K	60%	15.3.2011	10335	7,75	10,5	14,25	16,5	11125	8,25	10,75	11,25	15,25
441	T	60%	15.3.2011	9175	21,25	12	21,25	16,5	12067	26,25	19,5	32,5	27,5
442	T	60%	15.3.2011	16611	23,25	13,75	24,25	17,75	16474	18,75	18,5	29,5	23
443	T	60%	15.3.2011	9330	5,5	14,75	6,75	17,5	10556	15,25	18,5	23,5	23,5
444	T	60%	15.3.2011	11440	9,5	10	10	13	7176	8	10	9,5	11,75
445	T	60%	15.3.2011	10224	6,5	9,25	8,75	10	16149	16,5	17,25	18,75	22
446	T	60%	15.3.2011	2229	4,75	2	6,25	3,5	11135	10	20,25	17,75	23,25
447	T	60%	15.3.2011	9512	6	10,5	16,25	16,25	12851	17,75	25,25	18,75	29,25
448	T	60%	15.3.2011	14207	9,25	7	18,25	14,75	16040	20,5	15,5	25,5	28

MLEČNA KISLINA 2. PONOVI TEV

				PRED					PO				
Oznaka čebele	Skupina čebele kontrolna/ testna	Koncentracija mlečne k.	Datum izvedbe poskusa	Opraviljena pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer	Opraviljena pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer
449	K	0%	21.3.2011	7061	10	4,25	10,5	4	12782	14,5	8	17,75	10,25
450	K	0%	21.3.2011	11842	13,75	14,25	15,25	16,25	13662	13,25	10,5	13,75	13,75
451	K	0%	21.3.2011	11923	13	14,5	14,25	15,75	12916	11,5	16,25	14,5	18,75
452	K	0%	21.3.2011	11247	7,5	7,5	9,75	10,75	12685	7,75	9,25	9,5	13
453	K	0%	21.3.2011	15623	7,75	15,5	10	16,25	14894	11,5	12,25	14	13,75
454	K	0%	21.3.2011	15822	9,25	17,75	11,25	20,75	15872	13,25	11,25	18,5	14,75
455	K	0%	21.3.2011	13493	6,25	16,75	8,5	20,25	14085	10,75	12,75	12,5	17
456	K	0%	21.3.2011	8495	7,75	12,75	12,25	16	9013	7,5	10,75	8,75	16
457	T	0%	21.3.2011	13654	10,75	12,25	12,5	15	14678	14	10	18	12,25
458	T	0%	21.3.2011	5764	8,5	8	8,5	10	10314	11,25	9,75	13,5	15,5
459	T	0%	21.3.2011	3951	6,75	4	7,25	5,5	5569	10,5	4,5	11,75	5,75
460	T	0%	21.3.2011	13214	20,25	11,75	20,25	16,75	13453	17,25	10,5	20,75	15
461	T	0%	21.3.2011	14859	9,25	15,25	11,75	15,75	15752	7,25	16	13,5	17
462	T	0%	21.3.2011	14945	7,5	20,25	7,25	24,75	18495	14	13,75	16,5	21,5
463	T	0%	21.3.2011	14870	16,25	18,25	19,25	20	15324	13,5	21,5	19,25	21,25
464	T	0%	21.3.2011	18260	21,5	16,75	24,75	21,5	18297	11,25	22,25	16,25	34
465	K	10%	22.3.2011	18217	17,25	16,5	20	21,25	17947	15,5	15,75	17,5	18,25
466	K	10%	22.3.2011	12552	17,25	16,75	18	20,5	11910	19,75	17,5	21	22
467	K	10%	22.3.2011	14665	18,75	21,25	20,25	22,5	12607	22	22	23,5	22,5
468	K	10%	22.3.2011	15542	10,5	17	13	19	15818	13,5	18,25	14,5	17,5
469	K	10%	22.3.2011	17914	12,75	13,75	15,75	15,25	16836	15,25	11	17	15
470	K	10%	22.3.2011	12522	12,75	16,5	14,25	25,25	14390	14,5	13,75	26,75	20,75
471	K	10%	22.3.2011	15428	16,25	16	19,75	19	8440	8,5	7	11	8,25
472	K	10%	22.3.2011	14045	17,25	16,5	17,5	20	13552	15,75	15,5	20,25	15,25
473	T	10%	22.3.2011	15200	12,5	12,25	16,25	17,25	11641	10,25	8,75	10,75	13,5
474	T	10%	22.3.2011	17218	17,5	19,5	17,75	27,25	14018	16,25	18,5	21,75	21,25
475	T	10%	22.3.2011	13731	11,25	7	12	7	15130	12,25	9	13,5	11,75
476	T	10%	22.3.2011	14992	11,75	13,25	13,5	14,5	18530	17,25	15,25	21,75	16,5
477	T	10%	22.3.2011	15800	17,5	16,5	20,5	20,25	18099	17	15,5	18,75	17,25
478	T	10%	22.3.2011	15445	20	8,75	25,75	12,25	14533	14,5	14,5	17,25	18,25
479	T	10%	22.3.2011	13769	10,5	20,75	18	25,25	17958	12,25	20,75	20	34

se nadaljuje...

480	T	10%	22.3.2011	21367	11	24,25	15,75	30,25	18381	10,75	24,5	9,5	36
481	K	20%	23.3.2011	12037	22,75	4,25	24,5	6	8364	12,75	5	14,75	7
482	K	20%	23.3.2011	18233	12	19,5	12,75	23	3101	3	6	4,5	5,75
483	K	20%	23.3.2011	885	1	2,25	1,5	2,75	3380	2,5	3,75	2,75	4,75
484	K	20%	23.3.2011	16855	11,5	12,5	15,25	16,5	19898	20	18,25	20,25	21
485	K	20%	23.3.2011	3944	7	5,5	12,25	8,25	10902	20,5	16,25	22,5	22
486	K	20%	23.3.2011	9842	10,75	12	11,75	16,25	2870	1,5	6	3,75	7,25
487	K	20%	23.3.2011	15580	14	16	19,25	21,75	15735	14,5	16,25	19,5	20,75
488	K	20%	23.3.2011	14688	11	14,5	14,5	18	15231	12,25	16,25	15,75	16
489	T	20%	23.3.2011	8113	7,5	9,25	10	14,5	6705	8,25	7,75	14,25	12
490	T	20%	23.3.2011	4480	3,5	3,5	4,25	5,25	8253	10,75	9,75	14,5	10,75
491	T	20%	23.3.2011	1357	1,5	1,75	1,75	1,75	1127	2	2	2,25	3,5
492	T	20%	23.3.2011	13917	11,25	28,25	14,75	28,25	11692	12,75	30,25	15,5	33,75
493	T	20%	23.3.2011	13196	20,5	18,25	22,75	25	13067	18,25	20,5	19,5	27
494	T	20%	23.3.2011	5481	11,5	6	11,25	14,75	3988	5,25	3,75	8	5,5
495	T	20%	23.3.2011	17875	17,75	14,75	20	25,25	18726	17	18,75	22,75	28,25
496	T	20%	23.3.2011	17206	16,5	8,5	24	17,75	17662	20,75	13	29,25	16,25
497	K	30%	24.3.2011	13934	12	8,75	14,75	11	15407	15,75	15	16	15,75
498	K	30%	24.3.2011	17222	14	17,25	19	18	18900	12	27	14,5	31,25
499	K	30%	24.3.2011	12895	5,25	12,75	6	14,25	15779	6,75	12,5	8,25	14,75
500	K	30%	24.3.2011	7294	9	2,25	9,5	2,5	12148	7,75	7,75	9,25	10
501	K	30%	24.3.2011	7220	6,75	9,5	7,5	10,25	11343	11,5	12,5	14	14,5
502	K	30%	24.3.2011	2020	1,75	2,25	3	3,25	7084	2	10,5	2,75	11,25
503	K	30%	24.3.2011	3762	9,25	3,25	14,25	3,75	9219	12	6,25	14,75	8,75
504	K	30%	24.3.2011	4733	4,25	4,75	5,5	6,75	13217	9,5	12,75	10,25	16
505	T	30%	24.3.2011	8066	18,25	8,25	18,75	9,75	13260	18,25	12,75	16,75	16
506	T	30%	24.3.2011	6774	7,5	9,25	7,5	12,25	12716	9,75	15,5	12,75	21
507	T	30%	24.3.2011	6464	8,25	9,25	10,25	12,5	8300	10	14,75	9,75	16
508	T	30%	24.3.2011	15088	20	8,25	21,5	12	18302	26,75	11,5	30,5	14,75
509	T	30%	24.3.2011	7223	11,5	9,75	14,75	11,25	13014	20,75	18,75	25	21
510	T	30%	24.3.2011	6324	10,5	10,25	12,75	11,5	6817	12	5,25	14,25	7,75
511	T	30%	24.3.2011	10003	10,25	14,75	12	16,5	13522	11,75	17,5	16,5	18,25
512	T	30%	24.3.2011	8080	13,5	6,75	14,5	9,25	12735	10,25	16,25	18,5	19,5
513	K	40%	28.3.2011	17357	10,5	20	14,25	22,25	14655	15	19	16,25	20
514	K	40%	28.3.2011	13006	13	7,75	14,75	11,5	17101	17,25	11,75	19,75	15,25
515	K	40%	28.3.2011	6105	7,5	5,25	8,5	6,5	14341	10,25	14,75	15,25	19,25
516	K	40%	28.3.2011	11650	10,75	20	14	20,25	14469	15	15,75	19,25	18,5
517	K	40%	28.3.2011	11702	15,5	11,75	18,5	13	15166	14,25	13,5	17	13
518	K	40%	28.3.2011	9300	7	8,5	9,75	14,25	15466	9,5	14,5	10,25	17
519	K	40%	28.3.2011	9556	5	7,75	9	8,75	9985	7,25	4,5	8,5	6,5

se nadaljuje...

520	K	40%	28.3.2011	9427	8,25	9,25	8,25	11,75	14226	13,25	16,75	16	19
521	T	40%	28.3.2011	16792	26,5	7,5	26,5	9,75	16686	20	8,5	21	9
522	T	40%	28.3.2011	15150	13	23,75	15,75	27,25	18091	26	18,75	32,5	23,5
523	T	40%	28.3.2011	14114	7,25	9,5	10,75	11	17356	13,25	11,25	14,75	14,25
524	T	40%	28.3.2011	12706	14,5	7,5	16,25	10,25	15673	13	16,75	14,75	18
525	T	40%	28.3.2011	9430	13,25	11,75	14,75	15	11749	7,75	17,25	10	20
526	T	40%	28.3.2011	12004	9	11,5	10,75	14,75	12326	7,5	11	9,25	14,5
527	T	40%	28.3.2011	4116	6	5,5	8	7,75	7172	9,25	6	9,75	6,25
528	T	40%	28.3.2011	12659	13	13,25	19,75	18	2372	1,5	3,75	4,75	3,75
529	K	50%	29.3.2011	17468	13,75	22,25	16,75	23,5	18224	20,25	18,5	24,5	20,5
530	K	50%	29.3.2011	13314	8,5	10,25	9,5	11,25	16015	8,5	14	9,25	16,5
531	K	50%	29.3.2011	7911	5,25	9,75	6,5	12	11129	6,25	12,75	6,75	14,75
532	K	50%	29.3.2011	3316	8	2	9,75	2,75	10045	8,5	11,25	10,75	11,75
533	K	50%	29.3.2011	8782	8,25	11,25	10,5	14	14614	17,75	11	20	15,75
534	K	50%	29.3.2011	5195	4,25	6,25	5	7,25	8981	10,25	7	13	8,25
535	K	50%	29.3.2011	1827	1,25	4,25	1,5	4,5	12511	8,5	10,5	8,75	12
536	K	50%	29.3.2011	4908	3,25	8,5	6,75	8,5	5764	11,25	6,75	13,25	10,25
537	T	50%	29.3.2011	8568	17	8,5	19,75	11,75	13247	15,75	12,25	19,75	15
538	T	50%	29.3.2011	2338	4,25	4	7,25	2,75	14300	14,25	23	16,75	23,25
539	T	50%	29.3.2011	7707	4,25	13,25	4,5	14,75	11783	4,5	14,25	12,5	18,25
540	T	50%	29.3.2011	10633	10,5	22	11	27	15872	10,5	30	14,25	32,5
541	T	50%	29.3.2011	9703	10,25	8,25	14,5	10,25	14590	13,75	16,75	14,25	17,25
542	T	50%	29.3.2011	10126	13,25	14,5	17,75	20,25	10298	14	11,5	15,25	17,5
543	T	50%	29.3.2011	11566	9,25	17,75	13,5	20	14072	18,25	19,5	19,25	24,5
544	T	50%	29.3.2011	6392	10,25	12,25	12,5	12,25	10951	12	18	14,25	19,75
545	K	60%	30.3.2011	7887	2	9,5	2,25	11,5	10671	10,75	3	10,5	3,25
546	K	60%	30.3.2011	10720	10,75	11	11,75	14,5	15048	9,25	12,75	13	15
547	K	60%	30.3.2011	3554	4,75	3,75	7,75	4,5	6622	7,75	7,25	8,75	10,25
548	K	60%	30.3.2011	5016	8,25	3,5	11	7,25	7657	5,75	8	7	7,75
549	K	60%	30.3.2011	14630	9,75	15	12,25	17	13901	12,5	12	18,25	15,5
550	K	60%	30.3.2011	13334	10	10,75	12	12,25	16759	17,25	15	19,25	14,75
551	K	60%	30.3.2011	12454	21,25	12	22,5	15,25	15348	18,5	13,75	23	18,75
552	K	60%	30.3.2011	10468	8	16,5	9	19,5	12886	11,5	18	15,75	19,5
553	T	60%	30.3.2011	11385	10,25	17	12	20,75	14709	14	15	17,25	21,5
554	T	60%	30.3.2011	7483	7,5	14,75	12,25	14,75	9667	12,25	12,25	12,75	18,5
555	T	60%	30.3.2011	5964	11,25	4	12	5	11005	9	9,75	13,25	11,25
556	T	60%	30.3.2011	7702	9,25	8,75	11	7,5	9171	8	12,5	11	14
557	T	60%	30.3.2011	15172	14,5	12	19,5	18,5	12706	5,5	20,25	9	20
558	T	60%	30.3.2011	11475	11,5	11,5	14,75	13,25	13834	10,75	14,5	11,5	19
559	T	60%	30.3.2011	17032	18	13	24,25	16,5	17204	19,25	14,5	22,25	16,75
560	T	60%	30.3.2011	14133	9	15,25	9,5	21	16937	12,5	14,75	19,25	19

ETANOL 2. PONOVI TEV

Oznaka čebele	Skupina čebele Kontrolna/ testna	Koncentracija etanola	Datum izvedbe poskusa	PRED					PO				
				Opravljen pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer	Opravljen pot	Telesni obrat v levo smer	Telesni obrat v desno smer	Stezni obrat v levo smer	Stezni obrat v desno smer
561	K	0%	4.4.2011	7332	9,25	9,5	10,5	11,75	11026	11,5	13,5	19,25	15
562	K	0%	4.4.2011	3631	2,75	5,25	4,25	6,75	4525	2	1,25	6	3,25
563	K	0%	4.4.2011	14477	13,5	14	18,75	19,5	14649	16,25	17	18,75	20,75
564	K	0%	4.4.2011	9017	5	11,5	10	13,75	11187	11,25	12	12,5	12,5
565	K	0%	4.4.2011	6965	7	8,25	9,5	8	8955	6,25	13,5	10,25	17,5
566	K	0%	4.4.2011	13652	10,25	19	19,5	28,25	12784	3	37,5	4,75	40,5
567	K	0%	4.4.2011	10079	7,75	7,25	10,25	8,75	11152	5	9,75	6,75	13,5
568	K	0%	4.4.2011	7938	10,5	5,25	13	8,75	11139	11	5,25	14,5	8,25
569	T	0%	4.4.2011	1010	2,25	1	4	4	785	2	2	2,5	2,25
570	T	0%	4.4.2011	14106	16,75	7,75	19	10,25	13723	12,5	15,75	13,5	18
571	T	0%	4.4.2011	11465	9,25	7,25	11,75	10,25	11484	8,75	8,75	10	10,5
572	T	0%	4.4.2011	10641	8,75	13	11,5	16,75	13026	9	10,75	11,25	13,75
573	T	0%	4.4.2011	6508	6,25	4	6,75	9	7643	6,75	5,75	8,5	8,5
574	T	0%	4.4.2011	13549	8,25	19,5	12,5	26,75	13744	10,25	27,25	14	28
575	T	0%	4.4.2011	4261	4,75	4,5	5,25	7,5	7075	8,5	6	9,5	9,75
576	T	0%	4.4.2011	10080	9,5	8,5	10,5	9	12187	10,75	11	13,25	13,5
577	K	10%	5.4.2011	10476	8,75	13,25	12,75	15,5	2496	1,5	3,75	4	5,25
578	K	10%	5.4.2011	12960	14,25	10,75	17,75	13,25	13220	21,25	12,5	23,75	16,25
579	K	10%	5.4.2011	14683	17,25	17,75	17,75	19,5	15550	14,75	17,5	16,75	17
580	K	10%	5.4.2011	2501	1,5	2,75	2,5	5	1672	2	2,5	1	3,25
581	K	10%	5.4.2011	3527	3,75	7	5,25	8,25	8631	7,75	9,75	9,75	15,25
582	K	10%	5.4.2011	11021	9,5	15,5	8,75	17,25	14716	12,25	19,5	15,75	21,5
583	K	10%	5.4.2011	14155	6,5	13,5	12	16,25	15488	10,5	13,25	12,75	15
584	K	10%	5.4.2011	13230	14,5	14	17,75	15	16192	17,75	19	19,5	24,25
585	T	10%	5.4.2011	9642	9,75	12,5	15,75	18	1594	1,5	3	3,25	3
586	T	10%	5.4.2011	8227	8,75	14	12	17,25	3223	2,75	1,25	2,5	1,25
587	T	10%	5.4.2011	7777	9,75	5,75	12,75	8,75	2794	1	3,25	4,5	4
588	T	10%	5.4.2011	15321	12,25	15,25	13,75	18,25	15979	9	20,5	10	23
589	T	10%	5.4.2011	11855	11,5	10,75	12	15,75	17335	20,25	10,5	19,75	14,25
590	T	10%	5.4.2011	9120	9,75	12	12,5	13,75	9953	9,5	17,25	12,25	17
591	T	10%	5.4.2011	10171	16,75	20,25	19,75	26	11671	19,25	26,25	27,75	26,5

se nadaljuje...

592	T	10%	5.4.2011	12649	14,25	20,5	16,5	25,5	13587	14,25	17	19,25	21,25
593	K	20%	6.4.2011	18898	12,75	20,25	16,25	25	19214	15,75	20,25	20,5	26,75
594	K	20%	6.4.2011	15241	19,5	18,75	24,25	27,25	13549	16,75	14	28,5	17,5
595	K	20%	6.4.2011	11325	8,25	14,75	11	15,5	9200	11	9	13	11,25
596	K	20%	6.4.2011	15384	10,25	18,5	14	23,25	15773	19,5	17	22,5	20
597	K	20%	6.4.2011	3576	6,5	2,5	6,75	3	9349	5,25	13,75	5,75	16,5
598	K	20%	6.4.2011	15528	15,75	16,75	17,5	21,25	14305	15,75	17,25	17,25	18
599	K	20%	6.4.2011	17929	14	13	15	14,5	17366	9,75	19,75	9,75	21,5
600	K	20%	6.4.2011	16707	15	20,25	15	22	16752	16,25	15,25	18,5	16,25
601	T	20%	6.4.2011	15543	12,75	16,5	14,25	18	15035	16,75	15,75	17	18
602	T	20%	6.4.2011	18360	14,5	18	17,25	21,25	16987	14	16	18	20,75
603	T	20%	6.4.2011	15177	11,75	19,5	13,75	26	13195	11	17,5	14,5	23
604	T	20%	6.4.2011	10947	10	10,5	10,5	19,25	11164	9,75	10,5	15,5	15,75
605	T	20%	6.4.2011	15181	12,5	17	15	19,5	14314	14,5	22,5	16,5	26,5
606	T	20%	6.4.2011	4569	7,5	10,25	8,25	11,25	9987	13,75	13	16,25	16
607	T	20%	6.4.2011	13892	10,25	14,5	11,5	15,5	14732	15,75	10,25	17	12,25
608	T	20%	6.4.2011	17741	17,75	15,75	19,75	18	15668	28,75	11,25	28	16,75
609	K	30%	7.4.2011	7320	11,75	11,75	13	13,75	8709	8,75	15	10,75	18,25
610	K	30%	7.4.2011	8419	7	11,5	6,75	14,5	14649	14,75	14,5	18,25	15,75
611	K	30%	7.4.2011	12173	13,75	19	13	20,25	11996	19,5	18	21,25	21
612	K	30%	7.4.2011	14273	13,75	13,25	15,25	15,75	13589	15	16	17,75	17,5
613	K	30%	7.4.2011	13745	13,25	15,75	13	22	13800	15,5	15,5	14,5	22,75
614	K	30%	7.4.2011	14127	14,25	20,75	16	24,5	17039	15,75	23,25	19,25	23,5
615	K	30%	7.4.2011	2848	2,75	2,5	6	5	6781	9,75	11	11,5	15
616	K	30%	7.4.2011	15694	8,25	24,5	10	26,25	6753	6,5	6	8,25	8,25
617	T	30%	7.4.2011	13796	17,5	16,75	20,75	22,25	14007	18	21,75	25,25	22,5
618	T	30%	7.4.2011	17960	11,25	27,5	12,75	35	19307	12,75	30	16,25	33,25
619	T	30%	7.4.2011	13389	10,75	19	15	20,75	12921	11	18,75	13,25	20,75
620	T	30%	7.4.2011	10834	16,5	15,75	12,75	16,5	11055	11,75	14,25	15	16
621	T	30%	7.4.2011	15713	17,25	20	22,5	24,5	13423	20,25	19,75	20,75	28,5
622	T	30%	7.4.2011	5808	6,25	9,5	5,25	12	11677	5,75	16,5	9,25	21,75
623	T	30%	7.4.2011	13263	12,5	11,75	17	14,5	14559	17	17,75	16,5	20,75
624	T	30%	7.4.2011	18786	18,25	18,75	29,75	27	19538	15,25	20,75	30	30,25
625	K	40%	11.4.2011	13790	10,75	11	15,75	13,5	15114	16,75	17,75	18	24,25
626	K	40%	11.4.2011	13623	14,5	16,75	17,25	19,25	11291	13,5	9,75	14,25	10,75
627	K	40%	11.4.2011	6737	6	8,75	6,25	10,5	13417	11,25	11,25	13,75	13,75
628	K	40%	11.4.2011	7113	11	10,75	10,5	14,5	10661	11,5	11,75	14,25	14,25
629	K	40%	11.4.2011	6287	8	9,25	13,25	10,25	10551	5,25	15,25	8,75	22,5
630	K	40%	11.4.2011	8320	4,75	12,75	6	14,25	12123	11	14	14,75	14,25
631	K	40%	11.4.2011	9907	7	13,5	8,25	17,25	10759	4	15,75	5	15,75

se nadaljuje...

632	K	40%	11.4.2011	4358	3	7,25	3,5	7,5	10710	10	7,5	10	9,25
633	T	40%	11.4.2011	8417	15	9,75	21,25	10,5	11559	12	15,5	14,25	17,75
634	T	40%	11.4.2011	15308	18,5	14,25	22	17,75	14181	12,25	17,5	15,5	19
635	T	40%	11.4.2011	11337	12	5,75	12	6,5	13861	10,75	12	12,25	19,25
636	T	40%	11.4.2011	8274	8,25	10,25	10,5	14	14459	15	14,75	16,75	15
637	T	40%	11.4.2011	11208	13,25	12,25	18,75	13,5	11872	12,75	11,5	19,25	18,25
638	T	40%	11.4.2011	5020	6,25	3,5	6,75	5,5	12447	11,25	9,75	15	11,75
639	T	40%	11.4.2011	16263	15	11,75	16,75	16,5	15930	12	17,5	13,25	19
640	T	40%	11.4.2011	12146	10,25	11	13,5	13,75	13465	13,5	13,75	15,75	16,25
641	K	50%	12.4.2011	12023	17	18,5	23	29,75	14860	12,5	22,25	20,25	31
642	K	50%	12.4.2011	12633	9,75	10,25	12	13,5	13576	10,5	15,75	11	17
643	K	50%	12.4.2011	17195	20,25	16,5	23,25	19,5	16441	24,5	14,5	27,75	17
644	K	50%	12.4.2011	12772	12,25	12,25	13,5	14,25	14264	10	13	12	16,25
645	K	50%	12.4.2011	9231	10,5	20	14,25	24	11692	14	11,75	17	16
646	K	50%	12.4.2011	15621	15,75	16,75	14,75	23,25	14536	17	13,75	21,75	15
647	K	50%	12.4.2011	15321	9,75	17,5	11,75	25	12820	12,5	12,25	15,5	14,75
648	K	50%	12.4.2011	8477	11,25	9,75	12,25	12,25	9451	13	8,25	15,5	9,25
649	T	50%	12.4.2011	14090	14,25	12	16	21,75	13473	14	18	22,5	21,5
650	T	50%	12.4.2011	18258	20,25	21,5	26,5	25	17311	11	28,5	17	32,75
651	T	50%	12.4.2011	7559	8,25	9,5	10,5	11,75	7508	8,25	4	13,75	7,5
652	T	50%	12.4.2011	2691	4,5	5	9,5	5,75	10742	7,75	22	7,75	28,75
653	T	50%	12.4.2011	17703	13,75	15,5	17,5	17,5	8733	7,75	17,5	9,25	17,5
654	T	50%	12.4.2011	15714	13,5	15	16	18	9737	19,25	9	25,75	15,75
655	T	50%	12.4.2011	2236	2,5	3,25	3,5	5,75	3469	5	3,75	5,25	2,5
656	T	50%	12.4.2011	2273	4,25	4	4,5	4,75	10066	14	13,25	18	16
657	K	60%	13.4.2011	18920	19,25	15,25	22,75	18,5	19078	21,25	13	23,5	14
658	K	60%	13.4.2011	18669	13,25	20,5	18	27,5	15665	15	18	22	21,75
659	K	60%	13.4.2011	16052	18,75	22,5	21,25	27	15866	10	35,25	15	41,5
660	K	60%	13.4.2011	17486	9,5	23,5	12	28,25	17203	18,75	15,25	22,25	16,25
661	K	60%	13.4.2011	18321	13	26,75	18	29,5	17291	13	19,5	14,75	25,5
662	K	60%	13.4.2011	18068	12	20,25	14,75	20,75	14992	13,25	17,25	16,75	17,5
663	K	60%	13.4.2011	15865	14,25	14	18,75	16,5	15661	11,75	22,25	15	27,5
664	K	60%	13.4.2011	15763	23	14,5	24,25	18	16286	23	14,75	26,5	13,5
665	T	60%	13.4.2011	16120	15,5	9	20,5	11,5	14034	19,75	8,5	24	13,75
666	T	60%	13.4.2011	16883	12	20	20,5	23	9431	10,5	12,25	15,5	17
667	T	60%	13.4.2011	15676	13	12,75	15,25	19,5	13131	11,5	19	13,5	19,75
668	T	60%	13.4.2011	16705	19	18,25	25,25	23,5	19874	22,5	16,25	32,5	22,5
669	T	60%	13.4.2011	19637	14,5	19	15,75	20,25	17396	14,5	19,75	16,75	20,25
670	T	60%	13.4.2011	19333	14,5	18,5	18,75	25,25	16531	12,75	20,25	16	25,5
671	T	60%	13.4.2011	19744	10,75	25,25	12,75	32,25	17287	15,25	21,5	18,25	23,25
672	T	60%	13.4.2011	14569	15,25	21	17,75	22	10401	8	20,75	7,75	27,5

PRILOGA B

Zbrani izračuni indeksov aktivnosti iz poskusov s čebelami v kletkah

MRVLJINČNA KISLINA

MRVLJINČNA KISLINA 1. ponovitev

INDEKSI AKTIVNOSTI TELESNIH OBRATOV

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	1,13	1,08	2,46	1,13	2,62	0,88	1,46
T2	1,39	1,08	2,31	0,85	0,62	1,31	1,07
T3	1,35	1,23	1,45	2,82	0,28	1,41	1,29
T4	0,99	1,30	0,77	1,79	1,45	0,90	0,72
T5	1,59	1,50	0,83	0,91	1,18	0,67	1,75
T6	2,07	1,01	1,48	0,88	1,59	0,77	3,66
T7	0,37	0,59	1,12	0,52	0,83	1,20	1,45
T8	0,24	0,85	1,25	0,49	0,99	0,94	1,24

INDEKSI AKTIVNOSTI OBRATOV POTI

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	1,09	1,09	2,31	0,86	1,20	0,77	1,86
T2	2,16	1,05	1,99	0,70	0,50	1,12	1,46
T3	1,45	1,21	1,14	2,36	0,24	1,29	1,57
T4	0,85	1,28	0,71	1,72	1,08	0,91	0,75
T5	1,43	1,52	1,05	1,01	1,34	1,07	1,58
T6	1,18	1,26	1,66	0,87	2,01	1,02	3,05
T7	0,37	0,51	1,29	0,61	0,75	1,13	1,05
T8	0,20	0,74	1,27	0,57	0,84	0,95	1,15

MRVLJINČNA KISLINA 2. ponovitev

INDEKSI AKTIVNOSTI TELESNIH OBRATOV

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	0,40	0,98	0,43	0,88	1,26	2,88	1,44
T2	0,59	0,83	0,29	0,84	1,10	3,42	0,13
T3	2,21	1,09	1,58	1,14	1,20	1,50	0,97
T4	0,72	0,66	0,85	0,61	0,35	1,25	0,16
T5	0,76	1,29	1,18	1,36	1,42	1,68	0,82
T6	0,64	0,64	0,81	4,17	0,76	1,80	1,26
T7	1,05	0,99	5,13	1,39	0,95	0,60	1,41
T8	0,78	0,73	1,56	1,35	1,00	0,85	1,23

INDEKSI AKTIVNOSTI OBRATOV POTI

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	0,51	1,00	0,41	0,90	1,29	3,36	1,80
T2	0,53	1,07	0,31	0,91	1,20	4,04	0,15
T3	2,19	1,23	1,60	1,27	1,04	1,48	0,82
T4	0,55	1,18	0,79	0,65	0,29	1,14	0,14
T5	0,85	1,61	1,19	1,83	1,36	1,74	1,01
T6	0,65	0,75	1,15	4,49	1,16	1,61	1,14
T7	1,13	0,98	4,34	1,11	1,22	0,66	1,36
T8	1,03	0,72	1,44	1,13	1,24	0,90	1,15

MLEČNA KISLINA

MLEČNA KISLINA 1. ponovitev INDEKSI AKTIVNOSTI TELESNIH OBRATOV

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	1,07	0,74	1,01	1,04	0,86	1,15	0,87
T2	1,35	0,71	0,85	1,06	0,75	0,91	1,19
T3	1,29	1,41	1,07	1,47	0,54	0,95	0,78
T4	0,61	1,99	0,75	1,09	1,17	0,84	1,43
T5	1,06	0,73	4,46	1,08	1,09	0,93	0,76
T6	1,41	0,89	1,35	1,00	1,28	0,61	0,72
T7	1,05	0,86	1,15	0,81	0,86	1,09	1,50
T8	1,05	1,58	0,94	0,84	1,33	1,06	0,40

INDEKSI AKTIVNOSTI OBRATOV POTI

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	1,47	0,82	0,98	0,99	0,97	0,95	1,07
T2	1,07	0,67	0,73	1,05	0,61	1,17	1,52
T3	1,06	1,03	1,27	1,58	0,92	0,76	0,62
T4	0,63	1,58	1,03	1,13	1,16	0,91	1,39
T5	1,05	0,55	4,51	1,16	1,37	1,08	0,85
T6	1,15	0,69	1,24	1,16	1,65	0,74	0,62
T7	1,04	0,76	0,87	0,96	0,80	1,22	1,54
T8	1,00	1,37	0,83	0,97	2,17	1,35	0,52

MLEČNA KISLINA 2.ponovitev INDEKSI AKTIVNOSTI TELESNIH OBRATOV

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	0,95	0,76	2,09	0,87	0,68	0,98	0,99
T2	1,16	0,93	6,40	1,12	0,99	4,04	1,02
T3	1,33	1,04	0,75	1,19	1,14	0,69	0,87
T4	0,82	1,16	0,67	1,14	1,06	0,80	0,80
T5	0,99	0,98	0,80	1,03	0,83	1,08	0,78
T6	1,04	1,03	0,41	0,46	0,75	0,60	0,88
T7	1,06	1,49	1,03	0,62	0,96	0,65	1,02
T8	0,91	1,41	1,26	0,69	0,14	0,62	1,05

INDEKSI AKTIVNOSTI OBRATOV POTI

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	0,91	0,73	2,22	0,93	0,73	0,95	1,13
T2	1,30	0,97	5,50	1,38	1,15	3,45	1,11
T3	1,24	1,27	1,21	0,86	0,91	1,13	1,30
T4	0,88	1,31	0,85	1,03	0,84	0,87	1,22
T5	1,06	0,78	0,85	1,00	0,98	0,82	0,60
T6	1,13	0,83	0,45	0,51	0,90	0,56	0,86
T7	1,08	1,74	1,15	0,74	0,77	0,63	0,82
T8	1,14	1,38	1,11	0,97	0,17	0,66	1,08

ETANOL

ETANOL 1. ponovitev

INDEKSI AKTIVNOSTI TELESNIH OBRATOV

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	1,38	1,06	0,81	1,19	1,21	0,98	0,87
T2	1,56	0,98	0,87	1,03	1,44	1,05	0,99
T3	0,47	0,53	1,48	4,03	1,56	0,87	1,15
T4	2,52	2,11	0,62	2,67	2,32	1,48	0,68
T5	1,71	1,14	0,29	1,23	0,88	1,29	0,73
T6	0,75	1,12	0,41	1,37	1,03	1,65	0,80
T7	5,31	0,97	2,86	2,08	0,71	1,16	1,05
T8	1,20	1,03	1,22	1,16	0,74	0,74	1,12

INDEKSI AKTIVNOSTI OBRATOV POTI

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	1,02	0,97	0,60	1,44	1,41	0,98	1,20
T2	1,09	1,07	0,74	1,01	1,34	1,15	1,23
T3	0,50	0,47	1,38	4,89	1,29	0,80	1,07
T4	2,26	1,69	0,59	3,08	2,20	1,32	0,54
T5	1,50	1,18	0,24	1,11	0,82	1,30	0,96
T6	0,45	0,98	0,45	1,27	1,11	1,30	0,94
T7	6,58	0,95	2,70	2,19	0,83	1,03	1,03
T8	1,03	0,90	1,16	1,12	0,95	0,82	1,21

ETANOL 2. ponovitev

INDEKSI AKTIVNOSTI TELESNIH OBRATOV

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	1,17	0,24	1,19	0,92	1,02	1,11	1,17
T2	1,09	0,21	0,99	0,87	0,83	0,86	0,72
T3	0,83	0,29	0,84	0,87	1,02	0,68	1,11
T4	0,71	1,15	0,90	0,70	1,28	3,09	0,97
T5	0,90	1,00	1,00	0,98	0,73	0,96	1,17
T6	1,00	0,89	1,20	1,29	1,64	1,11	1,14
T7	1,55	0,99	1,07	1,64	0,91	1,60	0,94
T8	1,20	0,72	1,22	1,11	1,06	3,46	0,73

INDEKSI AKTIVNOSTI OBRATOV POTI

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
T1	0,45	0,22	1,08	0,85	0,99	1,15	1,26
T2	0,82	0,15	1,00	0,79	0,85	0,95	0,80
T3	0,90	0,47	0,90	0,79	1,27	0,92	0,89
T4	0,85	1,21	1,00	0,88	0,97	2,31	1,05
T5	0,96	0,78	1,05	0,99	0,84	0,84	1,15
T6	0,96	0,71	1,39	1,70	1,59	1,33	1,05
T7	1,43	1,01	1,09	1,30	0,89	0,93	0,87
T8	1,30	0,82	1,19	1,17	1,07	4,09	0,83

