

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

David BERKOPEC

TEHNOLOGIJA PRIDELAVE MEDU V SATJU

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

David BERKOPEC

TEHNOLOGIJA PRIDELAVE MEDU V SATJU

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF COMB HONEY

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

*Če je čebelarstvo poezija kmetijstva, potem je med v satju eden
boljših kmetijskih proizvodov.*

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo - zootehnika. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fiziologijo, antropologijo in etologijo Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Janka Božiča.

|

Recenzent: prof. dr. Peter DOVČ

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

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

Datum predstavitve:

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

David BERKOPEC

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 638.1(043.2)=163.6
KG	čebelarstvo/med/pridelava/satje
KK	AGRIS L01/7100
AV	BERKOPEC, David
SA	BOŽIČ, Janko (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2016
IN	TEHNOLOGIJA PRIDELAVE MEDU V SATJU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VII, 35 str., 11 pregl., 9 sl., 53 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Pridelava medu v satju je slabo razvita. Možen vzrok je lahko v neracionalni velikosti okvirčka za pridelavo medu v satju. Raziskali smo optimalno velikost okvirčka z iskanjem korelacij med velikostjo okvirčka in hitrostjo izgradnje in polnjenja z medom, da zagotovimo najbolj zanesljivo pridelavo medu v satju. Od vseh vplivov, velikost okvirčka najbolj vpliva na hitrost izgradnje in polnjenje z medom. Trend po večji graditvi in polnjenju z medom je jasno viden in sledi velikosti okvirčka od malih k srednjim do velikih okvirčkov. Pri statistični obdelavi z dvofaktorsko analizo variance smo ugotovili, da ima datum in velikost okvirčka statistično značilen ($p < 0,001$) vpliv na gradnjo in nalaganje medu. Med drugim predstavljamo ostale možne vplive na čebeljo gradnjo in polnjenje z medom.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 638.1(043.2)=163.6
CX beekeeping/honey/technology/honey/combs
CC AGRIS L01/7100
AU BERKOPEC, David
AA BOŽIČ, Janko (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Animal Science
PY 2016
TI TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF COMB HONEY
DT Graduation Thesis (University studies)
NO VII, 35 p., 11 tab., 9 fig., 53 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Technology of producing comb honey is rudimental. Possible cause may be unoptimized size of frame for production of comb honey. We wanted to determine the optimal size of frame by exploring the correlation between its size and its production time in order to guarantee the most reliable method of producing comb honey. Statistical processing of the two-stage analysis of variance revealed that the date and size of frame has statistical significant effect ($p < 0.001$) on production and accumulation of honey. We are exploring likely influences on beehive construction and honey product.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 PAŠA	4
2.2 SATJE	6
3 MATERIAL IN METODE	8
4 REZULTATI	10
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	27
6 POVZETEK	30
7 VIRI	32
ZAHVALA	36

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Vpliv datuma in velikosti okvirčka na vsaj zgrajene celice	17
Preglednica 2:	Vpliv datuma in velikosti okvirčka na odkrit med v celicah	18
Preglednica 3:	Vpliv datuma in velikosti okvirčka na ves med v celicah	19
Preglednica 4:	Vpliv panja in velikosti okvirčka na delno zgrajene celice	20
Preglednica 5:	Vpliv panja in velikosti okvirčka na ves med v celicah	21
Preglednica 6:	Vpliv višine in velikosti okvirčka na ves med v celicah	21
Preglednica 7:	Vpliv globine in velikosti okvirčka na ves med v celicah	22
Preglednica 8:	Vpliv satu in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice.....	23
Preglednica 9:	Vpliv strani in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice	24
Preglednica 10:	Vpliv višine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice.....	24
Preglednica 11:	Vpliv globine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice	25

KAZALO SLIK

Slika 1: Razdelitev AŽ-sata na opazovane oddelke.....	9
Slika 2: Razporeditev opazovalnega satja v medišču AŽ-panja.....	9
Slika 3: Delež vsaj delno zgrajenih celic od nezgrajenih	10
Slika 4: Gradnja malih okvirčkov v panju 1 glede na levo in desno stran v treh satih	11
Slika 5: Gradnja malih okvirčkov v panju 2 glede na levo in desno stran pri treh satih	12
Slika 6: Gradnja srednjih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 1 .	13
Slika 7: Gradnja srednjih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 2 .	14
Slika 8: Gradnja velikih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 1 ...	15
Slika 9: Gradnja velikih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 2 ...	16

1 UVOD

V Evropi pridelava medu v satju ni tako množična, kot je v Ameriki, Avstraliji in Novi Zelandiji. Ima višjo dodano vrednost, ker je sama tehnologijo pridelovanja zahtevna in odvisna od mnogih vplivov. Je naravna sladica, dragoceno živilo in krepčilo v svoji naravni embalaži iz voska in preko čebel iz narave samo posredovana človeku. V medu v satju je ujeto zdravilno rastlinstvo, kot so ga pripravile in zapakirale čebele. Pri nas je njegova pridelava slabo razvita in enako velja za ponudbo na trgu. Med v satju je naravni proizvod, ki ima velik potencial, da se ga s tehnologijo, prilagojeno našim razmeram, spravi na trg. Kaj vse vpliva na gradnjo satja v čebelji družini in kaj stimulira in zavira čebeljo družino, kako poteka delitev dela, iskanje paše, formiranje gnezda in katera tehnologijo bi bila primerna za pridelavo medu v satju, ali velikost okvirčka vpliva na gradnjo in hitrost polnjenja z medom in katera je tista optimalna velikost okvirčka, razpravljamo v tej diplomski nalogi.

2 PREGLED OBJAV

Tipična čebelja družina je sestavljena iz več deset tisoč fakultativno sterilnih čebeljih samic, imenovanih delavke in ene matice, ki je mati vseh osebkov v družini. Matica in delavke se razlikujejo tako po anatomiji kot po vedenju. Čebele si nadalje delijo delo glede na starost (»age polyethism«). V gnezdu čebele delavke začnejo s čistilnim vedenjem, hranjenjem ličink, gradnjo satja, obdelovanjem in shranjevanjem hrane, varovanjem vhoda in drugimi aktivnostmi. Največja starostno odvisna sprememba vedenja je delitev dela v panju, opravljanje nalog v gnezdu in pašna aktivnost zunaj panja. Ta prehod se običajno zgodi v tretjem tednu odraslega življenja čebele, ko ta začne odhajati na pašno za cvetni prah, medicino, vodo in propolis, ki je smolnata snov potrebna pri gradnji gnezda (Winston, 1987).

Repertoar čebeljih opravil v panju in zunaj njega je pod vplivom okolja in izzivov uspešnega izkoriščanja virov, ki jih genetsko nehomogena čebelja družina mora premagati, da preživi in se razmnožuje. Okoljske spremenljivke določajo izvedbo različnih panjskih opravil. Te spremenljivke vključujejo dostopnost do paše medicinske in cvetnega prahu (Kolmes, 1985a), količine zalege v družini (Winston in Fergusson, 1985a, 1986), količine prisotnega satja v družini (Kolmes, 1985b; Fergusson in Winston, 1988), velikosti populacije (Winston in Punnett, 1982). Različen tip in jakost stresa vplivata na odziv čebelje družine. Močan stres vpliva na starost, pri kateri čebele opravljajo opravila. Šibkejši stres poveča frekvenco potrebnih opravil brez spreminjanja v vedenjskem razvoju čebel (Kolmes in sod., 1989).

Tipična čebelja družina obsega približno 25.000 odraslih čebel delavk in matico (Seeley, 1985a). Poleg odraslih čebel je v družini zalega (jajčeca v razvoju, ličinke, bube) ter skladiščena hrana, in sicer med in cvetni prah. Zalega in hrana so shranjeni v panju kot serije paralelnih voščenih satov, razdeljenih v približno 100.000 celic. Karakteristično dobro organiziran vzorec na satju se razvije v tri različna koncentrična območja. Na sredi je območje zalege, ki jo obdaja cvetni prah in veliko periferno območje medu. Ko čebelja družina zaseda prostor, se vzorec kaže v centralnih satih, ki so zasedeni s pretežnim deležem čebelje zalege. Dobro organiziran vzorec kaže na prilagodljivost čebelje družine. Strjena čebelja zalega zagotavlja točno regulirano inkubacijsko temperaturo in lahko olajša učinkovitost zaleganja čebelje matice. Prisotnost cvetnega prahu v okolici zalege je hitro dostopna za čebele krmilke, kar povečuje učinkovitost hranjenja čebelje zalege (Camazine, 1991).

Vzorec ni samo dobro organiziran, vendar tudi konsistenten in prilagodljiv skozi sezono. Čebele cvetni prah in med iz deset tisoč pašnih virov vsakodnevno vnašajo v celice. Čeprav se skladiščen cvetni prah in med vsakodnevno porablja, matica izleže na stotine jajčec, mlade čebele se izlegajo, bolno zalego pospravljajo, proste celice čebele pogosto napolnijo s čem drugim od prej, se stabilnost vzorca ohranja. Z opazovanjem so dognali, da čebele pogosto zasedejo proste celice z medom in cvetnim prahom tudi med zalego, ko čebele očistijo celico ali vstavimo prazen sat v panj. Vzorec se pojavi spontano med interakcijami v procesu odlaganja in odstranjevanja iz celic. Dinamični odnosi med sestavnim procesom odlaganja in odstranjevanjem so zadostni za organizirano obliko vzorca v satju (Camazine, 1991).

V začetku tudi leženje jajčec izgleda nesistematično. Matica se najprej pogosto ne sistematično giblje po satu z vračanjem na začetno mesto. Rajši kot z izčrpnim iskanjem

vseh primernih celic na območju se matica zaporedoma vrača, da zaleže prazne celice. Pred zaleganjem vsako celico skrbno pregleda, vendar ji samo prazna celica ni dovolj. Matica očitno upošteva prisotnost zalege v bližini, saj so njeni položaji omejeni z relativno bližino do druge celice z zalego. Med zaleganjem teži k temu, da so jajčeca položena blizu drug drugemu. Začne na sredini sata (Camazine, 1991).

Pašne čebele s cvetnim prahom odlagajo cvetni prah v celice, medtem ko pašne čebele z nektarjem ali mano izpraznijo vsebino čebelam v panju, ki vsebino izločijo v celice. V praznem satu čebele ne izberejo območja, ki bilo rezervirano za cvetni prah, zalego ali med, temveč ga razporedijo po vsem satu. Sat z zalego onemogoča razporeditev cvetnega prahu drugam kot na obrobje zalege. S prednostnim praznjenjem celic bližje zalegi se sprostijo več celic za strjeno zaleganje. Najverjetneje je praznjenje celic posledica porabe hrane za čebele kot premeščanja hrane. Za cvetni prah je gotovo, da ga čebele ne premeščajo. Tako ostaja več cvetnega prahu in medu na obrobju, kjer se oba nanašata naključno. Z običajnim nihanjem cvetnega prahu se ga dnevno porabi isto, kot se ga skladišči. Med prihaja v panj z večjim deležem kot cvetni prah in zaseda celice, v katerih je prej ležal cvetni prah. Postopoma je ves skladiščen cvetni prah na obrobju porabljen in nadomeščen z medom. S časom je edino dostopno mesto v bližini zalege. Vmesna cona med zalego in medom z veliko fluktuacijo postaja dostopna za cvetni prah (Camazine, 1991).

Organiziranost družbe naj bi bila organizirana kot dve logični končni točki na zveznem razponu, ki predstavljata človeško in živalsko družbo. Na en način naj bi bil popolnoma učinkovit sistem, ko bi vsak član družbe pripadal specifičnemu naboru nalog, da bi izkoristil 100 % njegovih ali njenih delovnih potencialov. Ta način družbe je bil poimenovan maksimalno ergonomično učinkovit sistem. Evolucija takšne družbe potrebuje stabilno okolje, ker ob vsakem času že nastopa kar največ možnega dela. Druga logična končna točka je odporna družba, v kateri so neproduktivne rezervne sile vzdrževane in so lahko premeščene, da se srečajo z nenadnimi spremembami v okolju. Takšen sistem bi bil premagljiv za ergonomično učinkovito družbo v stabilnem okolju, vendar bi verjetno lažje preživel v nihajočem okolju. Socialno vedenje medonosne čebele se odraža kot mešanica obojega, učinkovitosti in odpornosti (Kolmes, 1985b; Kolmes, 1986).

Čebelje družine imajo v različnih letnih časih zelo različno s starostjo razporejeno delo med čebelami delavkami. Raziskovalna dela kažejo, da demografska manipulacija z odstranjevanjem bodisi nekje 50 % pašnih čebel bodisi 40 % mladih panjskih čebel iz vzpostavljene čebelje družine sproži različne spremembe na nivoju opravi v panju. Tako se je pregledovanje nahranjenosti čebelje zalege bistveno povečalo v obeh tipih manipulacije z družino. Hoja čebel se je bistveno povečala, ko so bile pašne čebele odvzete. Odvzem pašnih čebel tudi povzroči, da se vedenje ostalih pašnih čebel spremeni s povečanjem negovanja med čebelami, zmanjšanjem žvečenja poklopcov zalege in zmanjšano stopnjo krmljenja drugih čebel (Kolmes in Winston, 1988).

Ko so bile ravni populacije prizadete z manipulacijo v površini odprte zalege, ki je bila v normalnem obsegu površine zalege opazovanih družin, od 500 cm² do 2600 cm², ni bilo značilnih sprememb v starosti začetka nabiranja med čebelami delavkami. Te blage manipulacije so tudi pustile povprečno delovno življenjsko dobo nespremenjeno (Winston in Fergusson, 1986b).

Bolj drastične demografske manipulacije, ki vključujejo odstranjevanje bodisi vseh prepašno starih čebel v panju ali pašnih čebel iz družine, se kažejo kot dramatične spremembe v starosti za opravljanje čebeljih opravil. Štiri dneve stare čebele izvajajo plese za zaposlitev drugih pašnih čebel do pašnih virov (Haydak, 1932). Šest dni stare pašne čebele se odpovejo nabiranju medicīne, obnovijo hiperfaringealne žleze in prevzamejo vedenje nege zalege (Milojevic, 1940). Pašne čebele obnovijo voskovne žleze in gradijo satje (Rosch, 1930). Opazijo 42 dni stare čebele dojlje v družini z odvzetimi prepašnimi čebelami (Himmer, 1930). Vse nenavadno visoke starosti za opravljanje del v panju so bile opazovane v družinah izpostavljenim zelo močnim demografskim stresom, kar simulira drastični naravni stres plenilcev ali bolezni (Winston in Fergusson, 1985). Kasneje so spremljali upad v pomenu upada življenjske dobe v družinah pod stresom, po predvidevanjih zaradi nevarne narave pašnih opravil (Kolmes, 1985c) in/ali odnosa med življenjsko dobo in številom kilometrov letenja (Neukirch, 1982).

2.1 PAŠA

Vedenje, da si čebele delijo informacije o virih hrane, sega daleč v zgodnjo antiko. Aristotel je pred več kot 2000 leti opazil, da ostale čebele kmalu začenjajo prihajati, ko ena nabiralka najde dobičkonosno področje rož. Očitno prvi izvidniški čebeli sledijo ostale iz gnezda. Kako čebele komunicirajo med seboj glede virov hrane, pa je ostalo skrivnost, dokler ni Karl von Frisch (1923) zgodaj v 20. stoletju odkril plesni jezik čebel.

Hranila za čebelo so zagotovljena iz rastlinskega izvora; medicīne in cvetnega prahu. Cvetni prah se med seboj razlikuje po proteinski strukturi in hranilni vrednosti (Schmidt in Johnson, 1984). Nekateri cvetni prah je lahko deficitaren v določenih aminokislinah ali vitaminih in je zato hranilno reven, vendar v kombinaciji z drugimi zagotavlja primerno hrano za čebelo. Pašne čebele slabo oziroma ne razlikujejo hranilne vrednosti cvetnega prahu (Schmidt, 1982), med tem ko imajo mlade čebele krmilke rajši proteinsko bogatejši cvetni prah (Schmidt in Johnson, 1984).

Prehod iz panjskih opravil in dela zunaj panja, je kontrolirano z žleznimi spremembami in povezano s koncem panjskih opravil (Fluri in sod., 1982) in ravno juvenilnega hormona (Robinson, 1987).

Zdi se razumljivo, če domnevamo, da nabiranje medicīne za čebele pomeni maksimiranje stopnje energijskega vnosa (Pyke, 1981). Nekaj razlogov, ki se lahko nanašajo zgolj na čebele, navajamo v nadaljevanju. Prvič, ker veliko čebel iz družine zbira hrano, se lahko čebele specializirajo za nabiranje medicīne ali peloda in jim ni potrebno ločevati svojega časa glede na nabiranje teh dveh vrst hrane. Pašne čebele se dejansko velikokrat specializirajo za nabiranje medicīne ali peloda (Free, 1970). Drugič, zaradi ločitve delavk na nabiralke in izvidnice v čebeljih družinah, nabiralkam medicīne na enem področju ni potrebno zbirati vzorcev alternativnih področji, da bi sledile spremembam v dobičkonosnosti področji. Takšno zbiranje opravijo čebele izvidnice. Tretjič, tveganje plenilcev je lahko manjše za čebele nabiralke in manj možno na področjih nabiranja paše. In četrtič: možnosti čebelje družine za rast, reprodukcijo in preživetje zime so najbrž tesno povezane s celotno količino energije, ki jo zberejo pašne čebele (Seeley, 1985b).

Lindauer (1948, 1952, 1954) je prikazal, da ima čebela očitno specialen komunikacijski sistem, preko katerega si nabiralke izmenjujejo informacije o koncentraciji medicīne. Informacije se prenašajo preko stika nabiralke s tisto čebelo v gnezdu, ki prva sprejme njeno medicīno, t. i. čebele receptorke. Te čebele vzorčijo prihajajočo hrano, zato vedo za stopnjo sladkorne koncentracije v danih medicīnah (Nowogrodzki, 1981).

Kljub temu receptorka prav tako primerja sladkorno koncentracijo sprejete medicīne. Nabiralke, ki prinašajo relativno visoko koncentracijo medicīne, so hitro in zagnano razložene, medtem ko se nabiralke, ki se vračajo z relativno razredčeno medicīno, razložene počasi in očitno nezavzeto. Če nič drugega, je čas dostave ali intenzivnost tipajočega kontakta ali kakšni drugi variabilni aspekti sprejemanja čebel receptork nabiralke očitna ocena relativne koncentracije sladkorja na najdenem področju in tako tudi relativna energija, ki jo mora vnesti za svojo pot. Da bi družina lahko določila nabiralna področja, morajo delavke določiti novo nabiralno področje tako, da sledijo čebeljemu plesu. Zdi se, da družina med samimi nabiralkami potrebuje nekaj izvidnic, ker so slednje tiste, ki odkrijejo nova področja. Novinke so nato napotene na znana področja in prej ali slej bodo ta znana področja vir nabiranja hrane. Z drugimi besedami, čebelja družina potrebuje nekaj raziskovalk in tudi novink, da doseže dolgoročno nabiralno učinkovitost. Očitno izplačilo izvidnic za njihov večji vložek v iskanju hranilnega področja je najdeno področje nenavadno visoke kvalitete. Ta ideja je podprta s primerjanjem med izvidnicami in novinkami v njihovem nagonu sledenja prvemu izletu na novo hranilno področje. Možnost, da bi znova prinesle nazaj hrano, je bila večja za novinke kakor za izvidnice. Jasno je, da imajo področja, ki jih najdejo novinke, mnogo več možnosti, da bi bila vredna vračanja, kakor tista, ki so jih našle izvidnice (Seeley, 1985b).

Evolucija kompleksne socialne organiziranosti ostaja ena od najbolj zanimivih in kompleksnih vprašanj v evolucijski biologiji. Združba medonosne čebele ostaja primer socialne organiziranosti zaradi velike številčnosti osebkov in delitve dela (Winston, 1987). Čebela se nauči, v katerem času dneva določena rastlina cveti in glede na to omeji svoje nabiranje hrane (Beling, 1929; Wahl, 1932). Za vedenje, ko v času slabega medenja in pelodnega donosa večina čebel ostaja v panju in ohranja letalno energijo, se smatra, da je prilagodljivo (Kleber, 1935). Na splošno velja, da je občutek za čas kontroliran preko endogene biološke ure (Renner, 1955, 1957; Bennett in Renner, 1963; Beier, 1968; Beier in Lindauer, 1970). Čas nabiranja hrane je lahko različno zamaknjen ali časovno usklajen z menjavami ciklov dneva in mraka kot naravnih pogojev (Renner, 1959) ali umetno osvetljene eksperimentalne sobe (Beier, 1968). Čebelo je mogoče navaditi na virtualno asociacijo vsakega časa v dnevu z nagrado (Beling, 1929; Wahl, 1932), saj mora ritem nabiranja hrane vsebovati nenehno delujoč biološki oscilator (Pittendrigh, 1958), ki individualni čebeli dopušča, da nenehno spremlja menjavanje časa. Raziskave (Moore in Rankin, 1983) kažejo, da ritem nabiranja hrane pri čebeli ni vedno natančen glede vseh faz cikla dnevne luči. Nasprotno, aktivnost nabiranja hrane mnogo bolj natančno sovпада s časom, ko je vir hrane na voljo zgodaj zjutraj, kakor s tistim, ki se pojavi sredi dneva.

V študiji (Moore in sod., 1989) so prišli do dveh glavnih spoznanj. Prvo: čeprav se čebele bolj natančno odzivajo pri svojih nabiralnih letih na jutranji vir hrane kakor na popoldanski, se obe skupini, tako jutranje urjena kakor popoldanska, enako zavedata posameznega časovnega dela dneva. Drugo: razlika v časovni natančnosti, ki je obstajala v eksperimentalni

preizkusni sobi ob odsotnosti možnega časovnega znamenja v okolju, dokazuje, da je dnevna variacija natančnosti nabiranja hrane odvisna od endogene komponente v vedenju čebele.

Čebele pri nabiranju hrane sledijo informacijskemu centru, zaradi katerega tisoče nabiralk v čebelji družini skupaj deluje kot integrirana celota. Ta strategija omogoča čebelji družini široko izbiro področja hranjenja, da hranjenje osredotoči na področje z največjo možno kvaliteto in da hitro zmanjša distribucijo hranjenja na področjih, kjer se izplen ali dobičkonosnost na izbranih področjih spreminja. Ta sistem družbenega nabiranja je mogoč preko treh značilnosti družbene organizacije čebel. Najprej je to sistem plesne komunikacije, ki služi kot zbiralna komunikacija, ki omogoča individualnim čebelam, da usmerijo čebele iz gnezda na lokacijo hranjenja. Druga je ločitev dela med izvidnicami in nabiralkami, tako da večina nabiralk najde mesto hranjenja s sledenjem plesom izvidnic. In tretje je zbirka mehanizmov, ki omogoča vsaki nabiralki, da oceni relativno dobičkonosnost njenega nabiralnega področja. Jasno je, da je povprečna vrednost zbrane hrane na nabiralko večja kakor brez tega skupinskega projekta družbene organizacije, še posebej, ko je veliko različnih možnosti v prehranjevalnih mestih, ko so kakovostna in visokokakovostna področja vidno razpršena preko okolja (Seeley, 1985b).

2.2 SATJE

Precej povečano število praznega satovja v gnezdih čebel *Apis mellifera* med obdobjem slabe paše in dobrega medenja vpliva na količino medu, ki ga shranijo (Rinderer in Baxter, 1978).

Na mnogih področjih se zgodnje pomladni viri hrane nagibajo tako k enoličnim in revnim. Ta situacija se skokovito spreminja od pozno spomladi do zgodaj poleti, ko se vir medicene nagiba tako k raznolikemu in bogatemu. Upad v variacijah in obilicah sledi od poznega poletja v zgolj nekaj slabih kvalitetnih virih medicene. Število praznega satovja v gnezdih čebel se prav tako spreminja s sezono. Če je gnezdo že napolnjeno s satovjem, potem se v zgodnji pomladi intenzivnost satovja z zalego in konstantnega velikega števila čebel kaže v hitri redukciji v količini shranjenega medu in v sočasnem povečanju praznega satovja. Med glavnim medenjem je prazno satovje izkoriščeno za shranjevanje medu. Zaradi tega prazno satovje postane manj dosegljivo, ko se leto nadaljuje. Čebelje družine uporabljajo shranjen med primarno samo za vzdrževanje prezimovanja odraslih čebel preko jeseni in zime, kar zopet izprazni hrambeno satovje. Te spremembe v dostopnosti praznega hrambenega satovja v gnezdih čebel časovno sovпада in se spreminja neposredno s spremembami dostopnosti medicene v naravi (Rinderer, 1981).

Razpoložljivost praznega satovja prav tako vpliva na nabiranje medicene. Visoka stopnja intenzivnosti nabiranja medicene in sprejemanje zgolj visoko kakovostne medicene se kaže v večji količini shranjenega medu med glavno pašo, medtem ko se nižja stopnja intenzivnosti in sprejemanje tudi manjše kvalitete medicene kaže v večji količini shranjenega medu tako zgodaj kot pozno. Zato število praznega satovja v gnezdih regulira tako intenzivnost nabiranja medicene nastanjenih čebel kakor tudi njihovo selekcijo vira medicene, ki se kaže v maksimumu zbranega medu preko sezone medenja (Rinderer, 1981).

V specifičnih primerih je intenzivnost nabiranja medicīne in izbire virov medicīne lahko eventualno neprimerna glede na pogoje medenja. Na primer: družina s satovjem, napolnjenim z medom, bo preko nenavadno dobrega in podaljšanega medenja imela manjšo intenzivnost nabiranja kot običajno. Ta situacija bi služila samo za povečanje števila in možnosti preživetja roja, povezanega z družino (Rinderer, 1981).

Izrojena družina ne bi trpela pomanjkanja, ker se je družina ustanovila sama od sebe v izbranem domovanju (Seeley, 1977; Seeley in Morse, 1976), ki je očitno dovolj veliko, da zdrži rezerve hrane, ki so zmožne podpirati preživetje družine v slabih sezonah. Stiske (nenavadno vreme, bolezni, plenilci) lahko vplivajo na družino, ki ima več praznih satovij in s tem manjšo rezervo hrane v času pred ali po glavnem obdobju medenja. Takšni čebelji družini grozi stradanje in visoka stopnja nabiranja hrane in sprejemanje zgolj visokokvalitetnih virov medicīne ni primerno (Rinderer, 1981).

Maksimalno nabiranje hrane na slabih virih medicīne ne omogoča dovolj rezerv hrane za preživetje. Intenzivno iskanje dobrega vira medicīne (mogoče rezerve medu bližnje družine), čeprav malo verjetno uspešno, ima boljše možnosti za preživetje družine kakor nabiranje na slabših virih medicīne. Različno število praznega satovja kaže na drugačno strategijo nabiranja hrane. Podatki kažejo, da so bile čebele močno stimulirane preko tendenc praznega satovja, da bi izbrale samo vire hrane boljše kvalitete. Ob istem času je bil njihov prag za rekrutirano plesanje tak, da so plesale zgolj za vire, ki so bili boljši od njihovih minimalnih pogojev za nabiranje. Ti dve tendenci se kažeta v manjši stimulaciji čebel za sprejemanje slabše kakovosti medicīne in nabiranja samostojnih individualnih čebel, ki so vseeno zmožne skupnega izkoriščanja preko komunikacije plesa, če bi bil boljši vir odkrit (Rinderer, 1981).

Ker je pritisk pare na satovje večji ob večji temperaturi, temperatura okolja prispeva k regulativni funkciji suhega satovja, ki sprošča večje ali manjše število hlapov, kot je primerno. Med hladnim obdobjem, ko ni na voljo nobene medicīne, je pritisk pare na hlape nižji. To bi lahko razširilo obdobje neuporabnosti satovja v gnezdu (Rinderer, 1982).

3 MATERIAL IN METODE

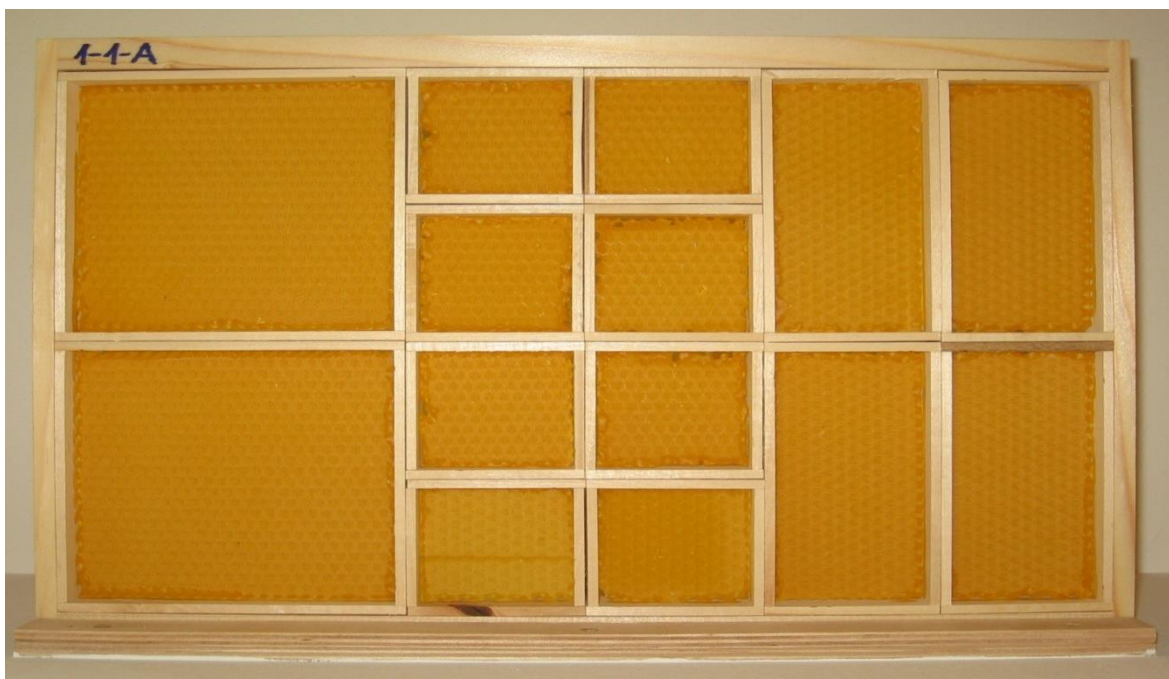
Za namen poskusa smo izbrali tri velikosti okvirčkov, da bi lahko spremljali vpliv velikosti okvirčka na gradnjo in polnjenje z medom. V ta namen smo iz deščic izdelali okvirčke primernih velikosti in jim na sredini z vročim voskom fiksirali celo satno osnovo. Te smo nato v kombinaciji treh velikosti vložili v tri Alberti-Žnidersiščeve okvirje (v nadaljevanju: AŽ-okvir) za en panj v dveh ponovitvah.

V medišče dveh čebeljih družin smo v vsako vložili tri okvirje s tremi velikosti okvirčkov na vsakem satu. Po dva velika, enega na drugega, ki sta zasedla tretjino notranje površine okvirja, nato štiri srednje okvirje, po dva skupaj nad ostalima dvema, in 8 majhnih v zadnji tretjini sata. Te tretjine različnih velikosti okvirčkov smo v treh satih vstavili v treh različnih kombinacijah med medenimi sati v medišču. Položaja vsakega okvirja s tremi kombinacijami okvirjem nismo spreminjali. V razmakih treh dni smo s slikanjem vseh strani vsakega sata beležili napredovanje gradnje satja oziroma različnih velikosti okvirčkov v AŽ-okvirju. Za slikanje smo uporabili stojalo, da so bile vse slike posnete iz istega položaja tekom spremljanja gradnje in polnjenja satja. Same podatke smo zbrali s štetjem delno zgrajenih, zgrajenih, napolnjenih in pokritih celic z medom v časovnih sosledjih. Celice smo šteli iz slik s pomočjo programa ImageJ-win32.

Faktor delno zgrajene smo definirali kot začetek gradnje celic. Faktor zgrajene predstavlja celice, ki so jih čebele zaključile v gradnji. Faktor vsaj zgrajene je sestavljen iz delno zgrajene in zgrajene. Faktor odkrit med predstavlja celice v katere so čebele nanesele medicino. Faktor pokrit med predstavlja celice s pokritim medom. Faktor ves med je sestavljen iz odkrit med in pokrit med. Faktor vsaj delno zgrajene je sestavljen iz vsaj zgrajene in ves med. Podatke smo nato statistično obdelali s programom Excel 2013 in predstavili kot rezultate s pomočjo izračunane dvofaktorke analize variance s ponovitvami in narisanih grafov. Analizirali smo: vpliv datuma in velikosti okvirčka na vsaj zgrajene celice, vpliv datuma in velikosti okvirčka na odkrit med v celicah, vpliv datuma in velikosti okvirčka na ves med v celicah, vpliv panja in velikosti okvirčka na delno zgrajene celice za zadnji dan, vpliv panja in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan, vpliv višine in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan, vpliv globine in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan, vpliv satu in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan, vpliv strani in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan, vpliv višine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan, vpliv globine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan.

Deleže uporabne površine za med in deleže površine potrebne za lesene okvirčke smo izračunali tako, da smo površino satja v AŽ satu vzeli kot 100 % in jo razdelili na površino za med in površino za lesene okvirčke. Zaradi pregrajevanja sata z lesenimi okvirčki v AŽ-sat lahko vstavimo 6 velikih okvirčkov, 12 srednjih in 24 malih okvirčkov.

Med poskusom je bil naravni donos do 1 kg na dan in ga nismo spodbujali s krmljenjem, ker smo tako lažje opazovali potek gradnje, kot če bi bil donos odličen, kar je potrebno za gospodarno upravičenje pridelovanja medu v satju. Naš namen je bil opazovati in spoznati načela gradnje in vplive, ki nam bodo prišli naslednjič prav v gospodarskih družinah z namenom pridelovanj medu v satju pod odličnimi pogoji medenja.



Slika 1: Razdelitev AŽ-sata na opazovane oddelke

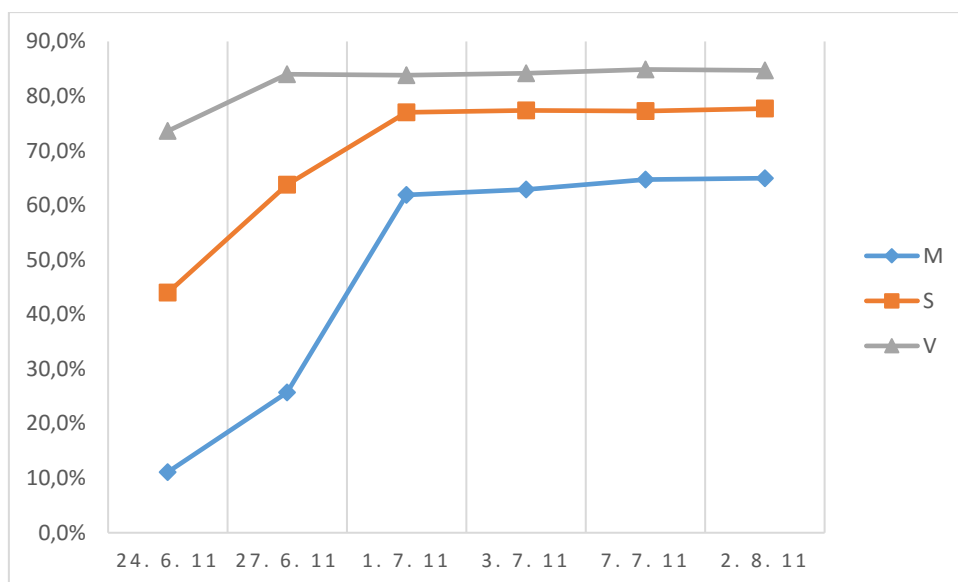


Slika 2: Razporeditev opazovalnega satja v medišču AŽ-panja

4 REZULTATI

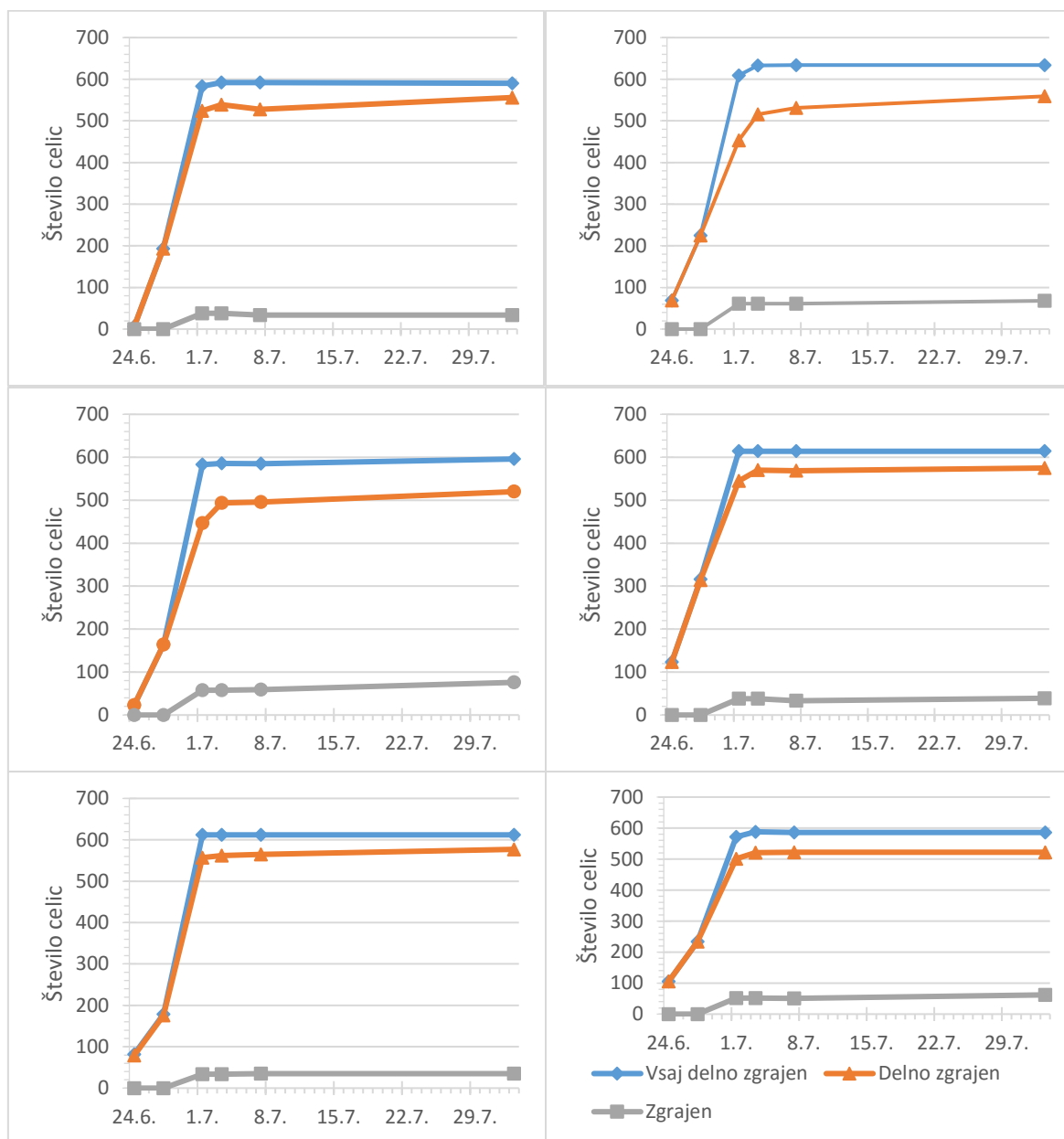
Vzemimo površino AŽ-okvirja kot prostor, 100 % namenjen za skladiščenje medu in pogledjmo, koliko prostora, namenjenega za med izgubimo zaradi pregrajevanja sata z lesenimi okvirčki. V AŽ-sat lahko vstavimo 6 velikih okvirčkov, 12 srednjih in 24 malih. Tako bi dobili v AŽ-satu, razdeljenem s šestimi velikimi okvirčki, 86,4 % dostopne površine za med in 13,6 % lesa iz pregrad ali okvirčkov. Pri srednjem imamo na voljo 81,2 % površine za med in 18,8 % za les. Pri malih okvirčkih pa 75,3 % uporabne površine za nalaganje medu in 24,7 % površine potrebne za lesene okvirčke.

Slika 3 predstavlja delež zgrajenih celic od vseh možnih celic, ki so jih imele čebele na razpolago za gradnjo v danem okvirčku. Spremljamo delež zgrajenih celic v malih, srednjih in velikih okvirčkih.



Slika 3: Delež vsaj delno zgrajenih celic od nezgrajenih

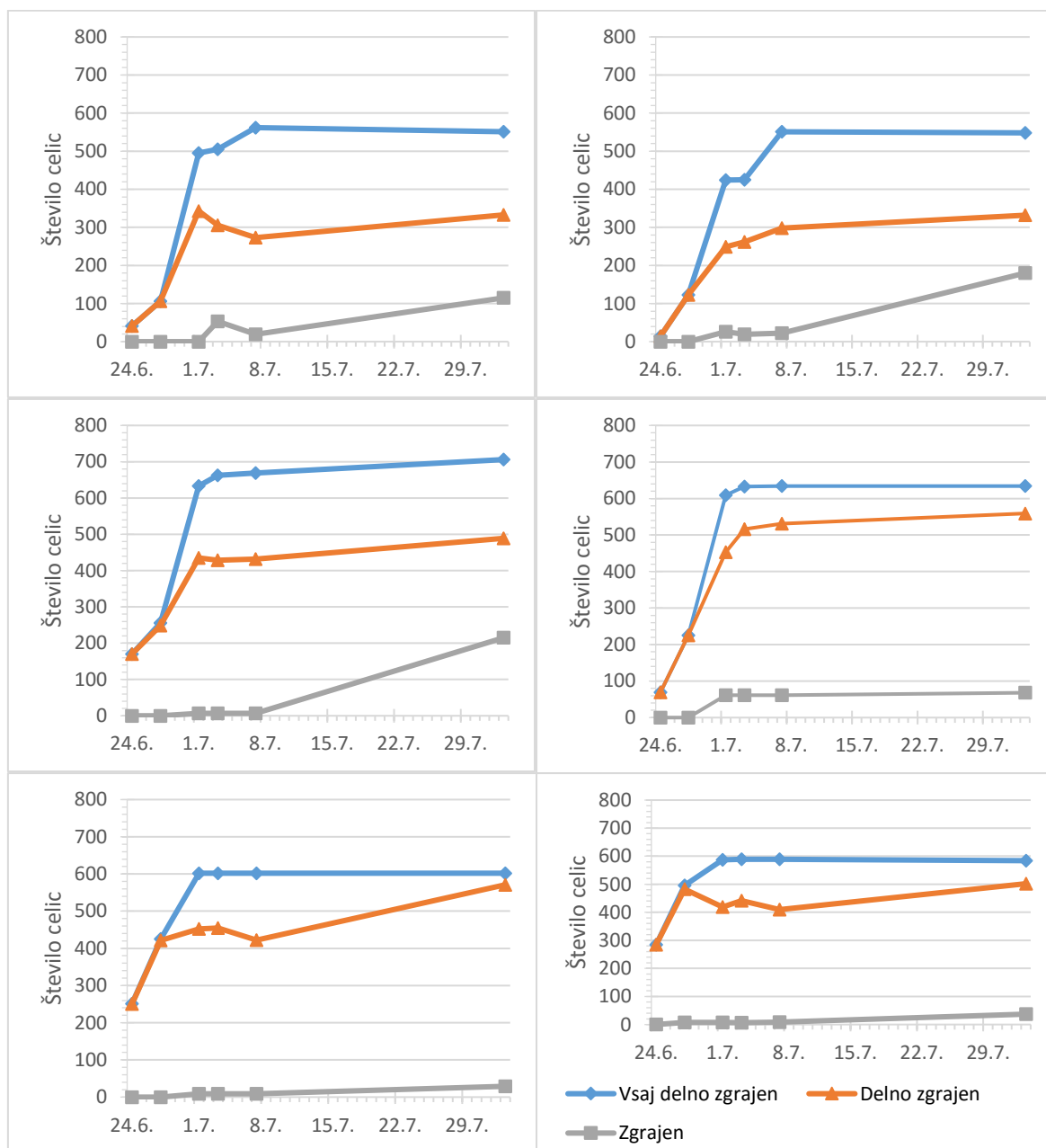
Iz slike 3 je razvidno, da so pri prvem datumu, tj. po treh dneh gradnje, vsaj delno zgradile (vsaj delno zgrajene je sestavljen iz vsaj zgrajene in ves med) 10 % v malih okvirčkih, 44 % v srednjih in 74 % v velikih. Pri drugem datumu so v malih vsaj delno zgradile 26 %, v srednjih 64 % in v velikih 84 %. Veliki so pri naslednjih opazovanjih zaradi slabšega donosa ohranili ta nivo. Mali okvirčki so dosegli nivo v tretjem opazovanju pri 77 %, srednji pa pri 84 %.



Slika 4: Gradnja malih okvirčkov v panju1 glede na levo in desno stran v treh satih.

Število celic predstavlja čebelje celice. Leva stran je mišljena kot leva stran sata, ki je predstavljena na levi strani slike in desna, ki je na desni strani slike. Tako zgornja grafa predstavljata prvi sat v panju iz leve, sredinska grafa predstavljata drugi sat in grafa na spodnji strani slike predstavljata desni sat v panju.

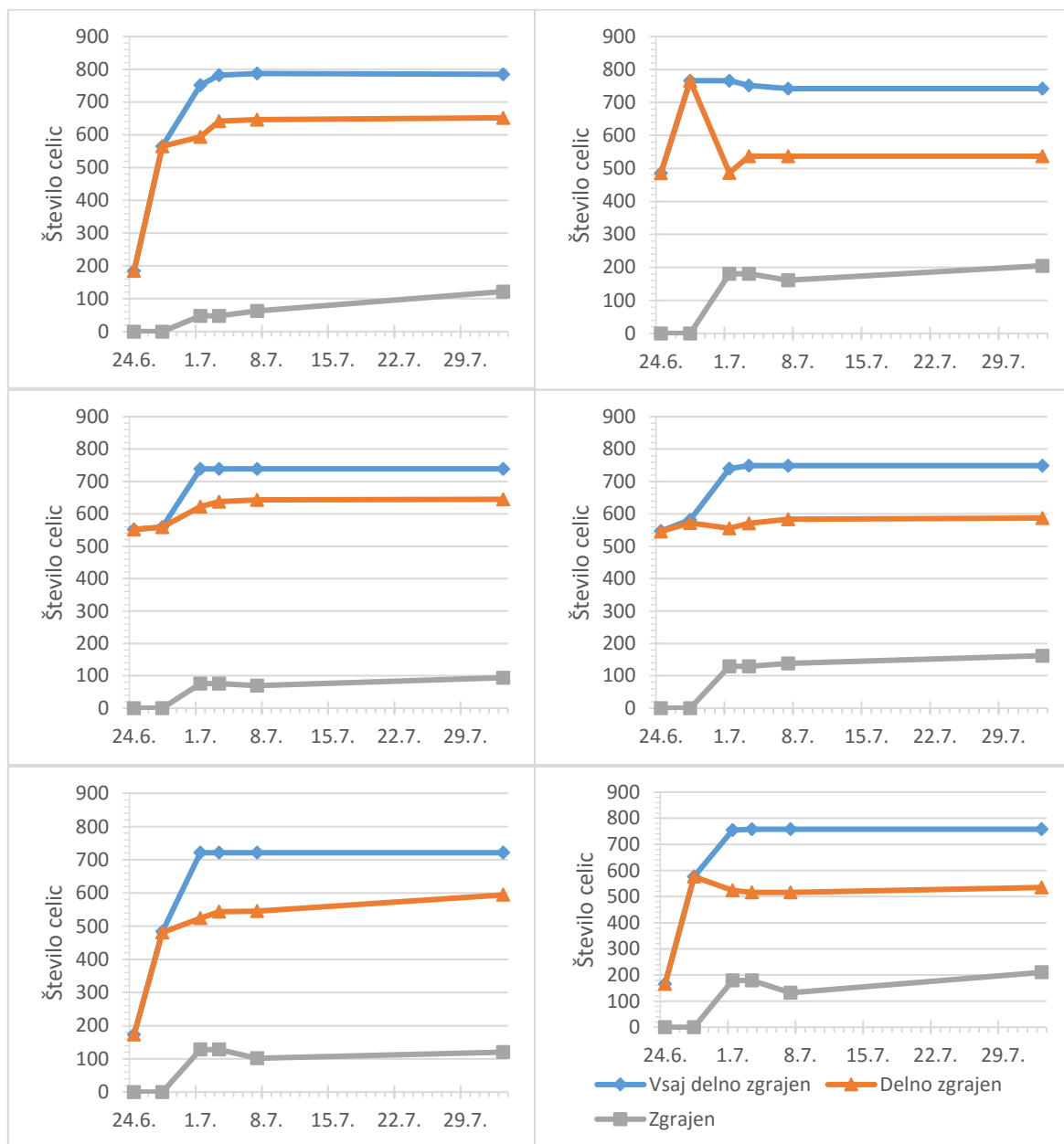
Na sliki 4 je predstavljena gradnja satja v malih okvirčkih v panju 1. Vidimo, da sta leva in desna stran sata korelirani v načinu gradnje. Lepo se vidi, da čebele v prvem tednu potegnejo večino celic iz satnih osnov.



Slika 5: Gradnja malih okvirčkov v panju 2 glede na levo in desno stran pri treh satih

Število celic predstavlja čebelje celice. Leva stran je mišljena kot leva stran sata, ki je predstavljena na levi strani slike in desna, ki je na desni strani slike. Tako zgornja grafa predstavljata prvi sat v panju iz leve, sredinska grafa predstavljata drugi sat in grafa na spodnji strani slike predstavljata desni sat v panju.

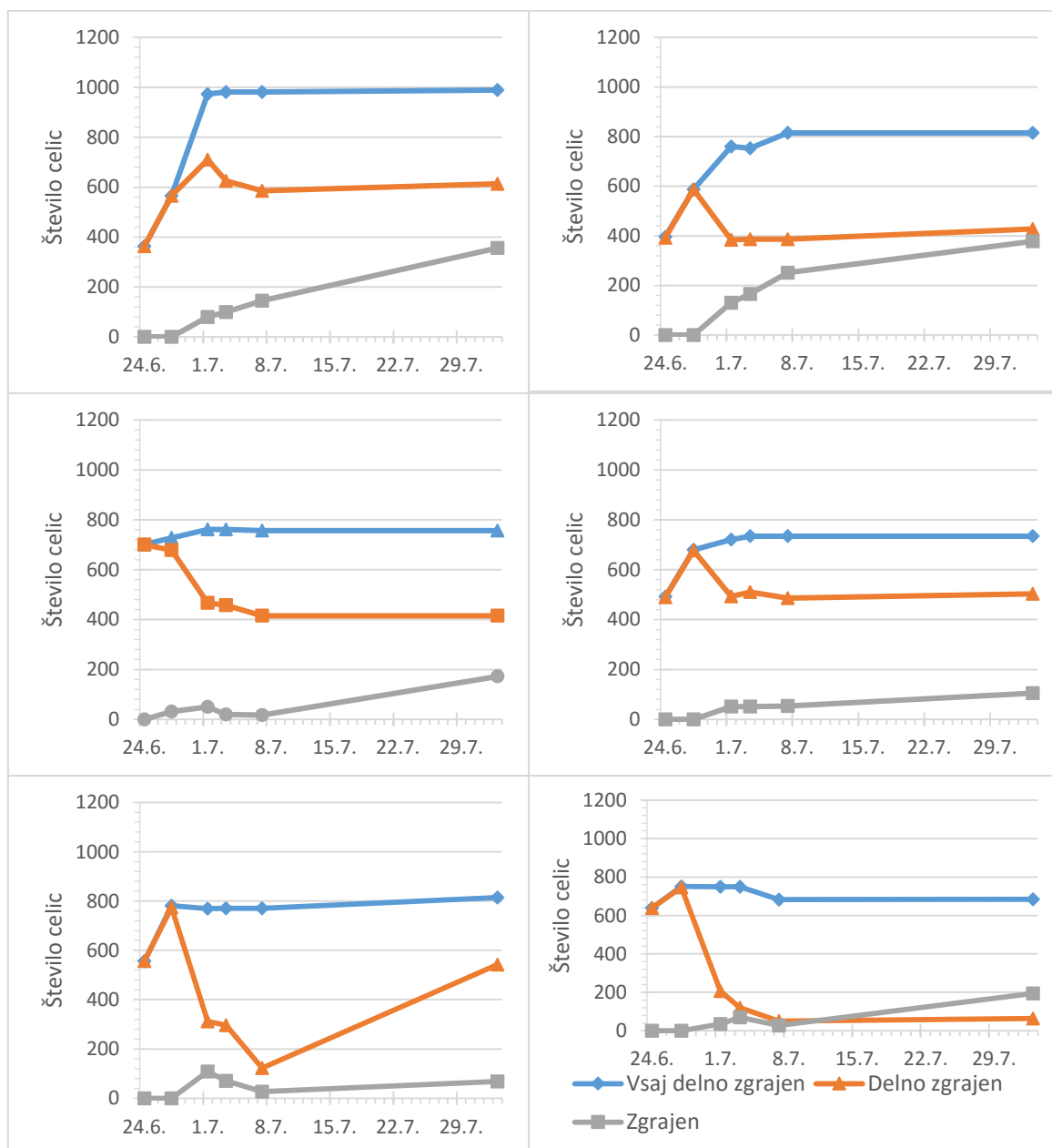
Na sliki 5 je predstavljena gradnja malih okvirčkov v panju 2, kjer vsaj delna zgrajenost hitro narašča in hitro doseže svoj nivo. Zgrajenost in delna zgrajenost začne padati zaradi zasedanja in polnjenja celic z medom. Zgrajenost celic se pri nekaterih dvigne pri zadnjem datumu zaradi porabe medu in posledično izpraznitve in možnega determiniranja zgrajenih celic. Celice v malih okvirčkih so enako hitro zasedene s hitro odloženim medom.



Slika 6: Gradnja srednjih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 1

Število celic predstavlja čebelje celice. Leva stran je mišljena kot leva stran sata, ki je predstavljena na levi strani slike in desna, ki je na desni strani slike. Tako zgornja grafa predstavljata prvi sat v panju iz leve, sredinska grafa predstavljata drugi sat in grafa na spodnji strani slike predstavljata desni sat v panju.

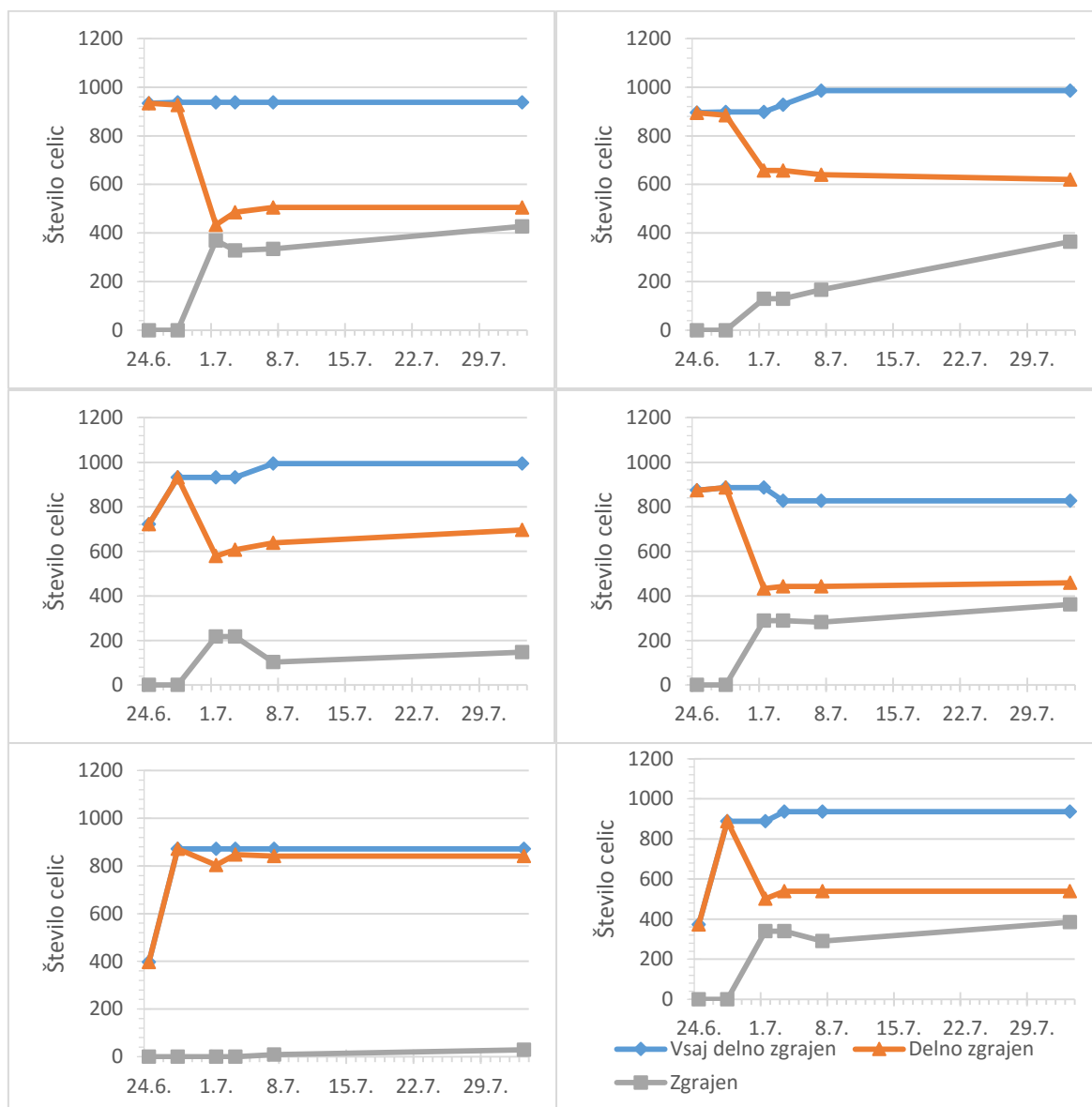
Na sliki 6 se vidi, da se delna gradnja začne zelo hitro, saj je začetna vrednost rasti krivulje visoka, in sicer od približno 200 celic in 500 celic. Njeno padanje lahko razumemo kot zasedanje celic z medom. Pri tretjem šteju tudi opazimo naraščanje zgrajenih celic.



Slika 7: Gradnja srednjih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 2

Število celic predstavlja čebelje celice. Leva stran je mišljena kot leva stran sata, ki je predstavljena na levi strani slike in desna, ki je na desni strani slike. Tako zgornja grafa predstavljata prvi sat v panju iz leve, sredinska grafa predstavljata drugi sat in grafa na spodnji strani slike predstavljata desni sat v panju.

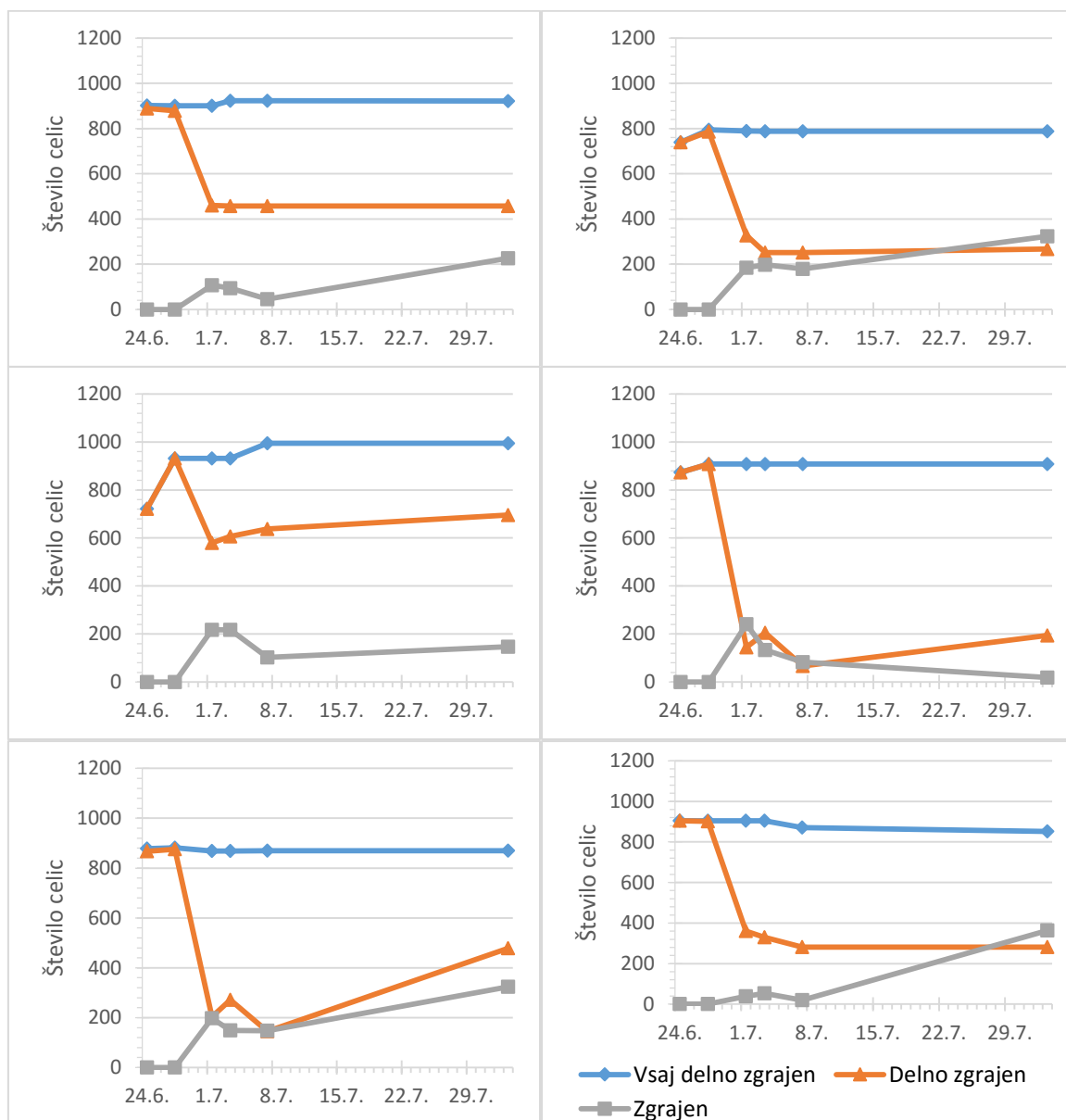
Na sliki 7 se vidi, da se delna gradnja v panju 2 začne hitreje kot pri panju 1, saj je začetna vrednost rasti krivulje še višja, in sicer od približno 400 celic in 700 celic. Njeno padanje razumemo kot hitro zasedanje celic z medom. Število zgrajenih celic lepo narašča.



Slika 8: Gradnja velikih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 1

Število celic predstavlja čebelje celice. Leva stran je mišljena kot leva stran sata, ki je predstavljena na levi strani slike in desna, ki je na desni strani slike. Tako zgornja grafa predstavljata prvi sat v panju iz leve, sredinska grafa predstavljata drugi sat in grafa na spodnji strani slike predstavljata desni sat v panju.

Na sliki 8 vidimo, da se delna gradnja v panju 1 začne z rahlo večjo vrednostjo kot pri srednje velikih, in sicer od približno 400 celic in 900 celic. Njeno padanje razumemo kot hitro zasedanje celic z medom. Število zgrajenih celic večkrat naraste okrog 400 celic. Vsaj delna gradnja je od začetka do konca spremljana od drugega opazovanja rahlo vzpenjanjoča, oziroma hitro doseže svoj prevoj. Število zgrajenih celic ni doseglo svoje izgradnje zaradi slabšega donosa in posledično počasnejše gradnje. Slab donos je v samemu poskusu omogočil opazovanje gradnje v časovnem sosledju. Trend je povsod viden.



Slika 9: Gradnja velikih okvirčkov glede na levo in desno stran pri treh satih v panju 2

Število celic predstavlja čebelje celice. Leva stran je mišljena kot leva stran sata, ki je predstavljena na levi strani slike in desna, ki je na desni strani slike. Tako zgornja grafa predstavljata prvi sat v panju iz leve, sredinska grafa predstavljata drugi sat in grafa na spodnji strani slike predstavljata desni sat v panju.

Na sliki 9 vidimo, da se delna gradnja v panju 2 začne z rahlo večjo vrednostjo kot pri panju 1, in sicer od približno 700 celic in 900 celic. Njeno padanje pri vseh sličicah razumemo kot hitro zasedanje celic z medom. Število zgrajenih celic večkrat naraste okrog 400 celic, vendar v primeru pade zaradi pokritega medu. Vsaj delna gradnja je od začetka do konca spremljanja od drugega opazovanja rahlo vzpenjanjoča oziroma hitro doseže svoj prevoj.

Preglednica 1: Vpliv datuma in velikosti okvirčka na vsaj zgrajene celice

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj		
1						
Število	12	12	12	36		
Vsota	1238	5256	9379	15873		
Povprečje	103,2	438,0	781,6	440,9		
Varianca	8165,2	33575,3	38551,7	104138,9		
2						
Število	12	12	12	36		
Vsota	2862	7623	10701	21186		
Povprečje	238,5	635,3	891,8	588,5		
Varianca	14400,3	9942,9	1292,8	82335,7		
3						
Število	12	12	12	36		
Vsota	6889	9205	10682	26776		
Povprečje	574,1	767,1	890,2	743,8		
Varianca	3419,2	4458,8	1437,2	20334,2		
4						
Število	12	12	12	36		
Vsota	7000	9250	10729	26979		
Povprečje	583,3	770,8	894,1	749,4		
Varianca	3847,7	4635,8	2215,7	20152,6		
5						
Število	12	12	12	36		
Vsota	7206	9234	10816	27256		
Povprečje	600,5	769,5	901,3	757,1		
Varianca	982,6	5527,2	3631,9	18780,7		
6						
Število	12	12	12	36		
Vsota	7233	9287	10795	27315		
Povprečje	602,8	773,9	899,6	758,8		
Varianca	1674,4	5959,5	3771,4	18807,4		
Skupaj						
Število	72	72	72			
Vsota	32428	49855	63102			
Povprečje	450,4	692,4	876,4			
Varianca	46303,8	25531,6	9726,1			
ANOVA						
Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Datum	3106067	5	621213,3	75,81	< 0,001	2,26
Velikost okvirčka	6574433	2	3287216,7	401,18	< 0,001	3,04
Interakcija	1062414	10	106241,4	12,97	< 0,001	1,88
Med ponovitvami	1622386	198	8193,9			
Skupaj	12365300	215				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ-sata (glej Material in metoda)

Preglednica 2: Vpliv datuma in velikosti okvirčka na odkrit med v celicah

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj		
1						
Število	12	12	12	36		
Vsota	4	8	38	50		
Povprečje	0,3	0,7	3,2	1,4		
Varianca	0,8	1,5	28,7	11,4		
2						
Število	12	12	12	36		
Vsota	25	45	108	178		
Povprečje	2,1	3,8	9,0	4,9		
Varianca	7,2	30,8	150,7	68,2		
3						
Število	12	12	12	36		
Vsota	1144	2131	3466	6741		
Povprečje	95,3	177,6	288,8	187,3		
Varianca	3915,0	20054,8	45838,7	28406,5		
4						
Število	12	12	12	36		
Vsota	1045	2187	3534	6766		
Povprečje	87,1	182,3	294,5	187,9		
Varianca	5277,9	28220,8	55383,4	35326,2		
5						
Število	12	12	12	36		
Vsota	1377	2527	4318	8222		
Povprečje	114,8	210,6	359,8	228,4		
Varianca	10078,9	43509,4	79756,2	52368,3		
6						
Število	12	12	12	36		
Vsota	200	736	1454	2390		
Povprečje	16,7	61,3	121,2	66,4		
Varianca	916,8	7781,5	18951,2	10575,0		
Skupaj						
Število	72	72	72			
Vsota	3795	7634	12918			
Povprečje	52,7	106,0	179,4			
Varianca	5402,7	23107,6	51498,3			
ANOVA						
Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Datum	1826982	5	365396,3	20,56	< 0,001	2,26
Velikost okvirčka	582813,5	2	291406,7	16,39	< 0,001	3,04
Interakcija	334689,3	10	33468,9	1,88	< 0,05	1,88
Med ponovitvami	3518945	198	17772,5			
Skupaj	6263430	215				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Preglednica 3: Vpliv datuma in velikosti okvirčka na ves med v celicah

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
1				
Število	12	12	12	36
Vsota	4	8	38	50
Povprečje	0,3	0,7	3,2	1,4
Varianca	0,8	1,5	28,7	11,4
2				
Število	12	12	12	36
Vsota	25	45	108	178
Povprečje	2,1	3,8	9,0	4,9
Varianca	7,2	30,8	150,7	68,2
3				
Število	12	12	12	36
Vsota	1144	2131	3466	6741
Povprečje	95,3	177,6	288,8	187,3
Varianca	3915,0	20054,8	45838,7	28406,5
4				
Število	12	12	12	36
Vsota	1045	2187	3534	6766
Povprečje	87,1	182,3	294,5	187,9
Varianca	5277,9	28220,8	55383,4	35326,2
5				
Število	12	12	12	36
Vsota	1377	2529	4320	8226
Povprečje	114,8	210,8	360,0	228,5
Varianca	10078,9	43652,0	79833,6	52450,5
6				
Število	12	12	12	36
Vsota	203	985	2196	3384
Povprečje	16,9	82,1	183,0	94,0
Varianca	963,0	16998,6	56418,7	28178,3
Skupaj				
Število	72	72	72	
Vsota	3798	7885	13662	
Povprečje	52,8	109,5	189,8	
Varianca	5406,9	24310,6	56645,7	

ANOVA

Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Datum	1758640	5	351728,0	17,26	< 0,001	2,26
Velikost okvirčka	682295,3	2	341147,7	16,73	< 0,001	3,04
Interakcija	337738,8	10	33773,9	1,66	0,093	1,88
Med ponovitvami	4035406	198	20380,8			
Skupaj	6814080	215				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Vpliv datuma in velikosti okvirčka na vsaj zgrajene celice: Glede na vrednost p imata vpliva datum in velikost okvirčka statistično značilen vpliv na vsaj zgrajene. Med vplivoma je značilna interakcija, saj je vrednost $p < 0,001$. Iz povprečij se vidi, da je gradnja vsaj zgrajen

potekala najbolj v velikem okvirčku, nato srednjem okvirčku in potem v malem okvirčku, kar pomeni, da je faktor dinamike izgradnje nekje od 1,2 do 1,5.

Vpliv datuma in velikosti okvirčka na odkrit med v celicah: Pri testiranju datuma in velikosti okvirčka nam dvofaktorska analiza variance pove, da ima datum vpliv na hitrost izgradnje, saj je vrednost $p < 0,001$. Med vplivom datum in velikost okvirčka je interakcija statistično značilna, saj je vrednost $p < 0,05$, kar pomeni, da je izgradnja v različnih okvirčkih potekala z različno dinamiko. Iz povprečij se vidi, da je gradnja srednjih potekala od 1,5- do 2-krat hitreje kot v malih okvirčkih in od 1,5- do 2-krat hitreje v velikih okvirčkih kot v srednjih.

Vpliv datuma in velikosti okvirčka na ves med v celicah: Pri nalaganju ves med v celice ima datum vpliv na polnjenje celic z medom, saj je vrednost $p < 0,001$. Interakcija med datumom in velikostjo okvirčka ni statistično značilna. Pri povprečjih se vidi, da so ves med zalagale od 1,6- do 2,2-krat rajši v srednje okvirčke kot male okvirčke in od 1,6- do 2,2-krat v velike okvirčke kot v srednje okvirčke.

Preglednica 4: Vpliv panja in velikosti okvirčka na delno zgrajene celice

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
1				
Število	12	12	12	36
Vsota	16172	23603	31564	71339
Povprečje	1347,7	1966,9	2630,3	1981,6
Varianca	13273,5	56361,7	58975,5	322572,1
2				
Število	12	12	12	36
Vsota	16256	26252	31538	74046
Povprečje	1354,7	2187,7	2628,2	2056,8
Varianca	74021,7	84678,8	24015,6	344251,5
Skupaj				
Število	24	24	24	
Vsota	32428	49855	63102	
Povprečje	1351,2	2077,3	2629,3	
Varianca	41762,7	80166,5	39692,6	

ANOVA

Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Panj	101775,7	1	101775,7	1,96	0,166	3,99
Velikost okvirčka	19723300	2	9861650,1	190,06	< 0,001	3,14
Interakcija	190929,9	2	95464,9	1,84	0,167	3,14
Med ponovitvami	3424595	66	51887,8			
Skupaj	23440601	71				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Preglednica 5: Vpliv panja in velikosti okvirčka na ves med v celicah

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
1				
Število	12	12	12	36
Vsota	563	1140	2177	3880
Povprečje	46,9	95,0	181,4	107,8
Varianca	1411,2	2786,4	13933,9	8883,6
2				
Število	12	12	12	36
Vsota	3235	6745	11485	21465
Povprečje	269,6	562,1	957,1	596,3
Varianca	5682,6	83897,2	123805,9	148691,2
Skupaj				
Število	24	24	24	
Vsota	3798	7885	13662	
Povprečje	158,3	328,5	569,3	
Varianca	16326,7	98370,4	222830,0	

ANOVA

Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Panj	4294892	1	4294892,0	111,31	< 0,001	3,99
Velikost okvirčkov	2046886	2	1023443,0	26,52	< 0,001	3,14
Interakcija	921544,4	2	460772,2	11,94	< 0,001	3,14
Med ponovitvami	2546688,6	66	38586,2			
Skupaj	9810011	71				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Preglednica 6: Vpliv višine in velikosti okvirčka na ves med v celicah

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
S				
Število	12	12	12	36
Vsota	1656	3886	6185	11727
Povprečje	138	323,8	515,4	325,8
Varianca	14302,9	113690,0	234777,2	138434,2
Z				
Število	12	12	12	36
Vsota	2142	3999	7477	13618
Povprečje	178,5	333,3	623,1	378,3
Varianca	18940,1	91945,3	224817,2	140432,8
Skupaj				
Število	24	24	24	
Vsota	3798	7885	13662	
Povprečje	158,3	328,5	569,3	
Varianca	16326,7	98370,4	222830,0	

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 6: Vpliv višine in velikosti okvirčka na ves med v celicah

ANOVA

Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Višina	49665,0	1	49665,0	0,43	0,516	3,99

Velikost okvirčka	2046886	2	1023443	8,79	< 0,001	3,14
Interakcija	30261,2	2	15130,6	0,13	0,878	3,14
Med ponovitvami	7683199	66	116412,1			
Skupaj	9810011	71				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Preglednica 7: Vpliv globine in velikosti okvirčka na ves med v celicah

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
N				
Število	8	8	8	24
Vsota	1573	4123	6533	12229
Povprečje	196,6	515,4	816,6	509,5
Varianca	15821,7	198789,7	381769,7	248377,2
S				
Število	8	8	8	24
Vsota	1139	1813	3730	6682
Povprečje	142,4	226,6	466,3	278,4
Varianca	20926,8	17949,1	173729,4	84348,1
Z				
Število	8	8	8	24
Vsota	1086	1949	3399	6434
Povprečje	135,8	243,6	424,9	268,1
Varianca	14346,8	46473,1	70773,8	54900,3
Skupaj				
Število	24	24	24	
Vsota	3798	7885	13662	
Povprečje	158,3	328,5	569,3	
Varianca	16326,7	98370,4	222830,0	

ANOVA

Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Globina	894621,4	2	447310,7	4,28	< 0,05	3,14
Velikost okvirčka	2046886	2	1023443	9,79	< 0,001	3,14
Interakcija	284442,5	4	71110,6	0,68	0,608	2,52
Med ponovitvami	6584061	63	104508,9			
Skupaj	9810011	71				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Vpliv panja in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Panj nima statistično značilnega vpliva na vsaj delno zgrajene v različnih okvirčkih. Velikost okvirčka ima vpliv, saj je vrednost $p < 0,001$. Pri dinamiki izgradnje glede na velikost okvirčka se iz povprečij vidi, da so v velikem okvirčku 2-krat rajši gradile kot v malem okvirčku. Srednji je nekje vmes. Vpliv panja in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan: Vpliv panja in velikost okvirčka na ves med imata statistično značilen vpliv, saj je vrednost $p < 0,001$ kot tudi pri interakciji. Dinamika polnjenja ves med kaže, da so v velike okvirčke nanese 2-krat rajši kot v srednje okvirčke, v male okvirčke 4-krat manj kot v velike okvirčke. Vpliv višine in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan: Med vplivoma višine in velikostjo okvirčka na ves med ni interakcije. Višina nima vpliva na

polnjenje za ves med. Vpliv velikosti okvirčka je statistično značilen, saj je vrednost $p < 0,001$. Dinamika polnjenja je od 1,7- do 2,2-krat večja glede na mali okvirček s srednjim okvirčkom in srednji okvirček z velikim okvirčkom. Vpliv globine in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan: Globina ima vpliv na ves med, saj je vrednost $p < 0,05$. Med vplivoma globina in velikost okvirčka ni interakcije na ves med. Iz povprečnih vrednosti se globina na sredini vidi kot rajši zasedena z ves med na sredini.

Preglednica 8: Vpliv satu in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
1				
Število	4	4	4	12
Vsota	5341	8110	11216	24667
Povprečje	1335,3	2027,5	2804,0	2055,6
Varianca	17911,6	65195,0	11736,0	418519,4
2				
Število	4	4	4	12
Vsota	5451	8183	10633	24267
Povprečje	1362,8	2045,8	2658,3	2022,3
Varianca	19913,6	45554,9	21048,3	329045,8
3				
Število	4	4	4	12
Vsota	5380	7310	9715	22405
Povprečje	1345	1827,5	2428,8	1867,1
Varianca	10326	56813,7	88025,6	256720,4
4				
Število	4	4	4	12
Vsota	4345	8980	10160	23485
Povprečje	1086,3	2245	2540	1957,1
Varianca	19354,3	282618	57648	527546,8
5				
Število	4	4	4	12
Vsota	5698	8555	10798	25051
Povprečje	1424,5	2138,8	2699,5	2087,6
Varianca	49129,7	13954,9	3014,3	315023,2
6				
Število	4	4	4	12
Vsota	6213	8717	10580	25510
Povprečje	1553,3	2179,3	2645	2125,8
Varianca	47782,9	6248,3	9868	235695,8
Skupaj				
Število	24	24	24	
Vsota	32428	49855	63102	
Povprečje	1351,2	2077,3	2629,3	
Varianca	41762,7	80166,5	39692,6	

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 8: Vpliv satu in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice

ANOVA

Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sat	532535,4	5	106507,1	2,32	0,056	2,39
Velikost okvirčka	19723300	2	9861650	214,87	<0,001	3,17
Interakcija	706336,6	10	70633,7	1,54	0,151	2,01

Med ponovitvami	2478429	54	45896,8
Skupaj	23440601	71	

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Preglednica 9: Vpliv strani in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami						
POVZETEK	M	S	V	Skupaj		
A						
Število	12	12	12	36		
Vsota	16510	25240	31981	73731		
Povprečje	1375,8	2103,3	2665,1	2048,1		
Varianca	42793,4	143169,7	29998,4	354386,2		
B						
Število	12	12	12	36		
Vsota	15918	24615	31121	71654		
Povprečje	1326,5	2051,3	2593,4	1990,4		
Varianca	43201	22971,5	50193,7	313633,4		
Skupaj						
Število	24	24	24			
Vsota	32428	49855	63102			
Povprečje	1351,2	2077,3	2629,3			
Varianca	41762,7	80166,5	39692,6			
ANOVA						
Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Stran	59915,7	1	59915,7	1,08	0,302	3,99
Velikost okvirčka	19723300	2	9861650	178,05	<0,001	3,14
Interakcija	1779,7	2	889,8	0,02	0,984	3,14
Med ponovitvami	3655605	66	55388,0			
Skupaj	23440601	71				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Preglednica 10: Vpliv višine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami				
POVZETEK	M	S	V	Skupaj
S				
Število	12	12	12	36
Vsota	15103	24547	31170	70820
Povprečje	1258,6	2045,6	2597,5	1967,2
Varianca	21869,7	149655,2	59577,0	383109,6
Z				
Število	12	12	12	36

Vsota	17325	25308	31932	74565		
Povprečje	1443,8	2109,0	2661,0	2071,3		
Varianca	46750,4	15772,0	21217,3	281056,4		
Skupaj						
Število	24	24	24			
Vsota	32428	49855	63102			
Povprečje	1351,2	2077,3	2629,3			
Varianca	41762,7	80166,5	39692,6			
ANOVA						
Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Višina	194792	1	194792	3,71	0,058	3,99
Velikost okvirčka	19723300	2	9861650	187,94	0,000	3,14
Interakcija	59251,7	2	29625,8	0,56	0,571	3,14
Med ponovitvami	3463257,1	66	52473,6			
Skupaj	23440601	71				

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Preglednica 11: Vpliv globine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
N				
Število	8	8	8	24
Vsota	9686	16027	21431	47144
Povprečje	1210,8	2003,4	2678,9	1964,3
Varianca	33685,6	62377,4	10798,7	408169,0
S				
Število	8	8	8	24
Vsota	11149	17090	20295	48534
Povprečje	1393,6	2136,3	2536,9	2022,3
Varianca	30679,4	162578,8	55315,6	309741,3
Z				
Število	8	8	8	24
Vsota	11593	16738	21376	49707
Povprečje	1449,1	2092,3	2672,0	2071,1
Varianca	37294,7	27975,4	49649,1	295281,9
Skupaj				

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice 11: Vpliv globine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj		
N						
Število	24	24	24			
Vsota	32428	49855	63102			
Povprečje	1351,2	2077,3	2629,3			
Varianca	41762,7	80166,5	39692,6			
ANOVA						
Vir variance	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Globina	137180,5	2	68590,3	1,3	0,276	3,14
Velikost okvirčka	19723300,2	2	9861650,1	188,7	0,000	3,14
Interakcija	287637,4	4	71909,3	1,4	0,252	2,52
Med ponovitvami	3292482,9	63	52261,6			

ANOVA: Dvofaktorska analiza s ponovitvami

POVZETEK	M	S	V	Skupaj
Skupaj	23440601	71		

M – mali okvirček, S – srednji okvirček, V – velik okvirček, SS – vsota kvadratov, df – stopinje prostosti, MS – povprečje kvadratov, F – vrednost, P – vrednost, F – kritično število je evidentirano glede na število vključenih enostranskih polovic 1/6 dela AŽ sata (glej Material in metoda)

Vpliv satu in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Vpliv satu je na meji statistične značilnosti, vendar vrednost p ni $< 0,05$. Z velikostjo okvirčka ni interakcije. Velikost okvirčka ima statistično značilen vpliv in dinamiko izgradnje, ki ni tako očitna s faktorjem od 1,2 do 1,5.

Vpliv strani in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Stran nima vpliva na vsaj delno zgrajen, kar pomeni, da so enako gradile in nanesle med na levo in desno stran okvirčka s faktorjem od 1,3 do 1,5 glede na velikost. Med vplivoma ni interakcije, vpliv velikosti okvirčka je statistično značilen.

Vpliv višine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Višina je glede na vrednost p na meji statistične značilnosti. Vpliv velikosti okvirčka je statistično značilen, interakcije ni. Glede na povprečje so rajši gradile in nanašale med v velikih okvirčkih, nato v srednjih okvirčkih in najmanj v malih okvirčkih s faktorjem od 1,3 do 1,6.

Vpliv globine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Globina ni vplivala na vsaj delno zgrajene, kar pomeni, da so isto rade gradile in nanašale med zadaj, spredaj in na sredini. Velikost okvirčka ima statistično značilen vpliv, ker je vrednost $p < 0,001$. Interakcije med globino in velikostjo okvirčka ni, kar pomeni, da je razmerje med vplivoma enako.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Površino AŽ-okvirja kot prostor, 100 % namenjen za skladiščenje medu, izgubimo zaradi pregrajevanja sata z lesenimi okvirčki pri velikih okvirčkih 13,6 %, pri srednjih 18,8 % in pri malih okvirčkih 24,7 % uporabne površine za lesene okvirčke kot nosilce za med v satju. Tako izkoristimo 86,4 % površine za med pri velikih okvirčkih, pri srednjih 81,2 % površine za med in pri malih okvirčkih 75,3 % uporabne površine za nalaganje medu.

Iz predstavljenega deleža zgrajenih celic od vseh možnih, ki so jih imele čebele na razpolago za gradnjo v malih, srednjih in velikih okvirčkih, se lepo vidi, da so čebele po treh dneh vsaj potegnile satne osnove, 10 % v malih okvirčkih, 44 % v srednjih in 74 % v velikih okvirčkih. Pri drugem datumu so v malih zgradile 26 %, v srednjih 64 % in veliki 84 %. Veliki so pri naslednjih opazovanjih zaradi slabšega donosa ohranili ta nivo. Mali so dosegli nivo v tretjem opazovanju pri 77 %, srednji pa pri 84 in tako nekoliko kasneje dosegli nivo gradnje v velikih okvirčkih.

Gradnja satja v okvirčkih pri obeh panjih glede na levo in desno stran skozi obdobje opazovanje poskusa kaže, da sta leva in desna stran sata korelirani v načinu gradnje. Lepo se vidi, da čebele v prvem tednu potegnejo večino celic iz satnih osnov. Zgrajenost in delna zgrajenost začne padati zaradi zasedanja in polnjenja celic z medom. Zgrajenost celic se pri nekaterih dvigne pri zadnjem datumu, zaradi porabe medu in posledično izpraznitve in možnega determiniranja zgrajenih celic. Celice v malih okvirčkih so enako hitro zasedene s hitro odloženim medom.

Pri gradnji srednjih okvirčkov glede na levo in desno stran pri obeh panjih se delna gradnja začne zelo hitro, saj je začetna vrednost rasti krivulje visoka, in sicer od približno 200 celic in 500 celic. Delna gradnja v panju 2 začne hitreje kot pri panju 1, saj je začetna vrednost rasti krivulje še višja, in sicer od približno 400 celic in 700 celic. Njeno padanje razumemo kot hitro zasedanje celic z medom. Število zgrajenih celic lepo narašča.

Pri gradnji velikih okvirčkov glede na levo in desno stran vidimo, da se delna gradnja začne z rahlo večjo vrednostjo kot pri srednje velikih, in sicer od približno 400 celic in 900 celic. Njeno padanje razumemo kot hitro zasedanje celic z medom. Število zgrajenih celic večkrat naraste na okrog 400 celic. Vsaj delna gradnja je od začetka do konca spremljanja od drugega opazovanja rahlo vzpenjajoča oziroma hitro doseže svoj prevoj. Število zgrajenih celic ni doseglo svoje izgradnje zaradi slabšega donosa in posledično počasnejše gradnje. Slab donos je v samemu poskusu omogočil opazovanje gradnje v časovnem sosledju. Delna gradnja v panju 2 se začne z rahlo višjo vrednostjo kot pri panju 1, in sicer od približno 700 celic in 900 celic. Njeno padanje pri vseh sličicah razumemo kot hitro zasedanje celic z medom. Število zgrajenih celic večkrat naraste na okrog 400 celic, vendar v tem primeru pade zaradi pokritega medu. Vsaj delna gradnja je od drugega opazovanja rahlo vzpenjajoča oziroma hitro doseže svoj prevoj.

Vpliv datuma in velikosti okvirčka na vsaj zgrajene celice: Glede na vrednost p imata vpliva datum in velikost okvirčka statistično značilen vpliv na vsaj zgrajene. Med vplivoma je značilna interakcija, saj je vrednost $p < 0,001$. Iz povprečij se vidi, da je gradnja vsaj zgrajen

potekala najbolj v velikem okvirčku, nato srednjem okvirčku in potem v malem okvirčku, kar pomeni, da je faktor dinamike izgradnje nekje od 1,2 do 1,5.

Vpliv datuma in velikosti okvirčka na odkrit med v celicah: Pri testiranju datuma in velikosti okvirčka nam dvofaktorska analiza variance pove, da ima datum vpliv na hitrost izgradnje, saj je vrednost $p < 0,001$. Med vplivom datum in velikost okvirčka je interakcija statistično značilna, saj je vrednost $p < 0,05$, kar pomeni, da je izgradnja v različnih okvirčkih potekala z različno dinamiko. Iz povprečij se vidi, da je gradnja srednjih potekala od 1,5- do 2-krat hitreje kot v malih okvirčkih in od 1,5- do 2-krat hitreje v velikih okvirčkih kot v srednjih.

Vpliv datuma in velikosti okvirčka na ves med v celicah: Pri nalaganju ves med v celice ima datum vpliv na polnjenje celic z medom, saj je vrednost $p < 0,001$. Interakcija med datumom in velikostjo okvirčka ni statistično značilna. Pri povprečjih se vidi, da so ves med zalagale od 1,6- do 2,2-krat rajši v srednje okvirčke kot male okvirčke in od 1,6- do 2,2-krat v velike okvirčke kot v srednje okvirčke.

Vpliv panja in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Panj nima statistično značilnega vpliva na vsaj delno zgrajene v različnih okvirčkih. Velikost okvirčka ima vpliv, saj je vrednost $p < 0,001$. Pri dinamiki izgradnje glede na velikost okvirčka se iz povprečij vidi, da so v velikem okvirčku 2-krat rajši gradile kot v malem okvirčku. Srednji je nekje vmes.

Vpliv panja in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan: Vpliv panja in velikost okvirčka na ves med imata statistično značilen vpliv, saj je vrednost $p < 0,001$ kot tudi pri interakciji. Dinamika polnjenja ves med kaže, da so v velike okvirčke nanese 2-krat rajši kot v srednje okvirčke, v male okvirčke 4-krat manj kot v velike okvirčke.

Vpliv višine in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan: Med vplivoma višine in velikostjo okvirčka na ves med ni interakcije. Višina nima vpliva na polnjenje za ves med. Vpliv velikosti okvirčka je statistično značilen, saj je vrednost $p < 0,001$. Dinamika polnjenja je od 1,7- do 2,2-krat večja glede na mali okvirček s srednjim okvirčkom in srednji okvirček z velikim okvirčkom.

Vpliv globine in velikosti okvirčka na ves med v celicah za zadnji dan: Globina ima vpliv na ves med, saj je vrednost $p < 0,05$. Med vplivoma globina in velikost okvirčka ni interakcije na ves med. Iz povprečnih vrednosti se globina na sredini vidi kot rajši zasedena z ves med na sredini

Vpliv satu in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celic za zadnji dan: Vpliv satu je na meji statistične značilnosti, vendar vrednost p ni $< 0,05$. Z velikostjo okvirčka ni interakcije. Velikost okvirčka ima statistično značilen vpliv in dinamiko izgradnje, ki ni tako očitna s faktorjem od 1,2 do 1,5.

Vpliv strani in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Stran nima vpliva na vsaj delno zgrajen, kar pomeni, da so enako gradile in nanese med na levo in desno stran okvirčka s faktorjem od 1,3 do 1,5 glede na velikost. Med vplivoma ni interakcije, vpliv velikosti okvirčka je statistično značilen.

Vpliv višine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Višina je glede na vrednost p na meji statistične značilnosti. Vpliv velikosti okvirčka je statistično značilen, interakcije ni. Glede na povprečje so rajši gradile in nanašale med v velikih okvirčkih, nato v srednjih okvirčkih in najmanj v malih okvirčkih s faktorjem od 1,3 do 1,6.

Vpliv globine in velikosti okvirčka na vsaj delno zgrajene celice za zadnji dan: Globina ni vplivala na vsaj delno zgrajene, kar pomeni, da so isto rade gradile in nanašale med zadaj, spredaj in na sredini. Velikost okvirčka ima statistično značilen vpliv, ker je vrednost $p < 0,001$. Interakcije med globino in velikostjo okvirčka ni, kar pomeni, da je razmerje med vplivoma enako.

Glede na prikazane podatke za gradnjo in polnjenjem z medom lahko povzamemo, da so čebele najmanj rade gradile v malih okvirčkih, kjer je tudi relativna nezasedena površina uporabne površine velika ne samo zaradi vgrajenih lesenih okvirčkov, temveč tudi zaradi slabšega zaključevanja gradnje celic predvsem ob stranici okvirčka. Med srednjim okvirčkom in velikim okvirčkom so prav tako razlike in je glede na prikazane podatke gradnja in polnjenje v velikem okvirčku najbolj optimalna na vse vplive.

Zaradi bolj optimalne velikosti medu v satju kot sladice in manj problemov s transportom zaradi ožje in višje oblike, kot jo opisujeta Root in Root (1910) in naših dokaj dobrih odzivov čebel na srednje velike okvirčke, bi bilo priporočljivo pridelovati med v satju v srednje velikih okvirčkih. Pri tehnologiji se je potrebno zavedati, da potrebujemo odlične donose, da čebele zaključijo gradnjo končnih produktov.

Harbo (1993) opozarja, da čebelam ne dajemo presežkov prostora med šibkim donosom medu ali v brezpašnih obdobjih.

Drug pomemben pogled pri pridelavi medu v satju je način zatiranja varoe zaradi neoporečnosti voska in medu v satju.

Še posebno je res, da je *Varroa destructor* velik problem za čebelarje. Ena od metod nadziranja te pršice brez pesticidov je zagotavljanje družinam trotovske satje in periodično odmikanje in zamrzovanje trotovske zalege z namenom uničevanja varoe, ki gre rajši v trotovske zalege (Sammataro in Avitabile, 1998). Zagotovo vztrajno uničevanje trotovske zalege pripomore k zmanjšanju stresa varoe in zmanjša ceno za vzdrževanje trotovske svatbenih letov (Seeley, 2002).

6 POVZETEK

Med v satju je naravni proizvod, ki ima velik potencial, da se ga s tehnologijo, prilagojeno našim razmeram, spravi na trg. Kaj vse vpliva na gradnjo satja v čebelji družini, kaj stimulira in zavira čebeljo družino, kako poteka delitev dela, iskanje paše, formiranje gnezda, katera tehnologijo bi bila primerna za pridelavo medu v satju, ali velikost okvirčka vpliva na gradnjo in hitrost polnjenja z medom ter katera je tista optimalna velikost okvirčka, razpravljamo v tej diplomski nalogi. V čebeljih panjih smo testirali različne velikosti okvirčka znotraj AŽ-okvirja. V intervalih od 3 do 4 dni smo zasledovali hitrost izgradnje in polnjenja celic z medom.

V AŽ-sat lahko vstavimo 6 velikih okvirčkov, 12 srednjih in 24 malih. Zaradi pregrajevanja za okvirčki izgubimo del dostopne površine za gradnjo satja in nalaganje medu. Pri velikih okvirčkih nam ostane 86 % površine za nalaganje medu, pri srednjih okvirčkih 81,2 % in pri malih okvirčkih 75,3 %. Gradnja celic se zaradi slabšega donosa ni povsod zaključila, vendar zato lepo pokazala trend gradnje. Nivo gradnje je pri velikih okvirčkih dosegla pri 84 % zgrajenih celic od vseh možnih, v srednjih so čebele nekoliko kasneje ujele nivo pri 84 % in v malih okvirčkih pri 77 %. Pri primerjanju leve in desne strani glede na panj opazimo, da so čebele enako rade gradile na levi in desni strani v vseh okvirčkih istega sata. Stran kot vpliv pri analizi dvofaktorske variance nima vpliva na izgradnjo, kar potrdi, da so enako gradile levo in desno stran okvirčka s faktorjem od 1,3 do 1,5 glede na velikost. V malih, srednjih in velikih okvirčkih so čebele v prvem tednu potegnile večino celic iz satnih osnov in jih enako hitro zasedle s hitro odloženo medicino.

V raziskavi, kjer so dognali, da čebele pogosto zasedejo proste celice z medom in cvetnim prahom tudi med zalego, ko čebele očistijo celico ali vstavimo prazen sat v panj. Vzorec se pojavi spontano med interakcijami v procesu odlaganja in odstranjevanja iz celic. Dinamični odnosi med sestavnim procesom odlaganja in odstranjevanjem so zadostni za organizirano obliko vzorca v satju (Camazine, 1991).

Trend po večji graditvi in polnjenju z medom je jasno viden in sledi velikosti okvirčka od malih k srednjim do velikih okvirčkov.

Pri statistični obdelavi z dvofaktorsko analizo variance smo ugotovili, da ima datum in velikost okvirčka statistično značilen vpliv na gradnjo in nalaganje medu, saj je vrednost $p < 0,001$. Višina nima vpliva na polnjenje na ves med, kar pomeni, da so čebele ne glede na to, ali je bil okvirček postavljen zgoraj ali spodaj, bolj ali manj enako hitro gradile satje. Globina ima vpliv na ves med, saj je vrednost $p < 0,05$. Med vplivoma globina in velikost okvirčka ni interakcije na ves med. Iz povprečnih vrednosti se globina na sredini vidi kot rajši zasedena z ves med na sredini.

Globina pa ni vplivala na izgradnjo, kar pomeni, da so isto rade gradile in nanosile med zadaj, spredaj in na sredini. Velikost okvirčka ima statistično značilen vpliv, ker je vrednost $p < 0,001$. Interakcije med globino in velikostjo okvirčka ni, kar pomeni, da je razmerje med vplivoma enako.

Zaradi bolj optimalne velikosti medu v satju kot sladice in manj problemov s transportom zaradi ožje in višje oblike, kot jo opisujeta Root in Root (1910) in naših dokaj dobrih odzivov čebel na srednje velike okvirčke, bi bilo priporočljivo pridelovati med v satju v srednje velikih okvirčkih. Pri tehnologiji se je potrebno zavedati, da potrebujemo odlične donose, da čebele zaključijo gradnjo končnih produktov.

7 VIRI

- Beier W. 1968. Beeinflussung der inneren Uhr der Bienen durch Phasenverschiebung des Licht-Dunkel-Zeitgebers. *Zeitschrift für Bienenforsch*, 9: 356–378
- Beier W., Lindauer M. 1970. Der Sonnenstand als Zeitgeber für die Biene. *Apidologie* Springer Verlag, 1: 5–28
- Beling I. 1929. Über das Zeitgedächtnis der Bienen. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 9, 2: 259–338
- Bennett M.F., Renner M. 1963. The collecting performance of honeybees under laboratory conditions. *The Biological Bulletin*, 125: 416–430
- Camazine S. 1991. Self-organizing pattern formation on the comb of honey bee colonies. *Behavioral ecology and sociobiology*, 28, 1: 61–76
- Fergusson L. A., Winston M. L. 1988. The influence of wax deprivation on temporal polyethism in honey bee colonies. *Canadian Journal of Zoology*, 66, 9: 1997–2001
- Fluri P., Luscher M., Willie H., Gerig L. 1982. Changes in weight of pharyngeal gland and hemolymph titers of juvenile hormone, protein and vitellogenin in worker bees. *Journal of Insect Physiology*, 28, 1: 61–68
- Free J.B. 1970. *Insect Pollination of Crops*. New York, Academic Press: 544 str.
- Frisch, K. 1923. Über die »Sprache« der Bienen, eine tierpsychologische Untersuchung. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere*, 40: 1–186
- Harbo J.R. 1993. Worker-Bee Crowding Affects Brood Production, Honey Production, and Longevity of Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of economic entomology*, 86, 6: 1672–1678
- Haydak M.H. 1932. Division of labor in the colony. *Wisconsin Beekeeping*, 8: 36–39
- Himmer A. 1930. Von der Arbeitsteilung im Bienenstaat. *Leipziger Bienenzeitung*, 45: 39–43, 64–67
- Kleber E. 1935. Hat das Zeitgedächtnis der Bienen biologische Bedeutung?. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 22, 2: 221–262
- Kolmes S.A. 1985a. Quantitative study of the division of labour among worker honey bees. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 68, 4: 287–302
- Kolmes S.A. 1985b. An ergonomic study Of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 58: 413–421

- Kolmes S.A. 1985c. An information theory of task specialization among worker honeybee performing hive duties. *Animal Behavior*, 33: 181–187
- Kolmes S.A. 1986. Have Hymenopteran societies evolved to be ergonomically efficient? *Journal of the New York Entomological Society*, 94: 447–457
- Kolmes S.A., Winston, M.L. 1988. Division of labour among worker honey bees in demographically manipulated colonies. *Insectes Sociaux*, 35, 3: 262–270
- Kolmes S.A., Winston, M.L., Fergusson, L.A. 1989. Kansas (Central States) Entomological Society. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 62, 1: 80–95
- Kolmes S.A., Winston, M.L., Fergusson, L.A. 1989. The Division of Labor among Worker Honey Bees (Hymenoptera: Apidae): The Effects of Multiple Patriline. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 62, 1: 1989, 80–95
- Lindauer M. 1948. Ober die Einwirkung von Duft- und Geschmacksstoffen sowie anderen Faktoauf die Tanze der Bienen. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 31, 3: 348–412
- Lindauer M. 1952. EM Beitrag zur Frage der Arbeitsteilung im Bienenstaat. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 34, 4: 299–345
- Lindauer M. 1954. Temperaturregulierung und Wasserhaushalt im Bienenstaat. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 36, 1: 391–432
- Milojevic B.D. 1940. A new interpretation of the social life of the honeybee. *Bee World*, 21, 4: 39–41
- Moore D., Rankin M.A. 1983. Diurnal changes in the accuracy of the honeybee foraging rhythm. *The Biological Bulletin*, 164, 3: 472–482
- Moore D., Siegfried D., Wilson R., Rankin M.A. 1989. The influence of Time of Day on the Foraging Behavior of the Honeybee, *Apis mellifera*. *Journal of Biological Rhythms*, 4, 3: 305–325
- Neukirch A. 1982. Dependence of the life span of the honeybee (*Apis mellifica*) upon flight performance and energy consumption. *Journal of Comparative Physiology*, 146, 1: 35–40
- Nowogrodzki R. 1981. Regulation of the number of foragers on a constant food source by honey bee colonies. M. S. thesis. New York, Cornell University Ithaca: 131 str.
- Pittendrigh C.S. 1958. Perspectives in the study of biological clocks. V: Perspectives in Marine Biology, A. A. Buzzati-Traverso (ur.). Berkeley, University of California Press: 239–268

- Pyke G.H. 1981. Optimal foraging in nectar-feeding animals and coevolution with their plants. V: Foraging Behavior. Ecological, Ethological, and Psychological Approaches. A.C. Kamil, T.D. Sargent (ur.). New York, Garland STPM: 19–38
- Renner M. 1955. Über die Haltung von Bienen in geschlossenen, künstlich beleuchteten Räumen. *Naturwissenschaften*, 42, 19: 539–540
- Renner M. 1957. Neue Versuche Ober den Zeitsinn der Honigbiene. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 40, 1: 85–118
- Renner M. 1959. Über ein weiteres Versetzungsexperiment zur Analyse des Zeitsinnes und der Sonnenorientierung der Honigbiene. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 42, 5: 449–483
- Rinderer T.E., Baxter J.R. 1978 Effect of empty comb on hoarding behavior and honey production of the honey bee. *Journal of Economic Entomology*, 71, 5: 757–759
- Rinderer T.E. 1981. Volatiles from empty comb increase hording by the honeybee. *Animal Behaviour*, 29, 4: 1275–1276
- Rinderer T.E. 1982. Regulated nectar harvesting by the honeybee. *Journal of Apiculture Research*, 21, 2: 74–87
- Robinson G.E. 1987. Regulation of honey bee age polyethism by juvenile hormone. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 20, 5: 329–338
- Rosch G. A. 1930. Untersuchungen über die Arbeitsteilung im Bienenstaat. II. Teil: Die Tätigkeiten der Arbeitsbienen unter experimental veränderten Bedingungen. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 12, 4: 1–71
- Root A.I., Root E.R. 1910. The ABC and XYZ of Bee Culture: A Cyclopedia of Everything Pertaining to the Care of the Honey-bee; Bees, Hives, Honey, Implements, Honey-plants,Ohio, The A. I. Root Company: 598 str.
- Sammataro D., Avitabile A. 1998. The beekeeper's handbook, third edition. New York, Cornell University Press: 195 str.
- Schmidt J.O. 1982. Pollen foraging preferences of honey bees. *Southwestern Entmologist*, 7: 255–259
- Schmidt J.O., Johnson B.E. 1984. Pollen feeding preference of *Apis mellifera*, a polylectic bee [Honeybee nutrition]. *Southwestern Entmologist*, 9: 41–47
- Seeley T. 1977. Measurement of nest cavity volume by the honey bee (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2, 2: 160–164
- Seeley T. 2002. The effect of drone comb on a honey bee colony's production of honey. *Apidologie*, 33, 1: 75–86

- Seeley T., Morse R.A. 1976. The nest of the honeybee (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 23, 4: 201–227
- Seeley T.D. 1985a. *Honeybee ecology*. Princeton, Princeton University Press: 214 str.
- Seeley T.D. 1985b. The information-center strategy of honeybee foraging. *Fortschritte der Zoologie*, Bd. 31 Holldobler/Lindauer (Hrsg): *Experimental Behavioral Ecology* G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 31: 75-90
- Wahl O. 1932. Neue Untersuchungen über das Zeitgedächtnis der Bienen. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, 16, 3: 529–589
- Winston M.L. 1987. *The biology of the honey bee*. Cambridge, Harvard University Press: 283 str.
- Winston M.L., Fergusson L.A. 1985. The effect of worker loss on temporal caste structure in colonies of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Canadian Journal of Zoology*, 63, 4: 777–780
- Winston M.L., Fergusson L.A. 1986a. The influence of the amount of eggs and larvae in honeybee colonies on temporal division of labor. *Journal of Apicultural Research*, 25: 238–241
- Winston M.L., Fergusson L.A. 1986b. The influence of wax deprivation on temporal polyethism honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Canadian Journal of Zoology*, 66, 9: 1997–2001
- Winston M.L., Punnett E. N. 1982. Factors determining temporal division of labor in honeybees. *Canadian Journal of Zoology*, 60, 11: 2947–2952

ZAHVALA

Iskrena zahvala prof. dr. Janku Božiču za pomoč in prejeta znanje pri diplomskem delu in čebelarjenju. Zahvala staršem za podporo, prijateljem in sošolcem od začetka študija in zaključkom s tem diplomskim delom. Hvala tudi ostalim profesorjem, asistentom in referentki za študijske zadeve gospe Sabini Knehtl.

Hvala!