Usporedba bioloških svojstava triju uzgojnih linija sive pčele (Apis mellifera carnica P. 1879)

Nikšić, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:007687

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Usporedba bioloških svojstava triju uzgojnih linija sive pčele (*Apis mellifera carnica* P. 1879)

DIPLOMSKI RAD

Maja Nikšić

Zagreb, srpanj 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij: Genetika i oplemenjivanje životinja

Usporedba bioloških svojstava triju uzgojnih linija sive pčele (*Apis mellifera carnica* P. 1879)

DIPLOMSKI RAD

Maja Nikšić

Mentor: prof. dr. sc. Dragan Bubalo
Neposredni voditelj: dr. sc. Saša Prđun

Zagreb, srpanj, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Maja Nikšić,** JMBAG 0178092004, rođena dana 04.02.1993. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

Usporedba bioloških svojstava triju uzgojnih linija sive pčele (*Apis mellifera carnica* P. 1879)

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Maje Nikšić**, JMBAG 0178092004, naslova

Usporedba bioloških svojstava triju uzgojnih linija sive pčele (*Apis mellifera carnica* P. 1879)

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. prof. dr. sc. Dragan Bubalo mentor _____

   dr. sc. Saša Prđun neposredni voditelj _____

2. doc. dr. sc. Maja Ferenčaković član _____

3. doc. dr. sc. Lidija Svečnjak član _____

Sažetak

Diplomskog rada studentice Maje Nikšić, naslova

Usporedba bioloških svojstava triju uzgojnih linija sive pčele (*Apis mellifera carnica P.* 1879)

U suvremenom se pčelarstvu najviše pozornosti posvećuje povećanju gospodarske koristi, stoga pčelarska proizvodnja uvelike ovisi o selekciji. Naime, u selekciji pčela brzina proljetnog razvoja, intenzitet rojenja, agresivnost, mirnoća pčela na saću, proizvodnost i tolerantnost na bolesti su najvažnija svojstva koja se koriste kao kriteriji u različitim selekcijskim programima. Stoga je cilj ovog rada bio usporediti dinamiku razvoja legla, broj pčela na saću, jakost, ponašanje i prinos meda između pčelinjih zajednica od triju uzgojnih linija (A, B, C) sive pčele *(Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879). Istraživanje je bilo provedeno na ukupno devet pčelinjih zajednica, po tri zajednice od svake uzgojne linije. Svakih 15 dana na svakoj pokusnoj zajednici pratila se jakost pčelinjih zajednica, broj pčela na saću i dinamika razvoja legla „Liebefeld“ metodom, a ponašanje pčela kroz agresivnost, mirnoću pčela na saću i rojidbeni nagon prema standardnom kriteriju (Ruttner, 1972). Također se utvrdio i prinos meda po pčelinjoj zajednici između istraživanih linija. U istraživanju su ustanovljene statistički značajne razlike između uzgojnih linija A (18 734) i B (14 935) i linija B i C (19 312) u prosječnom broju pčela na saću, međutim ona nije utvrđena s obzirom na dinamiku razvoja legla. S obzirom na jakost pčelinjih zajednica utvrđena je statistički značajna razlika između uzgojnih linija B (39 202) i C (50 334). U ponašanju pčela (agresivnost i mirnoću pčela na saću) između uzgojnih linija nije bila utvrđena statistički značajna razlika, dok je kod rojidbenog nagona bila utvrđena između uzgojnih linija A (2,90) i C (3,54), te B (2,58) i C. S obzirom na prosječni prinos meda između uzgojnih linija nije bila utvrđena statistički značajna razlika.

Ključne riječi: *Apis mellifera carnica*, dinamika razvoja legla, jakost zajednica, ponašanje pčela, prinos meda

Summary

Of the master's thesis - student Maja Nikšić, entitled

Comparison of biological traits of three breeding lines of Carniolan bee (*Apis mellifera carnica* P. 1879)

In modern beekeeping the most attention is focused on increasing economic benefits, so the beekeeping production greatly depends on selection. In the selection of honey bees, the most important biological traits used as criteria in different selection programs are the speed of spring development, swarming tendency, aggressiveness, calmness on the comb, productivity and tolerance to diseases. Therefore, the aim of this study was to compare the dynamics of brood developement, number of bees on the comb, strength, behavior and honey production between honey bee colonies from three breeding lines of Carniolan bee *(Apis mellifera carnica* P.,1879). The study was conducted on a total of nine colonies, three colonies per three breeding lines (A, B and C). The colony strength, number of bees on the comb and development of brood were observed by the Liebefeld method every 15 days on each experimental colony and the behavior of the bees through aggressiveness, calmness on the comb and the swarming tendency was evaluated according to the standard criterion (Ruttner, 1972). Also, the honey production per colony was compared between the investigated lines. The results have revealed statistically significant differences between breeding lines A (18 734) and B (14 935), and lines B and C (19 312) in the average number of bees on the comb but were not determined for dynamics of brood development. A statistically significant difference between breeding lines B (39 202) and C (50 334) was established for the strength of the honey bee colonies. There was no statistically significant difference between the breeding lines for the aggressiveness and calmness on comb, while in the case of the swarming tendency it was observed between breeding lines A (2,90) and C (3,54), and B (2,58) and C. Considering the average honey yield the statistically significant difference between the breeding lines was not determined..

Keywords: *Apis mellifera carnica*, dynamics of brood developement, colony strength, honey bee behavior, honey production

Sadržaj

1. Uvod 1
1.1. Hipoteze i cilj istraživanja 1
2. Pregled literature 2
2.1. Pčelinja zajednica 2
2.2. Siva pčela 2
2.3. Uzgojni program sive pčele 3
2.4. Selekcija 5
2.4.1. Selekcijski modeli 6
2.5. Biološka svojstva 7
2.5.1. Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla 7
2.5.2. Agresivnost i mirnoća pčela na saću 10
2.5.3. Rojidbeni nagon 11
2.5.4. Prinos meda 12
3. Materijali i metode istraživanja 14
3.1. Pčelinje zajednice 14
3.2. Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla 14
3.3. Ponašanje pčela 16
3.3.1. Agresivnost 16
3.3.2. Mirnoća pčela na saću 16
3.3.3. Rojidbeni nagon 17
3.4. Prinos meda 17
3.5. Statistička obrada podataka 17
4. Rezultati i rasprava 18
4.1. Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla 18
4.2. Ponašanje pčela 21
4.2.1. Agresivnost 21
4.2.2. Mirnoća na saću 21
4.2.3. Rojidbeni nagon 22
4.3. Prinos meda 23
5. Zaključak 24
6. Literatura 25
Životopis 28

1. Uvod

Medonosna pčela ili Zapadna pčela (*Apis mellifera* L.) je najrasprostranjenija vrsta pčele u svijetu zbog svoje ekološke i ekonomske važnosti. Kako se u suvremenom pčelarenju sve više pozornosti posvećuje poboljšanju gospodarskih svojstava medonosne pčele, uspjeh pčelarske proizvodnje uvelike ovisi o selekciji. Opće je poznato da su fiziološka i morfološka svojstva te ponašanje pčela posljedica nasljednih potencijala izraženih u specifičnim uvjetima okoline. Stoga su u uzgoju pčela važni selekcijski ciljevi i kriteriji. Brzina proljetnog razvoja, intenzitet rojenja, agresivnost, mirnoća pčela na saću, proizvodnost i tolerantnost na bolesti su najvažnija biološka svojstva koja se koriste u selekciji kao selekcijski kriteriji. U Republici Hrvatskoj autohtona je pasmina siva pčela (*Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879). U svijetu je poznata kao jedna od najmirnijih i najproduktivnijih pasmina medonosnih pčela. Stoga je svrha uzgojnog programa u Republici Hrvatskoj očuvati njezinu autohtonost i poboljšati joj gospodarska svojstva, a poboljšanjem svojstva uzgojenih matica sive pčele, kroz stalnu selekciju, povećat će se i gospodarska korist od pčelarstva u Republici Hrvatskoj.

1.1. Hipoteze i cilj istraživanja

Polazeći od činjenice da postoje dva sustava selekcije u pčelarstvu. Prvi koji se zasniva na provedbi selekcije u velikim selekcijskim centrima, a uzgajivači matica umnažaju selekcionirane matice za potrebe pčelara te drugi koji se provodi kod samih uzgajivača matica, gdje oni provode selekciju na svom genetskom materijalu i izdvajaju matice koje su najbolje prilagođene lokalnim klimatskim i pašnim uvjetima. U ovom se istraživanju radilo o drugom sustavu te su u njemu bile uključene uzgojne linije sive pčele od tri uzgajivača matica. Kako su one potjecale od uzgajivača iz podjednakog podneblja za pretpostaviti je bilo da se uzgojne linije neće razlikovati s obzirom na jakost, broj pčela na saću i dinamiku razvoja legla, a da će se razlikovati u ponašanju (agresivnost, mirnoća pčela na saću i rojidbeni nagon) i prinosu meda. Stoga je cilj istraživanja bio između tri uzgojne linije usporediti jakost pčelinjih zajednica, broj pčela na saću, dinamiku razvoja legla, ponašanje pčelinjih zajednica (agresivnost, mirnoća pčela na saću, rojidbeni nagon) i prinos meda.

2. Pregled literature

2.1. Pčelinja zajednica

Medonosna pčela (*A. mellifera*) prema svojem načinu života je zadružni kukac što znači da kao jedinka ne može živjeti solitarno i izvan pčelinje zajednice vrlo brzo ugiba. Pčelinja se zajednica sastoji od nekoliko desetaka tisuća jedinki i u kojoj razlikujemo tri tipa kasti: maticu, radilice i trutove. Svakom zajednicom upravlja jedna matica, jedino spolno zrela ženka i čija je primarna uloga reprodukcija. Radilice su najbrojniji članovi zajednice, iako su ženke i posjeduju sve dijelove spolnih organa, ali su oni zakržljali, stoga nemaju reproduktivnu ulogu, već obavljaju sve ostale poslove u zajednici (uzgajanje legla, gradnja saća, čišćenje košnice, obrana zajednice, skupljanje hrane i niz drugih poslova), a koji su podijeljeni prema njihovoj dobi. Trutovi su spolno razvijeni muški članovi zajednice i njihov broj u zajednici iznosi nekoliko stotina. Njihova je uloga u zajednici reprodukcijske naravi, no osim reprodukcije pomažu pri grijanju legla te pozitivno utječu na radno raspoloženje zajednice.

Ženke medonosnih pčela (matica i radilice) su diploidne jedinke i razvijaju se iz oplođenih jaja te sadrže ukupno 32 kromosoma. Trutovi su haploidne jedinke i nose samo 16 kromosoma zbog toga što se razvijaju iz neoplođenih jaja. Trutovi nasljeđuju samo majčinske kromosome. Reprodukcija razvojem iz neoplođene gamete naziva se partenogeneza. Zbog partenogeneze rodbinski su odnosi unutar pčelinje zajednice dosta složeni. Unutar jedne pčelinje zajednice se nalazi oko 15 do 25 potporodica, odnosno skupina radilica koje imaju istog oca. Svaka potporodica se sastoji od radilica supersestri. Supersestre imaju tri četvrtine istovjetnih gena jer su preko oca nastale iz genetski istovjetne osnove, a po majci imaju u prosjeku polovicu istovjetne genetske osnove (Kezić i sur., 2009). Radilice iz različitih potporodica imaju istu majku, a različite očeve te sadrže jednu četvrtinu istovjetnih gena.

2.2. Siva pčela

Siva pčela (*A. mellifera carnica* P. 1879) je naša autohtona pasmina. Ime je dobila po boji dlačica koje su sive boje (slika 1). Zemljopisno je rasprostranjena na području Panonske nizine i Balkanskog poluotoka gdje su se pod utjecajem okolišnih i klimatskih uvjeta razvila tri njezina ekotipa: alpski, panonski i mediteranski. Navedeni se ekotipovi razlikuju samo po ponašanju, odnosno njihova su biološka

svojstva prilagođena klimi, reljefu i biljnom pokrovu. Poznata je kao najmirnija i najproduktivnija pasmina pčela (Akyol i sur. 2014). Također ju odlikuje brzi proljetni razvoj, zatim prezimljavanje u malim zajednicama, kao i prilagođenost količine legla i broja pčela izdašnosti paše te mirnoća na saću i nesklonost grabežu. Međutim ima jedno negativno svojstvo, a to je jak rojidbeni nagon. Zbog svojih pozitivnih pasminskih svojstva rasprostranjena je po cijelome svijetu.



Slika 1. Radilica sive pčele

Izvor: https://www.biolib.cz/IMG/GAL/17870.jpg

2.3. Uzgojni program sive pčele

U Republici Hrvatskoj uzgojnim programom se želi očuvati autohtonost sive pčele te istaknuti njezina dobra gospodarska svojstva. Uzgojnim programom utvrđeni su ciljevi uzgoja kojima se želi poboljšati njezina gospodarska svojstva uvažavajući njenu raznolikost i specifične ekotipove. Jedan od važnih ciljeva je ujednačavanje kvalitete uzgojenih matica. Uzgajivači matica pod kontrolom Hrvatske poljoprivredne agencije provode selekciju matica u skladu s uzgojnim ciljevima na svojim pčelinjim zajednicama. Brzina proljetnog razvoja, intenzitet rojenja, agresivnost, mirnoća pčela na saću, proizvodnost i tolerantnost na bolesti su parametri koji se prate selekcijskim programima.

Prema uzgojnom programu svaki uzgajivač matica mora imati minimalno 100 proizvodnih zajednica koje moraju biti slobodne od bolesti. Sve proizvodne zajednice se unutar svakog pčelinjaka prate te se između njih svake godine odabiru matične zajednice za daljnji uzgoj matica. Na temelju procjena uzgojnih vrijednosti, uzgajivači biraju majke za uzgoj iduće generacije matica, a zajednice s najboljim biološkim i gospodarskim svojstvima koriste kao trutovske zajednice na oplodnim stanicama.

Uzgajivači prema uzgojnom programu provode masovnu selekciju autohtonih ekotipova sive pčele. Provodi se i uzgoj u „čistoj krvi“ zbog očuvanja autohtonosti pasmine uz odabir roditelja temeljem više svojstava: brzine proljetnog razvoja, proizvodnje meda, rojidbenog nagona, mirnoće na saću, agresivnosti i tolerantnosti na bolesti. U uzgoju matica se pazi da ne dođe do uzgoja u srodstvu te se u tu svrhu provodi test uzgoja u srodstvu i on ne smije pokazivati više od 12,5% praznih stanica saća s leglom. Svaki uzgajivač dostavlja Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji u test dvanaest matica sestara na početku proizvodne godine.

Ispitivanje svojstava matica vrši se na pčelinjacima uzgajivača matica i na neovisnim testnim stanicama. Testne stanice moraju imati najmanje 20 pčelinjih zajednica koje su smještene u istom tipu košnice. Testiranje matica započinje pripremnim razdobljem koji obuhvaća prijem matice u testnu stanicu i njezino uzimljavanje u tekućoj pčelarskoj godini. Matica se stavlja u zajednicu koja je osnovana iz umjetnog roja. Testiranje traje cijelu proizvodnu godinu, odnosno od uzimljavanja u tekućoj godini do uzimljavanja u narednoj godini. Testne stanice ocjenjuju i prate slijedeća genetska svojstva: povećanje produktivnosti, mirnoću na saću, agresivnost, rojidbeni nagon, tolerantnost na bolesti, brzinu proljetnog razvoja i uzgoj u srodstvu. Povećanje produktivnosti ocjenjuje se kroz proizvodnju meda koja se sastoji od prikupljenog meda tijekom godine i meda ostavljenog za zimovanje zajednice. Brzina proljetnog razvoja procjenjuje se kontinuiranim praćenjem zaposjednutosti broja ulica u zajednici. Broj okvira zaposjednutih s pčelama procjenjuje se prilikom svakog pregleda, a broj okvira s leglom najmanje tri puta godišnje. Ponašanje pčela (agresivnost, mirnoća na saću i rojidbeni nagon) ocjenjuje se ocjenama od 1 do 4. Tolerantnost na bolesti ocjenjuje se testom nagona za čišćenje legla i testom tolerantnosti na varoozu. U slučaju oboljenja testiranih zajednica od neke pčelinje bolesti, testirane se zajednice odmah izlučuju iz testa, odnosno uzgoja. Sve podatke pčelari na testnim stanicama bilježe u uzgojni karton, kojeg dostavljaju Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji radi obrade podataka i utvrđivanja uzgojne vrijednosti.

Testne stanice 60 dana nakon formiranja nukleusa obvezne su poslati od svake testirane zajednice 200 radilica radi morfometrijskih analiza koje se vrše zbog utvrđivanja pasminske pripadnosti. Od morfometrijskih analiza provode se sljedeći parametri: kubitalni indeks, diskoidalni pomak, dumb-bell indeks i korelacija između

indeksa. Ako analizirani morfometrijski parametri odstupaju od pasminskih karakteristika sive pčele za više od 12,5%, takve matice se isključuju iz daljnjeg uzgoja.

2.4. Selekcija

Kontrolirani uzgoj i selekcija omogućuju uspješno poboljšanje bioloških svojstava. Selekcija je postupak kojim se odabiru željena nasljedna svojstva jedinki koja se potom kroz selekcijski uzgoj poboljšavaju odabirom roditelja sa najboljim vrijednostima svojstava i prijenosom na buduće generacije. Loša se svojstva mogu umanjiti, a pozitivna poboljšati selekcijom, odnosno izlučivanjem loših i zamjenom sa selekcioniranim maticama (Bigio, 2014). Broj odabranih životinja odnosno postotak populacije koji će biti odabran za roditelj određuje se s selekcijskim intenzitetom koji predstavlja razliku prosjeka odabranih jedinki i cijele populacije. Pokazatelj intenziteta selekcije je selekcijski diferencijal koji predstavlja razliku između srednje vrijednosti selekcioniranih jedinki i prosjeka populacije. Rezultat selekcije predstavlja razliku između prosjeka fenotipske vrijednosti potomaka izabranih roditelja i prosjeka roditeljske generacije prije selekcije. U pčelarstvu je selekcijski napredak polagan zbog relativno kasnog upoznavanja reprodukcije pčela jer su prva temeljna istraživanja započela tek s razvojem košnica s pokretnim saćem sredinom devetnaestog stoljeća. Provedba selekcije pčela dosta je složena zbog poliandrije, odnosno sparivanja matice s velikim brojem trutova. Posljedica poliandrije su i vrlo složeni rodbinski odnosi unutar pčelinje zajednice.

Mogućnost prijenosa pojedinog svojstva na potomstvo ovisi o visini heritabiliteta. Heritabilitet je kvantitativna mjera nasljednosti izražena kao proporcija fenotipske varijabilnosti koja je genetski određena. Razlikujemo heritabilitet u širem smislu koji je definiran kao omjer genetske i fenotipske varijance, te heritabilitet u užem smislu koji predstavlja omjer aditivne i fenotipske varijance. Heritabilitet je vrlo važan parametar populacije koji se koristi u procjeni uzgojnih vrijednosti za kvantitativna svojstva i za predviđanje odgovora koji se očekuje od različitih selekcijskih programa. Poboljšanje bioloških svojstava s niskim ili srednjim heritabilitetom, kao što je sposobnost polaganja jaja matice ili proizvodnja meda, trajat će duže od poboljšanja svojstva s visokim heritabilitetom, kao što je ponašanje pčela (mirnoća, agresivnost i rojivost). Na osnovi odabira pčelinjih zajednica s najboljim gospodarskim svojstvima, moguće je kontinuiranim selekcijskim radom

izdvojiti genetski materijal koji će poslužiti kao osnova uzgoju selekcioniranih matica. Selektivnim se uzgojem sustavno sparuju izabrane matice i trutovi, kako bi se proizvele radilice s poželjnim svojstvima. Selekcija pčelinjih zajednica koje bi predstavljale početak uzgojnih linija može biti komplicirana jer su osim poliandrije one dodatno pod utjecajem okolišnih, prirodnih i nekontroliranih uvjeta, stoga je njihovo ponašanje rezultat utjecaja raspoloživih resursa i vanjskih uvjeta. Istraživanja su pokazala da se pasmine znakovito razlikuju u ponašanju. Razlike su vjerojatno posljedica evolucije pasmina zbog zemljopisne izolacije i različitih ekoloških uvjeta koji vrše određene selektivne pritiske na varijabilna svojstva. Svaka je pasmina prilagođena svojem specifičnom okolišu u kojem živi. Stoga je to razlog zašto su ponekad unutar pasmine pojavljuju ekotipovi (Guzman_Novoa, 2011). Ciljevi selekcijskog uzgoja su koncentrirati i pojačati ekspresiju poželjnih svojstva i umanjiti nepoželjna svojstva u pčelinjoj zajednici, primjenom tehnika koje rezultiraju genetskim poboljšanjem. Kada su uzgojne tehnike primijenjene na pravilan način, frekvencija alela koji utječu na svojstva od interesa u populaciji se povećava, dok se u isto vrijeme frekvencija onih koji utječu na nepoželjna svojstva smanjuje. Prema Guzman–Novoa (2011) za uspješan selekcijski uzgoj potrebni su slijedeći uvjeti:

1. svojstva pod selekcijom moraju biti nasljedna
2. svojstva moraju varirati (zajednice moraju pokazivati različite razine ekspresije svojstava)
3. potrebne su pouzdane analize za mjerenje ekspresije svojstava
4. selekcija i kontrola sparivanja trebala bi biti umjetno aplicirana (od strane uzgajivača).

2.4.1. Selekcijski modeli

Postoje mnoge vrste selekcija, ali one najkorisnije u uzgoju pčela su:

a) selekcija unutar porodice - podrazumijeva procjenu zajednica dobivenih od matica koje su sestre (svaka matica predstavlja jednu porodicu). Procjenjuju se najmanje 10 zajednica za svaku porodicu, na čelu s maticama sestrama. Matica s najboljim svojstvima unutar svake porodice se izabere za izvor matica te porodice.

b) masovna selekcija – pod masovnom selekcijom, uzgojne matice se odabiru na temelju svojstava njihovih zajednica bez obzira na rodovnik ili obiteljsko podrijetlo zajednica. Nekoliko matica kćeri određene matice mogu se izabrati, dok se matice kćeri druge matice neće izabrati ako svojstva njihovih zajednica imaju niže vrijednosti

od onih odabranih. Prema uzgojnom programu sive pčele u Hrvatskoj se provodi ova vrsta selekcije.

c) gametna selekcija – pod ovom selekcijom, trutovi se koriste kao gamete određenih matica od interesa. Odabrani trutovi predstavljaju odabrane gamete zato jer su izvedeni izravno od jaja matice (gamete). Ovaj tip selekcije može rezultirati brzim poboljšanjem određenih svojstva povezanih između trutova i radilica, zato jer nema rekombinacija u proizvodnji spermatozoida (Guzman-Novoa, 2011).

2.5. Biološka svojstva

Mnoga biološka svojstva bitna za pčelarstvo, kao što su proizvodnja meda, proizvodnja voska, obrambeno i higijensko ponašanje su nasljedna i proizlaze iz ponašanja radilica (Bigio, 2014). Brzina proljetnog razvoja, intenzitet rojenja, agresivnost, mirnoća pčela na saću, proizvodnost i tolerantnost na bolesti su najvažnija biološka svojstva koja se koriste u selekciji kao selekcijski kriteriji. Stoga se uzgojnim programom žele poboljšati slijedeća biološka svojstva: povećati produktivnost, zadržati mirnoću, smanjiti agresivnost, povećati tolerantnost na bolesti i smanjiti pojavu rojidbenog nagona.

2.5.1. Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla

Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla parametri su koji se koriste u uzgoju i različitim istraživanjima te se pomoću njih može pratiti ponašanje pčelinje zajednice s obzirom na okolišne uvjete, zatim procijeniti utjecaj različitih tehnoloških postupaka i utvrditi svojstva uzgojnih linija. U uzgojnim programima gruba je procjena obično dovoljna za odabir jakih zajednica. No s druge strane, točnost ovih parametara može utjecati na kvalitetu istraživanja, kao i u samoj selekciji.

Prema Delaplane i sur. (2013) postoje 3 metode mjerenja jakosti zajednice:

1. objektivna metoda koja koristi empirijske mjere kao što su masa (mg, g ili kg) ili ¸površina (cm^2);

2. subjektivna metoda koja se oslanja na vizualne procjene jednog ili više promatrača;

3. računalna digitalna analiza slike.

Objektivna je metoda točnija od subjektivne, ali je invazivnija i ometa pčelinju zajednicu te se zbog toga koristi na početku i na kraju istraživanja. Subjektivna je metoda manje točna, ali je daleko manje razorna za pčele i stoga je prikladna za

prikupljanje podataka tijekom istraživanja. Računalna digitalna analiza slike je najmanje invazivna metoda, automatski generira arhivske slike za sljedivost i provjeru podataka, daje objektivne empirijske podatke i može se relativno brzo provesti. Njezini glavni nedostaci su troškovi i ovisnost o tehnologiji.

Objektivnom metodom procjene jakosti pčelinje zajednice, košnice se važu s pčelama i nakon toga bez pčela te se na taj način dobije razlika u masi koja predstavlja neto razliku pčela. Zatim se uzima uzorak od otprilike 300 živih pčela, koje se izvažu i prebroje te se tako dobije prosječna masa (mg) po pčeli. Nakon toga se neto masa pčelinje zajednice podijelili s prosječnom masom po pčeli i dobije broj pčela u zajednici.

Procjena legla objektivnom metodom vrši se pomoću rešetke označene s cm^2, vizualnim sumiranjem površine legla i pretvaranjem površine legla (cm^2) u stanice legla, množenjem cm^2 prosječnom gustoćom stanica po cm^2.

Subjektivnim načinom, promatrač vizualno procjenjuje površinu saća pokrivenog pčelama i leglom. Po potrebi saće se označi na prikladne jedinice (pčele, cm^2, stanice).

Računalna digitalna analize slike može se koristiti za izravno mjerenje površine saća koju zauzimaju pčele ili drugih resursa zajednice, kao što je nepoklopljeno leglo, poklopljeno leglo ili pelud. Postoje dvije vrste podataka:

1. izravna površinska mjerenja (cm^2 ili dm^2) cilja
2. odnos površinske metode u odnosu na ukupnu površinu saća.

Liebefeld metoda procjene je vizualna metoda određivanja broja pčela i površine nepoklopljenog i poklopljenog legla. Broj pčela i površina legla određuje se na svakom okviru i na svakoj strani, kako u plodištu, tako i u medištu. Jedna strana LR okvira ima površinu saća od 8, 8 dm^2. U jednom dm^2 nalazi se oko 130 pčela stoga jedna puna strana LR okvira ima oko 1100 pčela. No, ako sve pčele stave svoje glave u stanice saća, njihov broj je veći i može iznositi do 400 pčela po dm^2. Ova se mogućnost stoga mora uzeti u obzir prilikom određivanja broja pčela. Ovisno o jačini pčelinje zajednice, godišnjem dobu i stupnju proizvodnosti, određeni broj pčela ostaje na bočnim stjenkama košnice. Procjenjuje se da taj broj pčela iznosi između 500 – 3 000, te se u tom slučaju trebaju uzeti u obzir prilikom procjene. Imdorf i sur. (1987) testirali su ovu metodu određivanja broja radilica i površine nepoklopljenog i poklopljenog legla. Procjenu su proveli na 2 pčelinje zajednice

svakih 21 dan od travnja do listopada. Procijenili su broj pčela i površine legla i zatim usporedili procjene s rezultatima vaganja i mjerenja planimetrom. Uočili su visoku korelaciju između procijenjenih vrijednosti i rezultata dobivenih vaganjem pčela, kao i rezultata dobivenih mjerenjem površine poklopljenog legla. Za otklopljeno leglo korelacija je bila niža.

Gregorc i Lokar (2010) su procjenjivali jakost pčelinjih zajednica na 36 zajednica sive pčele. Jakost su procjenjivali 2 puta godišnje, u travnju, kada zajednice izlaze iz zime i u srpnju, kako bi odredili jakost zajednice u kasno ljeto, u obliku relativnog broja zaposjednutih okvira u usporedbi s prosječnim brojem zaposjednutih okvira svih zajednica. Jakost zajednice ocjenjivana je potom sustavom s 4 ocjene, gdje su ocjene 1 i 2 predstavljale ispod prosječne, a 3 i 4 iznad prosječne vrijednosti zaposjednutih okvira. Od 36 zajednica, devet je bilo ocjenjeno najvišom ocjenom.

Napredne tehnologije pružaju velike mogućnosti u pronalaženju novih postupaka za mjerenje površine legla. Tako su Bromenshenk i Likwood-Ogan, 1991 razvili metodu pomoću digitizera (uređaj koji pretvara analogne signale u digitalne). Prednost digitizera je u tome jer spajanjem na računalo ima sposobnost prikazivanja grafičkih podataka i pohranjivanja velikih količina informacija. U šatoru postavljenom na pčelinjaku mjerili su pomoću digitizera spojenom na prijenosno računalo površinu legla. Okvir koji je prilikom vađenja iz košnice oslobođen od pčela postavljao se u posebni stalak i zatim se izvršilo mjerenje. Modificiranu metodu za ovu namjenu pomoću digitizera koristili su i Bubalo i sur. (2002) na način da se na izrezane celofanske folije koje su bile prislonjene na okvire s pčelama, flomasterom ucrtavale površine nepoklopljenog i poklopljenog radiličkog i trutovskog legla. Također je mjerena površina uskladištene hrane na plodišnim okvirima, tj. površina peludi te poklopljenog i nepoklopljenog meda. Svaki se okvir, i to posebno lijeva i desna strana okvira, ucrtavao na zasebnu foliju, te se kasnije, u laboratoriju pomoću digitizera povezanog na računalo izmjerile površine navedenih parametara. Ovom metodom, Bubalo i sur. (2002) ustanovili su statistički značajnu razliku u površini radiličkog legla između ekotipova sive pčele na različitim ispitivanim lokacijama, dok u površini trutovskog legla nisu uočili statistički značajne razlike.

2.5.2. Agresivnost i mirnoća pčela na saću

Agresivnost, odnosno obrambeno ponašanje radilica je njihovo biološko svojstvo. Obrambeni instinkt radilica se sastoji od dva zadatka: čuvanja zajednice od uljeza i ubadanja. Pčele stražarice, radilice u dobi od 18. do 21. dana, aktivno čuvaju ulaz i pregledavaju radilice koje se vraćaju s paše, ne dopuštajući ulaz radilicama iz drugih zajednica (Kezić i sur., 2009). Pozivaju druge radilice u obranu zajednice, otpuštajući alarmni feromon. Agresivnost varira između pasmina pčela. Poznato je da su pčele afričkih pasmina agresivnije od europskih, ali postoji i velika varijabilnost između europskih pasmina pčela (Unger, 2009). Siva pčela poznata je kao najmirnija pasmina pčela (Vaziritabar i sur., 2016).

Mirnoća pčela na saću biološko je svojstvo koje je bitno za rad s pčelinjom zajednicom. Nemirne pčele brzo napuštaju saće, pritom se prestaju brinuti o leglu, a pčelaru produžuju vrijeme rada na zajednici.

U skladu s smjernicama Apimondie, agresivnost i mirnoća pčela na saću procjenjuje se na ljestvici od 1 do 4, gdje 1 predstavlja najlošiji, a 4 najbolji fenotip te se intermedijalni rezultati (0,5) mogu koristiti za bolje opisivanje malih razlika između zajednica (Büchleru i sur., 2013, Hatjina i sur., 2014).

Prema Büchleru i sur. (2013), procjena ponašanja pčela (agresivnost i mirnoća) se mora provesti 3-6 puta tijekom sezone, bez obzira na posebne uvjete, kao što su vremenski uvjeti ili nektarna paša. Sve zajednice na istom testnom pčelinjaku se moraju procijeniti istog dana, no treba paziti na redoslijed procjena zajednica, jer agresivnija pčelinja zajednica može utjecati na susjedne zajednice. Na kraju sezone se izračunava aritmetička sredina svih procjena koja se koristi kao rezultat ispitivanja.

Obrambeno se ponašanje može procjenjivati na sljedećoj skali:

1 – vrlo blage, pčele ne reagiraju i lagano zuje;

2 – blage, pčele reagiraju pri rukovanju, neke ostavljaju košnicu i lete oko pčelara ali bez uboda;

3 – normalne, pčele ostavljaju košnicu, lete oko pčelara, neke ubadaju, ali s malo dima se smire;

4 – agresivne, pčele pokazuju sklonost ubadanju pčelara po rukavicama i lete oko njega, potrebno je dosta dima;

5 – vrlo agresivne, radilice odmah izlijeću iz košnice prema pčelaru, napadaju

ga i slijede ga daleko od košnice, ubadaju po rukavicama i pčelarskom odijelu, potrebna je konstantna upotreba dima za smirivanje pčela.

Zajednice ocjenjene s 4 ili 5 na skali agresivnosti, također ispuštaju alarmni feromon koji se može osjetiti njuhom.

Obrambeno se ponašanje na razini zajednice može ocjenjivati pomoću testa s feromonom. Na komad papira (veličine oko 2 cm) aplicira se 15 µL alarmnog feromona, izopentil acetat (IPA) i komad papira se postavlja na ulaz u košnicu. Prije primjene IPA-e, snimi se fotografija ulaza u košnicu, te nakon 30 sekundi primjene IPA-e. Sa fotografija, se prebroji broj pčela prisutnih na ulazu u košnicu prije primjene IPA-e, kao i broj pčela nakon primjene IPA-e. Razlika između broja pčela na dvije fotografije, ukazuje na broj pčela koje su reagirale na alarmni feromon (Unger 2009).

"Flag" analiza je još jedan način procjenjivanja obrambenog ponašanja pčelinjih zajednica (Guzman-Novoa, 2011). Provodi se korištenjem crne mekane kožne tkanine, dimenzije 10 x 8 cm (slika 2) koja se objesi na komad drveta. Kako bi pčele obrambeno reagirale, kožnom se tkaninom ritmički maše (~20 cm amplitude) 5 do 10 cm iznad okvira s leglom oko trideset sekundi. Nakon svakog pokusa, s kožnih tkanina se prebrojavaju žalci.



Slika 2. Ubadanje pčela po crnoj kožnoj tkanini

Izvor: Nouvain i sur., 2016

2.5.3. Rojidbeni nagon

Pčelinje se zajednice prirodno razmnožavaju rojenjem, u kojem se zajednica podijeli. Pritom dio pčela odlazi sa starom maticom, a drugi dio pčela ostaje s novom maticom u košnici. Na pojavu rojenja utječu okolišni čimbenici i čimbenici unutar same zajednice. Rojenje se događa kada je pčelinja zajednica na vrhuncu razvoja, kada u njoj nastaje suvišak energije (Belčić i sur., 1977). Zbog izobilja hrane (peludi i

nektara) u prirodi dolazi do stvaranja viška matične mliječi u pčelinjoj zajednici. Zbog skučenog prostora u košnici (posebno prostor plodišta), radilice nemaju kome predati matičnu mliječ jer je veći dio plodišta ispunjen poklopljenim leglom te se počinju međusobno njome hraniti. Takva kvalitetna ishrana uzrokuje posebno raspoloženje u zajednici koje se odražava u nagonu za rojenje. Sklonost rojenju nasljedno je svojstvo, ima visok heritabilitet i prenosi se na slijedeće generacije (Kezić i sur., 2009). Tradicionalno pčelarenje s košnicama fiksnog volumena (AŽ košnice), potenciralo je kod sive pčele nasljednu sklonost rojenju. U suvremenom pčelarstvu pojava rojenja je negativno svojstvo jer zahtjeva više posla i umanjuje prinos meda po zajednici.

Rojidbeni se nagon ocjenjuje na pčelinjim zajednicama prema standardnom sustavu s 4 vrijednosti (Ruttner, 1972), gdje se ocjenom 4 ocjenjuju zajednice kod kojih nema rojidbenog nagona, a ocjenom 1 zajednice koje su se izrojile i kod kojih rojenje nije bilo moguće zaustaviti pčelarskom intervencijom. Procjenjuje se tijekom svibnja i lipnja, jer su u tom razdoblju pčelinje zajednice na vrhuncu razvoja. Svi uočeni (i obično uništeni) matičnjaci mogu se brojati tijekom sezone kako bi se pčelinje zajednice mogle što preciznije ocijeniti. Te razlike mogu biti izražene kao intermedijalni rezultati npr. 3,5, 2,5, 1,5 (Büchler i sur., 2013).

2.5.4. Prinos meda

Proizvodnja meda je u središtu interesa pčelara kada se procjenjuju pčelinje zajednice. Sposobnost pohranjivanja meda, osnova je opstanka pčelinjih zajednica zimi. To svojstvo prirodno varira među populacijama medonosnih pčela stoga također predstavlja glavno svojstvo selekcije čak i u najjednostavnijim uzgojnim programima (Hatjina i sur., 2014). Ovo svojstvo ima vrlo nizak heritabilitet, te je za ovo, jedno od najvažnijih svojstava selekcijski napredak polagan (Kezić i sur., 2009). Proizvodnja meda rezultat je međudjelovanja gena u interakciji s okolišem stoga je prilikom ocjenjivanja zajednica, u procjenu potrebno uzeti i vremenske prilike o kojima ovisi aktivnost pčela.

Prinos meda po svakoj zajednici se procjenjuje vaganjem svih okvira prije i poslije vrcanja meda, a razlika predstavlja količinu meda proizvedenog po zajednici. Proizvodnja meda po zajednicama može se ocjenjivati prema sustavu od četiri ocjene gdje ocjene 1 i 2 označavaju ispodprosječne, a 3 i 4 iznad prosječne vrijednosti proizvodnje meda izračunatih iz svih testiranih zajednica.

Prinosi se mogu također procijeniti mjerenjem kratkotrajnih povećanja mase pčelinjih zajednica. Svaka se zajednica pod procjenom, važe dva puta, na početku i dva tjedna nakon pčelinje paše, a utvrđena razlika u masi između dvije procjene se koristi kao mjera produktivnosti zajednice.

3. Materijali i metode istraživanja

3.1. Pčelinje zajednice

Istraživanje se provelo na fakultetskom pčelinjaku Agronomskog fakulteta na devet pokusnih pčelinjih zajednica, koje su bile podijeljene u tri skupine od po tri pčelinje zajednice. Svaka je skupina bila podrijetlom od jedne uzgojne linije sive pčele (*A. mellifera carnica* Pollmann, 1879). Zajednice su bile ujednačene i smještene u košnicama nastavljačama tipa LR (Langstroth - Root).



Slika 3. Pčelinjak Agronomskog fakulteta

Izvor: Prđun, 2017.

Svakih 15 dana, u razdoblju od 23. ožujka 2017. do 19. lipnja 2017. na svakoj su se pokusnoj zajednici pratili slijedeći parametri: jakost pčelinje zajednice, dinamika razvoja legla te ponašanje pčela (agresivnost, mirnoća pčela na saću i rojidbeni nagon). Nakon glavne paše na svakoj je zajednici bio utvrđen prinos meda.

3.2. Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla

Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla procjenjivana je Liebefeld metodom koja se temelji na vizualnom određivanju broja pčela i površine legla (uključujući poklopljeno i nepoklopljeno leglo) na svakoj strani pojedinog okvira, a izražavana je u dm^2. Prilikom pregleda svake zajednice pregledavani su svi okviri sa lijeve i desne strane. U početku za lakšu procjenu zauzetih dm^2, korišten je takozvani

„okvir-shema“, užičani LR okvir, podijeljen na 8 jednakih polja, gdje svako polje predstavlja 1 dm^2 (slika 4).



Slika 4. LR okvir podijeljen na 8 dm^2

Izvor: Prđun, 2016.

Procjenjivao se broj pokrivenosti površine pčelama i leglom u dm^2 te se ocjenjivao ocjenama od 0 do 8 (slika 5 i 6). Zatim se broj pčela u pojedinoj zajednici dobio zbrajanjem utvrđenih površina u dm^2 i množenjem s 130 (brojem pčela koji se nalazi u jednom dm^2), a broj pčela u leglu množenjem ukupne utvrđene površine koju zauzima leglo u dm^2 s 400 (brojem pčela u leglu u jednom dm^2). Na osnovu zbroja pčela na saću i onih u leglu dobio se podatak o jakosti pojedine pčelinje zajednice. Na slikama 5 i 6 prikazani su primjeri procjene pokrivenosti površine pčelama i površine legla.



Slika 5. Primjer procjene pokrivenosti površine pčelama od 3 dm^2 i površina legla od 3 dm^2

(foto: Nikšić, 2017)



Slika 6. Primjer procjene pokrivenosti površine pčelama od 6 dm^2 i površina legla od 7 dm^2

(foto: Nikšić, 2017)

3.3. Ponašanje pčela

3.3.1. Agresivnost

Agresivnost je pčela ocjenjivana ocjenama od 1 do 4 prema sljedećim standardnim kriterijima (Ruttner, 1972):

4 - vrlo blage, pčele prigodom otvaranja košnice i rukovanja mirno se kreću i ne izlijeću

3 - normalne, pčele se nemirno kreću, poneke polijeću i ne napadaju

2 - pomalo agresivne, pčele su izrazito nemirne, polijeću i pokušavaju ubosti

1 - agresivne pčele, pčele napadaju pri otvaranju košnice, a pri pregledu bodu pčelara

3.3.2. Mirnoća pčela na saću

Mirnoću pčela na saću okvira ocjenjivano je ocjenama od 1 do 4 prema sljedećem standardnim kriterijima (Ruttner, 1972):

4 - vrlo mirne, pčele prigodom rukovanja okvirima se mirno kreću po saću

3 - normalne, pčele se kreću po saću prema dijelu na kojem se nalazi med

2 - uznemirene, poneke polijeću sa saća

1 - nemirne, pčele pri vađenju okvira polijeću i napuštaju saće

3.3.3. Rojidbeni nagon

Rojidbeni nagon ocjenjivan je ocjenama 1 do 4 prema sljedećim standardnim kriterijima (Ruttner, 1972):

4 - bez rojidbenog nagona

3 - pojava matičnjaka,pojavu se rojidbenog nagona može spriječiti uobičajenim postupcima prevješavanja okvira s leglom i dodavanje pokojeg okvira sa satnim osnovama

2 - rojive, rojidbeni je nagon moguće spriječiti tek dodavanjem više okvira sa satnim osnovama ili cijelog nastavka

1 - izrojene, usprkos provedenim mjerama za sprečavanje rojenja zajednica se izrojila

3.4. Prinos meda

Nakon glavne paše, iz svake su zajednice izvađeni okviri s poklopljenim medom i obilježeni prema pripadajućoj zajednici. Prije vrcanja izvagani su puni, a nakon vrcanja prazni okviri. Na taj je način bila dobivena razlika koja je predstavljala prinos meda po svakoj pčelinjoj zajednici. Okviri su bili izvagani digitalnom vagom (osjetljivosti 0,1 kg). Tijekom istraživanja bilo je provedeno jedno vrcanje i to 7. lipnja 2017. godine.

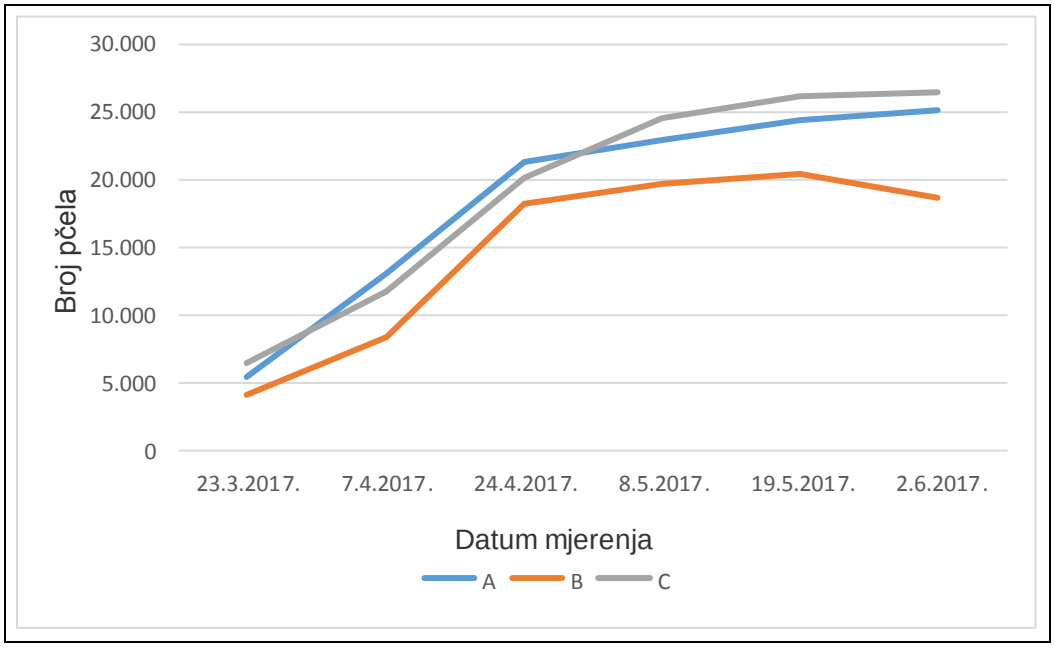
3.5. Statistička obrada podataka

Dobiveni su podaci analizirani PROC MIXED procedurom programskog paketa SAS (SAS, verzija 9.4) modelom hijerarhijskog plana. Površina legla, pokrivenost saća pčelama, jakost, agresivnost, mirnoća na saću, rojidbeni nagon i prinos meda definirani su kao zavisne, dok su uzgojne linije, mjerenja i zajednice definirane kao nezavisne varijable. Razlike između pojedinih uzgojnih linija ispitane su Tukey-om provjerom.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Jakost pčelinje zajednice i dinamika razvoja legla

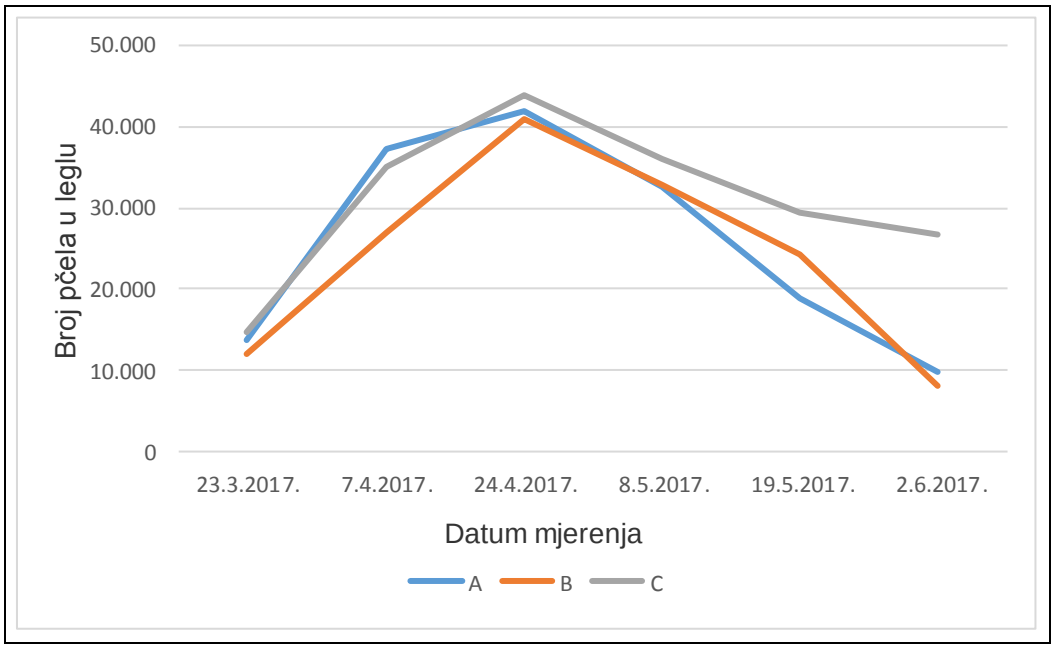
U istraživanom je razdoblju ukupno bilo provedeno šest mjerenja. Tijekom istraživanja određene su se zajednice izrojile, no nastavljeno je praćenje svih parametara na zajednicama zbog utjecaja stare, sve do pojave novog legla mlade matice. Kako su se zajednice izrojile ukupan je broj pčela u zajednici počeo padati jer mlade matice ne počinju odmah polagati jaja. Mlade matice u zajednicama nakon izlaska iz matičnjaka nisu odmah sposobne za sparivanje, već im treba pet do sedam dana da sazriju i postignu spolnu zrelost. Nakon što postignu spolnu zrelost, sparivanje matica s trutovima ovisi o vremenskim uvjetima te ako su oni loši, produžuje se vrijeme do njihova sparivanja, što utječe na početak polaganja jaja. Kako je u istraživanju praćena dinamika razvoja legla, prema broju pčela u leglu mogao se utvrditi početak polaganja jaja nove matice. Na osnovu šest provedenih mjerenja nije bilo uočeno povećanje broja pčela u zajednicama nakon rojenja, što je značilo da nove matice nisu počele polagati jaja te su zbog toga u statističku analizu bila uključena sva šest mjerenja.



Slika 7. Srednje vrijednost broja pčela na saću između uzgojnih linija (A, B, C) tijekom istraživanja

U prvom mjerenju (23. ožujka) najveći je broj pčela utvrđen kod uzgojne linije C, a najmanji kod uzgojne linije B. Tijekom drugog (7. travanj) i trećeg (21. travanj)

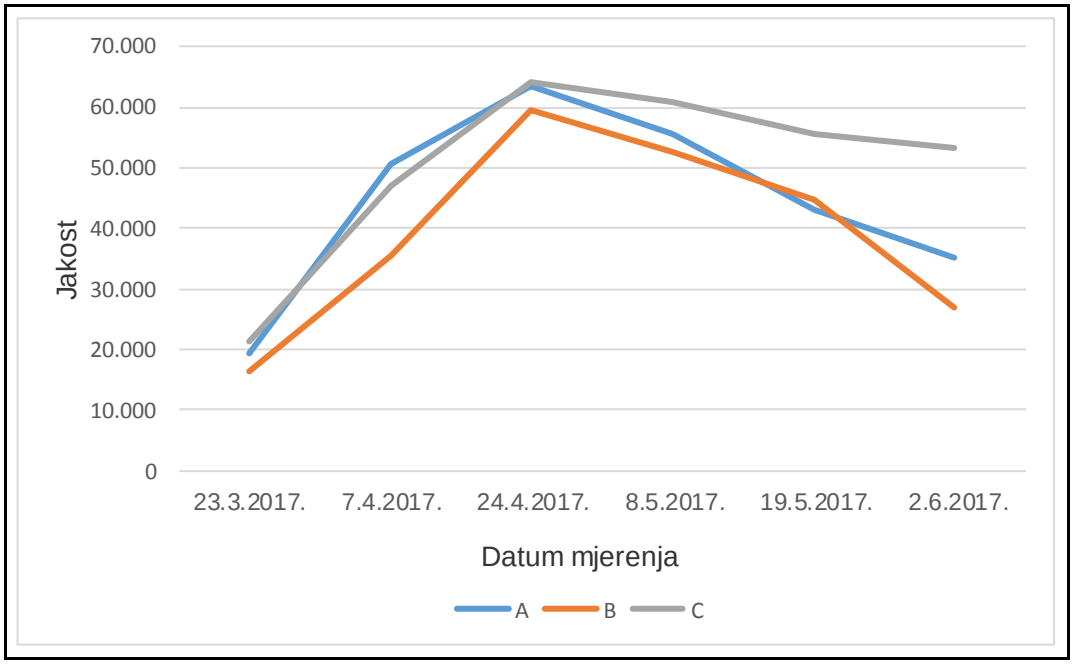
mjerenja, kod uzgojne linija A ustanovljene su najveće vrijednosti, dok je uzgojna linija B i dalje imala najmanji broj pčela. U posljednja tri mjerenja najveći je broj pčela imala uzgojna linija C, a uzgojna linija B najmanji. Tijekom cijelog istraživanja, broj pčela kod svih uzgojnih linija je rastao, osim kod uzgojne linije B koja je u zadnjem mjerenju imala manji broj pčela u odnosu na prethodno mjerenje (slika 7). Prosječan broj pčela na saću za uzgojnu linija A iznosio je 18 734, za B 14 935 te za liniju C 19 312 pčela. Provedenim statističkim analizama, prema modelu hijerarhijskog plana, testiran je utjecaj uzgojne linije, mjerenja i zajednice na broj pčela na saću pri čemu su utvrđene statistički značajne razlike između uzgojnih linija A i B (P=0,0082), te B i C (P=0,0023) uz razinu značajnosti α=0,05, dok između linija A i C nije bila utvrđena statistički značajna razlika.



Slika 8. Srednje vrijednost broja pčela u leglu između uzgojnih linija (A, B, C) tijekom istraživanja

Prvog dana mjerenja (23. ožujka) kod pčelinjih zajednica svih uzgojnih linija utvrđen je podjednak broj pčela u leglu. U drugom mjerenju (7. travnja) kod uzgojnih linija A i C i dalje je utvrđen podjednak broj pčela u leglu, dok je kod uzgojne linije B ustanovljen najmanji broj pčela. Također, u drugom je mjerenju uočen i nagli rast broja pčela u odnosu na prvo mjerenje. Prilikom trećeg i četvrtog mjerenja broj pčela u leglu je bio podjednak kod svih uzgojnih linija. Međutim, u četvrtom mjerenju u odnosu na treće učio se polagani pad broja pčela kod svih zajednica. U petom mjerenju (19. svibnja) kod uzgojne linije A utvrđeno je naglo smanjenje broja pčela,

dok je kod uzgojnih linija B i C smanjenje broja pčela bilo umjerenije. Promatrajući posljednje mjerenje (2. lipnja) kod uzgojne linije C utvrđen je najveći broj pčela, dok su uzgojne linije A i B imale puno manji broj pčela (slika 8) zbog toga jer su se sve zajednice linija A i B izrojile, što je rezultiralo naglim smanjenjem legla te i kod nekih zajednica njegov potpuni izostanak. Utvrđeni prosječan broj pčela u leglu za uzgojnu liniju A iznosio je 25 733, za B 24 267 te za liniju C 31 022 pčela. Međutim, na temelju prikupljenih podataka modelom se nije mogla utvrditi razlika između uzgojnih linija (P>0,05).



Slika 9. Srednje vrijednosti jakosti zajednica (ukupan broj pčela) između uzgojnih linija (A,B,C) tijekom istraživanja

U prva tri mjerenja jakosti (ukupan broj pčela) kod svih uzgojnih linija vidljiv je bio ekspanzivan razvoj što je svojstveno za sivu pčelu. Prilikom trećeg mjerenja zajednice su bile na vrhuncu razvoja. Nakon trećeg mjerenja pa do kraja istraživanja uzgojne linije A i B naglo su slabile za razliku od uzgojne linije C. Uzrok naglog slabljenja uzgojnih linija A i B je rojenje svih njihovih zajednica, dok se kod uzgojne linije C izrojila samo jedna zajednica i to na kraju istraživanja. U provedenim mjerenjima uzgojne linije A i C bile su podjednake jakosti sve do trećeg mjerenja (24. travnja) nakon čega je uzgojna linija A naglo počela slabiti, dok je uzgojna linija B bila najslabija tijekom cijelog istraživanja (slika 9). Utvrđena prosječna vrijednosti za jakost pčelinjih zajednica iznosila je za uzgojnu liniju A 44 468, za B 39 202 i C 50

334 pčela. Statističkim modelom je testiran utjecaj uzgojne linije, mjerenja i zajednice na jakost, te je ustanovljena statistički značajna razlika samo između uzgojnih linija B i C (P=0,0190) uz razinu značajnosti α=0,05.

4.2. Ponašanje pčela

Za ponašanje pčela u istraživanom razdoblju provedena su pet mjerenja za agresivnost i mirnoću na saću na pokusnim pčelinjim zajednicama, dok se rojidbeni nagon pratio sve do trenutka kada se zajednica izrojila.

4.2.1. Agresivnost

Uzgojna linija C bila je ocjenjena s najnižom ocjenom za agresivnost (2,73) u odnosu na ostale dvije uzgojne linije (tablice 3). Međutim, razlika između istraživanih uzgojnih linija na temelju prikupljenih podataka ne može se objasniti statističkim modelom stoga nije bila utvrđena razlika (P>0,05).

Tablica 3. Prosječne ocjene agresivnosti između uzgojnih linija (A, B, C)

Uzgojna linija	N	Agresivnost
A	15	3,26±0,53
B	15	3,06±0,45
C	15	2,73±0,90

± - standardna devijacija

4.2.2. Mirnoća na saću

Tablica 4. Prosječne ocjene mirnoće pčela na saću između uzgojnih linija (A, B, C)

Uzgojna linija	N	Mirnoća na saću
A	15	3,30±0,31
B	15	3,40±0,28
C	15	3,03±0,74

± - standardna devijacija

Prosječne ocjene mirnoće pčela na saću po uzgojnim linijama prikazane su u tablici 4. Iako je najnižom ocjenom ocjenjena uzgojna linija C (3,03), na temelju prikupljenih podataka, razlika između uzgojnih linija ne može se objasniti statističkim

modelom (P>0,05). Bienefeld i Pirchner (1990) u sličnom istraživanju utvrdili su više ocjene za agresivnost (3,73±0,63) i mirnoću na saću (3,72±0,54). Iz tablica 3. i 4. vidljivo je da su kod istraživanih linija utvrđene ocjene za mirnoću na saću bile slične ocjenama za agresivnost. Naime, Guzman-Novoa i sur. (2002) su utvrdili pozitivnu korelaciju mirnoće pčela na saću sa njihovom agresivnošću zbog čega su ocjene za agresivnost i mirnoću pčela na saću po uzgojnim linijama i u ovom radu slične.

4.2.3. Rojidbeni nagon

Od devet pčelinjih zajednica u istraživanju, izrojilo se njih sedam. Sve zajednice uzgojnih linija A i B su se izrojile, a kod uzgojne linije C se na samo jednoj zajednici dogodila tiha izmjena. Tiha izmjena matica se događa u zajednicama kada pčele osjete da matica popušta u polaganju. Pčele zatim izgrade dva do tri matičnjaka radi njezine izmjene. Nakon što se određena zajednica izrojila, na toj zajednici nije nastavljeno praćenje rojidbenog nagona.

Većina zajednica izrojila se između trećeg i četvrtog mjerenja. Uzrok rojenja većeg broja zajednica je brzi proljetni razvoj te nepovoljni okolišni uvjeti. U razdoblju između trećeg i četvrtog mjerenja vremenske prilike su bile nepovoljne (učestale oborine)zbog čega pčele nisu bile u mogućnosti često izlijetati iz košnica, a pošto su bile na vrhuncu razvoja, u košnici je bio skučen prostor, što je pogodovalo pojavi rojenja. Za razliku od uzgojnih linija A i B, kod uzgojne linije C izrojila se samo jedna zajednica, iako su sve zajednice bile držane u istim uvjetima. Razlog zašto se nisu kod uzgojne linije C izrojile sve zajednice mogao bi se pripisati provedbi selekcije koju provodi uzgajivač matica na svom genetskom materijalu.

Tablica 5. Prosječne ocjene rojidbenog nagona između uzgojnih linija (A, B, C)

Uzgojna linija	N	Rojidbeni nagon
A	11	2,90±1,37
B	12	2,58±1,31
C	13	3,54±0,96

± - standardna devijacija

Prosječne ocjene rojidbenog nagona za uzgojne linije A, B i C prikazane su u tablici 5. Vidljivo je da je izraženiji rojidbeni nagon bio prisutan kod uzgojnih linija A i B. Modelom hijerarhijskog plana testiran je utjecaj uzgajivača, mjerenja i zajednice na

rojidbeni nagon te je ustanovljena statistička značajna razlika između uzgojnih linija A i C (P=0,0162) i uzgojnih linija B i C (P=0,0032) uz razinu značajnosti α=0,05, dok između linija A i B nije bila utvrđena razlika.

4.3. Prinos meda

U tablici 6. prikazane su prosječne količine meda po uzgojnim linijama A, B i C. Najveći ostvareni prinos od 20,6 kg izmjeren je kod jedne zajednice uzgojne linije A. Najmanji ostvareni prinos izmjeren je kod zajednice uzgojne linije B i iznosio je 0,94 kg. Iz tablice 6. je vidljivo da je kod uzgojne linije B utvrđen i najmanji prosječni prinos te je i tijekom cijelog istraživanja imala najmanji broj pčela u odnosu na uzgojne linija A i C. Iako su razlike u prinosu meda između uzgojnih linija bile očite, međutim korištenim se statističkim modelom ona nije mogla objasniti te između uzgojnih linija nije bilo utvrđenih razlika (P>0,05) odnosno prikupljeni podaci trenutno ne omogućuju odbacivanje nul hipoteze, te je za statističku analizu potreban veći uzorak.

Tablica 6. Prosječna prinos meda (kg) između uzgojnih linija (A, B, C)

Uzgojna linija	Prinos meda
A	15,81±5,82
B	3,55±2,52
C	11,11±6,8

± - standardna devijacija

Rezultati prinosa meda dobiveni u ovom istraživanju su niski s obzirom da je siva pčela poznata po većim prinosima meda. Mogući uzrok niskih prinosa su vremenske neprilike koje su onemogućile iskorištavanje glavnih paša. Drugi razlog može biti rojenje zajednica. Pošto se većina zajednica izrojila prije i tijekom same paše, zajednice su brojčano bile slabije te su i zbog toga prikupile manje meda.

5. Zaključak

U prvoj je radnoj hipotezi istraživanja navedeno da se uzgojne linije neće razlikovati s obzirom na jakost, broj pčela na saću i dinamiku razvoja legla. Navedena hipoteza se odbacila za svojstvo broj pčela na saću, gdje je ustanovljena statistički značajna razlika između uzgojnih linija A (18 734) i B (14 935) te linija B i C (19 312). Također se hipoteza odbacuje za svojstvo jakosti pčelinjih zajednica jer je između uzgojnih linija B (39 202) i C (50 334) utvrđena statistički značajna razlika. Kod svojstva dinamika razvoja legla nisu bile utvrđene statistički značajne razlike između uzgojnih linija.

Analizom svojstava iz druge radne hipoteze utvrđene su statistički značajne razlike u rojidbenom nagonu između uzgojnih linija A (2,90) i C (3,54), te B (2,58) i C. Međutim razlike između uzgojnih linija u agresivnosti i mirnoći pčela na saću, kao i u prinosu meda nisu bile statistički značajne na prikupljenom setu podataka, iako su se očekivale.

Daljnja provedba selekcije i ujednačavanje kvalitete uzgojenih matica važna je zbog povećanja gospodarskih odlika te očuvanja raznolikosti sive pčele i njezinih specifičnih ekotipova.

6. Literatura

1. Akyol E., Unalan A., Yeninar H., Ozkok D. & Ozturk C. (2014). Comparison of colony performances of anatolian, caucasian and carniolan honeybee (*Apis Mellifera* L.) genotypes in temperate climate conditions. Italian Journal of Animal Science, 637-640.
2. Belčić J., Katalinić J., Loc D., Lončarević S., Peradin L., Šimić F., Tomašec I. (1977). Pčelarstvo. Znanje, Zagreb.
3. Bienefeld K, Pirchner F. (1990). Heritabilities for several colony traits in the honeybee (Apis mellifera carnica). Apidologie; 21:175-183.
4. Bigio G. (2014). Hygienic Behaviour in Honey Bees. Submitted for the degree of Doctor of Philosophy. University of Sussex.
5. Bubalo D. (1995). Biološke karakteristike različitih ekotipova sive pčele (*Apis mellifera carnica* P. 1879). Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
6. Bubalo D., Dražić M., Kezić N. (2002). Razvoj legla različitih ekotipova sive pčele (*Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879). Agriculturae Conspectus Scientificus, 67.(3): 117-123.
7. Büchler R., Andonov S., Bienefeld K., Costa C., Hatjina F., Kezic N., Kryger P., Spivak M., Uzunov A., Wilde J. (2013). Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. Journal of Apicultural Research 52 (1): 1-30.
8. Delaplane K. S., Van Der Steen J., Guzman-Novoa E. (2013). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. In *V Dietemann; J. D. Ellis; P Neumann* (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volumen I: standard methods for *Apis mellifera* research. Journal of Apicultural Research 52(1): 1-12.
9. Gregorc A., Lokar V. (2010). Selection criteria in an apiary of carniolan honey bee (*Apis mellifera carnica*) colonies for queen rearing. Journal of Central European Agriculture Vol 11 (4): 401-408.
10. Guzman-Novoa E. (2011). Elemental genetics and breeding for the honeybee. Bayfileld, Ontario, Canada.

11. Guzman-Novoa E., Hunt G. J., Page R. E., Fondrk M. K. (2002). Genetic correlations among honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) behavioral characteristics and wing length. Annals of the Entomological Society of America, 95, (3): 402–406.
12. Hatjina F., Bieńkowska M., Charistos L., Chlebo R., Costa C., Dražić M. M., Filipi J., Gregorc A., Ivanova E. N., Kezić N., Kopernicky J., Kryger P., Lodesani M., Lokar V., Mladenovic M., Panasiuk B., Petrov P. P., Rašić S., Skerl M. S., Vejsnæs F., Wilde J. (2014). A review of methods used in some European countries for assessing the quality of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies. Journal of Apicultural Research 53(3): 337-363.
13. Hatjina F., Costa C., Büchler R., Uzunov A., Drazic M., Filipi J., Charistos L., Ruottinen L., Andonov S., Meixner M.D., Bienkowska M., Dariusz G., Panasiuk B., Le Conte Y., Wilde J., Berg S., Bouga M., Dyrba W., Kiprijanovska H., Korpela S., Kryger P., Lodesani M., Pechhacker H., Petrov P., Kezic N. (2014). Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. Journal of Apicultural Research 53(2): 233-247.
14. Imdorf, A., Buehlmann, G., Gerig, L., Kilchenmann, V., Wille H. (1987). Control of estimation method for the determination of brood surface and number of worker bees in free flying bee colonies. Apidologie 18 (2):137-146.
15. Imdorf, A., Gerig, L. (2001). Course in determination of colony strength. Swiss bee research centre. Bern
16. Kezić N., Bubalo D., Dražić M., Barišić D., Grgić Z., Jakopović I., Krakar D., Palčić K., Ševar M., Tretinjak V. (2009). Pčelarstvo. Interna skripta Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
17. Ruttner F. (1972) Controled mating and selection of the honey bee. International Symposium, Lunz am See, Austria. Apimondia publishing house, Bucharest.
18. SAS Inst. Inc. 2002-2012. The SAS System for Windows. Version 9.4. Cary. NC. SAS Institute
19. Unger P. (2009). Variability and correlations for hygienic, grooming, foraging and defensive behaviour in honey bees (*Apis Mellifera* L.) and inheritance of

three of these behaviours. In partial fulfillment of requirements for the Degree of Master of Science.

20. Uzunov A., Costa C., Panasiuk B., Meixner M., Kryger P., Hatjina F., Bouga M., Andonov S., Bienkowska M., Le Conte Y., Wilde J., Gerula D., Kiprijanovska H., Filipi J., Petrov P., Ruottinen L., Pechhacker H., Berg S., Dyrba W., Ivanova E., Büchler R. (2014). Swarming, defensive and hygienic behaviour in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. Journal of Apicultural Research 53 (2): 248-260.
21. Vaziritabar S., Aghamirkarimi A., Esmaeilzade S. M. (2016). Evaluation of the defensive behavior in two honeybee races Iranian honeybee (*Apis mellifera meda*) and Carniolan honeybee (*Apis mellifera carnica*) and grooming behavior of different bee races in controlling Varroa destructor mite in honey bee colonies in Iran. Journal of Entomology and Zoology Studies; 4(5): 586-602.
22. Program gojidbenog stvaranja pčela u Republici Hrvatskoj (1997) <http://www.hpa.hr/wpcontent/uploads/2014/07/Uzgojni%20program%20iz%201997%20pcele.pdf >. Pristupljeno dana 23. kolovoza 2017.
23. Uzgojni program sive pčele (Apis mellifera carnica) (2005) <http://www.hpa.hr/wp-content/uploads/2014/04/Uzgojni-program-2005.pdf>. Pristupljeno dana 23. kolovoza 2017

Životopis

Maja Nikšić rođena je 4. veljače 1993. godine u Zagrebu. Srednjoškolsko obrazovanje stekla je u Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga u Zagrebu, smjer ekološki tehničar. Na Agronomskom fakultetu u Zagrebu 2012. godine upisuje preddiplomski smjer Animalne znanosti. Polaganjem završnog rada 2015. godine stječe titulu prvostupnice (baccalaureae) inženjerke animalnih znanosti. Iste godine nastavlja obrazovanje na istom fakultetu na diplomskom studiju Genetika i oplemenjivanje životinja. Od ostalih znanja i vještina posjeduje osnovno znanje engleskog jezika (A razina u govoru, čitanju i pisanju) i osnovno znanje talijanskog jezika (A razina u govoru, čitanju i pisanju) te poznavanje rada na računalu s osnovnim programskim paketima (SAS, R paket).