

Oddelek za živinorejo

Čebelarstvo

Hacquetova ulica 17

SI-1001 Ljubljana

Slovenija

T: 01 280 52 31

SPREMLJANJE KAKOVOSTI MATIC ZA OBDOBJE 2026 – 2027

Poročilo o izvedenih nalogah v letu 2026

Vodja naloge:
dr. Ajda Moškrič

Poročilo pripravili:
dr. Ajda Moškrič
doc. dr. Janez Prešern
doc. dr. Maja Ivana Smodiš Škerl
Jernej Bubnič
Katarina Mole
Taja Falnoga



31. julij 2026

Poročilo je v skladu z Uredbo o izvajanju intervencij v sektorju čebelarških proizvodov iz strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023 – 2027 (Uradni list RS, št.17/23, 58/23 in 92/24; nadaljnjem besedilu: Uredba) in Programom podintervencije Kakovost matic, ki je objavljen na spletni strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Poročilo je oblikovano na osnovi javnega naročila z oznako JN005020/2025-SL1/01-P01 z dne 27. 6. 2025, Odločitve o oddaji javnega naročila, št. 430-107/2025 z dne 22. 7. 2025 in dvostranske pogodbe med Ministrstvom za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Kmetijskim inštitutom Slovenije s številko C2330-25-111100.

Raziskava, skladno z javnim naročilom, zajema spremljanje kakovosti matic kranjske čebele in vzreje trotov ter spremljanje kubitalnega indeksa. V okviru raziskave smo spremljali morfološke lastnosti matic kranjske čebele.

Doseženi rezultati so nastali v okviru intervencij v sektorju čebelarških proizvodov v letih 2023–2027, ki je financiran iz sredstev proračuna RS na proračunski postavki 221643 Strateški načrt SKP 2023-2027 – sektor čebelarških proizvodov – slovenska udeležba (50%) in 221642 Strateški načrt SKP 2023-2027 – sektor čebelarških proizvodov – EU (50%), ukrepu Skupni strateški načrt 2023-2027, NRP 2330-23-0036.

POVZETEK	1
1 UVOD.....	2
2 METODE DELA	3
2.1 SPREMLJANJE ČEBELJIH MATIC S FIZIOLOŠKIMI IN MORFOLOŠKIMI MERITVAMI.....	3
2.1.1 Tehtanje ovarijev in štetje ovariol.....	4
2.1.2 Merjenje premera spermateke in računanje volumna.....	4
2.1.3 Štetje spermatozoidov v spermateki čebelje matice z uporabo hemocitometra	4
2.2 DIAGNOSTIKA – PRISOTNOST SPOR <i>NOSEMA</i> SPP.	5
2.3 OBDELAVA PODATKOV ZBRANIH V OKVIRU DIREKTNEGA TESTIRANJA VZREJEVALCEV	6
2.4 SPREMLJANJE AVTENTIČNOSTI MITOHONDRIJSKE LINIJE NA VZORCIH ČEBEL IZ KANDIDATNIH MATIČARJEV	6
2.5 SPREMLJANJE DINAMIKE KUBITALNEGA INDEKSA V DRUŽINAH IZBRANIH MATIC PREKO SEZONE KOT KLJUČNEGA KRITERIJA SPREJEMLJIVOSTI	8
2.5.1 Vzorčenje	8
2.5.2 Meritve kubitalnega indeksa.....	8
2.5.3 Analiza vrednosti kubitalnega indeksa znotraj posamezne družine in ovrednotenje primernosti uporabe KI kot kriterij pripadnosti podvrsti kranjska čebela.....	9
3 REZULTATI	11
3.1 SPREMLJANJE MORFOLOŠKIH IN FIZIOLOŠKIH PARAMETROV ČEBELJIH MATIC	11
3.2 DIAGNOSTIKA – PRISOTNOST SPOR <i>NOSEMA</i> SPP.	13
3.3 OBDELAVA PODATKOV ZBRANIH V OKVIRU DIREKTNEGA TESTIRANJA VZREJEVALCEV	15
3.3.1 Rasne karakteristike – obarvanost obročkov zadka.....	16
3.3.2 Mirnost ali obnašanje	18
3.3.3 Rojivost.....	18
3.3.4 Živalnost čebelje družine.....	19
3.3.5 Donos medu	20
3.3.6 Odpad varoj	21
3.4 SPREMLJANJE MITOHONDRIJSKE LINIJE.....	22
3.5 KUBITALNI INDEKS	23
4 INTERPRETACIJA REZULTATOV	27
5 SPLOŠNE UGOTOVITVE.....	29

6	VIRI.....	31
	PRILOGA 1: DIREKTNO TESTIRANJE ČEBELJIH DRUŽIN	1

POVZETEK

V enoletnem obdobju, od 1. avgusta 2025 do 31. julija 2026, smo v Sloveniji spremljali kakovost vzreje matic kranjske čebele (*Apis mellifera carnica*, Pollmann 1879), ki izvirajo iz selekcioniranih matičarjev. V okviru raziskave smo skupno pregledali **185 matic iz 29 odobrenih vzrejališč gospodarskih matic**. Vzorce smo zbrali na terenu in v laboratoriju izvedli morfološko ter fiziološko analizo.

Pri vseh maticah smo opravili meritev telesne mase, pregledali iztrebke na prisotnost spor *Nosema* spp., pri deležu pa smo z disekcijo določili maso ovarijev, število ovariol, izmerili premer in volumen spermateke ter določili število in vitalnost spermatozoidov. Leta 2026 je bila povprečna masa matic **213,5 ± 13,6 mg**, kar je primerljivo s prejšnjimi leti. Masa ovarijev je znašala **67 ± 9,85 mg**, povprečno število ovariol pa **130 ± 23**. Volumen spermateke v letu 2026 je bil **1,015 ± 0,15 mm³**. Povprečno število spermatozoidov je bilo **7,28 ± 1,59 × 10⁶**, kar je največ v zadnjih letih in znatno več kot lani. Samo 2 pregledana vzorca iztrebkov (od 185) matic sta bila pozitivna na spore *Nosema* spp.

Z molekularnimi analizami smo pri kandidatnih matičarjih potrdili pripadnost mitohondrijski liniji C, kar je eden od pokazateljev ohranjanja čistosti pasme. Spremljali smo haplotipsko strukturo na dveh mitohondrijskih lokusih (tRNA-Leu in COI) ter poenotili sistem poimenovanja haplotipov v skladu z mednarodno literaturo. Rezultati kažejo stabilno sestavo populacije, pri čemer sta najpogostejša haplotipa tudi v letu 2026 C2c in C2e, ki skupaj predstavljata 60 % vseh analiziranih vzorcev, sledi C1 s 26 %.

Vzrejevalci so v okviru **direktnega testa**, ki ga izvajajo na 20 do 40 družinah v svojih selekcijskih čebelnjakih, ocenili lastnosti družin (donos medu, mirnost, živalnost, rojivost, odpornost na varojo). Na podlagi zbranih podatkov smo za vsakega vzrejevalca rangirali testirane čebelje družine od najboljše do najslabše znotraj testnega čebelnjaka. V letu 2026 so bile čebelje družine po izraženih lastnostih primerljive s prejšnjimi leti, pridelek medu pa je dosegel **rekordno povprečje 27,1 kg na panj**, kar je najvišja vrednost v zadnjem desetletju. Vendar se je v letošnjem letu v primerjavi s prejšnjimi sezonami povečal delež družin z obarvanimi čebelami – le **64 %** jih je bilo neobarvanih.

Z zaporednim spremljanjem kubitalnega indeksa (več vzorčenj v sezoni) smo pri izbranih družinah ugotovili, da je **večja variabilnost med družinami kot znotraj družine**. Ugotovili smo tudi, da ni bistvenih razlik v vrednosti kubitalnega indeksa levega in desnega krila posamezne čebele delavke.

1 UVOD

Vzreja matic je pomembna dejavnost v sodobnem čebelarstvu. Uspešna vzreja temelji na upoštevanju naravnih zakonitosti, zato se pri vzreji poskuša ustvariti podobne razmere, kot so v naravni vzreji matic. Vzreja kvalitetnih, reproduktivnih matic je cilj vsakega čebelarja vzrejevalca. Za ohranitev in izboljšanje avtohtone čebelje podvrste v Sloveniji je vzreja kakovostnih matic ključna. Na ta način tudi prispevamo k razvoju, vzdrževanju zdravih čebeljih družin in pridelavi potrebnih količin varnih in kakovostnih pridelkov, posredno pa vplivamo na ohranjanje čistega genetskega sklada kranjske čebele.

Osnovna funkcija matice je intenzivno zaleganje jajčec in izločanje feromonov, kar skupaj z delavkami omogoča optimalen razvoj čebelje družine. Matica prenese na svoje potomce genetsko pogojene etološke, gospodarske in druge lastnosti.

Vzrejevalci vzrejene matice vstavljajo tudi v svoje lastne družine v selekcijskem čebelnjaku, kar je pogoj za linijsko vzrejo preko več let. Direktno testiranje družin znotraj selekcijskega čebelnjaka predstavlja »kvalifikacije« za naslednjo vzrejno sezono. Delavke odbranih matičarjev morajo ustrezati morfološemu in molekularnemu opisu podvrste *Apis mellifera carnica* (Pollmann, 1879).

S sodobnimi molekularnimi tehnikami kot enega od pogojev za ustreznost spremljamo tudi mitohondrijsko linijo kandidatnih matičarjev. Analiza temelji na sekvenciranju dveh odsekov mitohondrijske DNA, pri čemer se eden izmed njiju uporablja kot standardni molekularni označevalec pri ugotavljanju rasne pripadnosti medonosne čebele. Ker se mitohondrijska DNA deduje izključno po materini liniji, omogoča zanesljivo določanje evolucijske oziroma filogenetske linije. Ločljivost tega označevalca sicer ni zadostna za zanesljivo razlikovanje med posameznimi podvrstami znotraj iste mitohondrijske linije, je pa zelo zanesljiva pri določanju pripadnosti glavni evolucijski liniji. Kranjska sivka (*Apis mellifera carnica*) spada v mitohondrijsko linijo C, v katero sodijo tudi italijanska čebela (*A. m. ligustica*) in nekatere druge podvrste, zato analiza mitohondrijske DNA sama po sebi ne omogoča njihovega medsebojnega razlikovanja. Zaradi tega se molekularne analize vedno dopolnjujejo z morfološkimi in drugimi genetskimi metodami, ki skupaj zagotavljajo zanesljivejšo oceno rasne čistosti in primernosti kandidatnih matičarjev.

Kubitalni indeks je ena izmed morfoloških značilnosti, ki se uporablja za ocenjevanje in razlikovanje podvrst medonosne čebele (*Apis mellifera*). Določa se z merjenjem razmerja med dvema odsekoma žil sprednjega desnega krila čebele. Meritve se običajno izvajajo na prepariranih krilih delavk s pomočjo mikroskopa ali računalniške analize digitalnih posnetkov. Kubitalni indeks je pomemben predvsem pri ugotavljanju pasemske pripadnosti čebel, spremljanju čistosti populacij ter v selekcijskih in vzrejnih programih, saj omogoča primerjavo morfoloških lastnosti med različnimi čebeljimi družinami.

2 METODE DELA

2.1 SPREMLJANJE ČEBELJIH MATIC S FIZIOLOŠKIMI IN MORFOLOŠKIMI MERITVAMI

V obdobju 2025-2026 smo pregledali matice iz vzrejališč iz 10 statističnih regij: gorenjske, goriške, JV Slovenije, koroške, obalno-kraške, osrednjeslovenske, podravske, pomurske, posavske in savinjske regije.

Skupno smo **v letu 2026** pregledali **185 matic** iz **29 odobrenih vzrejališč** gospodarskih matic. Zabeležili smo podatke na matičnicah (rodovniška številka, številka matice), vrsto matičnice in število čebel spremljevalk. Zabeležili smo tudi morebitne poškodbe matic. Po pet matic iz vsakega vzrejališča smo uspavali z ogljikovim dioksidom (CO₂) skupaj s spremljevalkami; vsako matico smo stehali z analitsko tehtnico (XS105, Mettler Toledo) (Slika 1). Po tehtanju smo matico preložili v sterilno plastično petrijevko (Slika 1 - desno) in počakali, da se iztrebi. Iztrebek smo redčili v 200 µL sterilne destilirane vode in shranili na –20 °C do nadaljnje obdelave. Iztrebek smo kasneje pregledali na prisotnost spor mikrosporidija *Nosema* spp.



Slika 1: Uspavanje matic pred tehtanjem z ogljikovim dioksidom.

Dodatno smo na manjšem številu matic (40) opravili še morfološko preiskavo. Matice smo pred sekcijo najprej uspavali s CO₂, jih stehali ter vzorčili iztrebek kot opisano zgoraj. Nato smo jih ponovno uspavali s CO₂ in izvedli sekcijo. Odstranili in stehali smo ovarije ter prešteli število ovariol v enem ali v obeh ovarijih. Odvzeli smo spermateko, odstranili ovoj iz trahej ter izvedli po 4 meritve premera vsake spermateke. Med postopkom smo uporabljali stereo mikroskop (SteREO Discovery.V12, Zeiss). Na podlagi teh meritev smo izračunali volumen spermateke. Po merjenju smo ocenili število spermatozoidov, ki so bili prisotni v spermateki. Ocenili smo tudi delež živih spermatozoidov v vzorcu. Za pregled na prisotnost spor mikrosporidija *Nosema* spp. smo shranili preparat črevesa vsake od matic v disekciji. Preostanek matice smo shranili za ekstrakcijo DNA in določanje mitohondrijske linije z molekulsko metodo PCR.

2.1.1 Tehtanje ovarijev in štetje ovariol

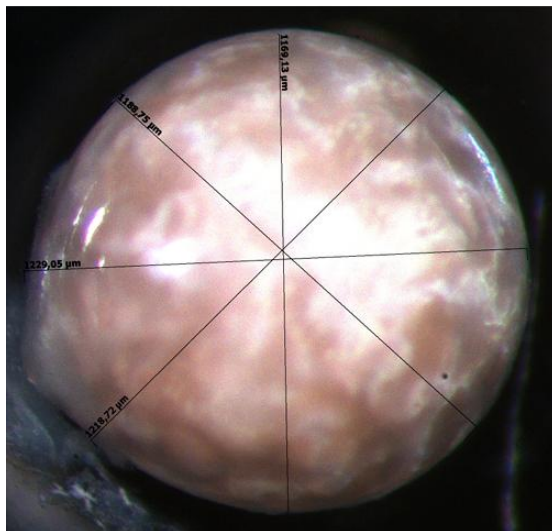
Oba odstranjena ovarija smo skupaj stekali z analitsko tehtnico (XS105, Mettler Toledo). Po tehtanju smo ovarije fiksirali v 1 ml 10 % raztopini formalina in shranili na 4 °C do štetja. Število ovariol smo določili s štetjem posameznih ovariol pod lupo.

2.1.2 Merjenje premera spermateke in računanje volumna

Pod svetlobnim mikroskopom smo pri vsaki spermateki najprej s pomočjo pincete odstranili ovoj iz trahej. Nato smo spermateko slikali in izmerili po 4 premere (d) (Slika 2), ki smo jih potem izpovprečili ($\bar{d}$). Na podlagi povprečnega premera smo izračunali volumen spermateke (Enačba 1. Izračun volumna spermateke Enačba 1).

Enačba 1. Izračun volumna spermateke

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\bar{d}}{2} \right)^3$$

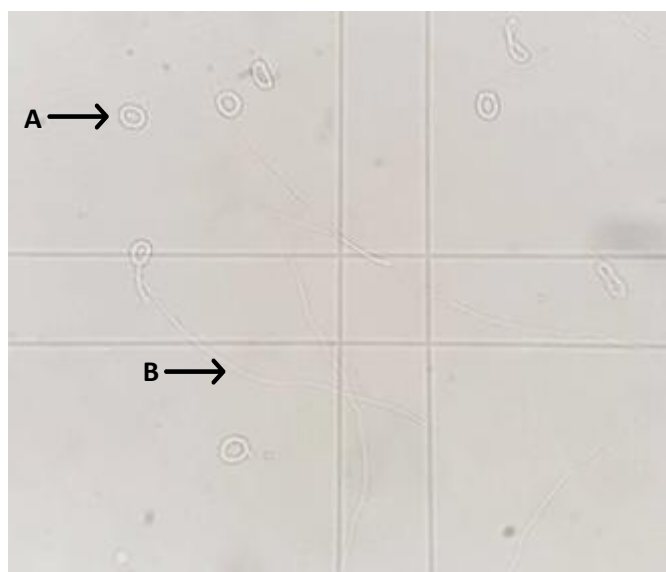


Slika 2: Primer spermateke z meritvami

2.1.3 Štetje spermatozoidov v spermateki čebelje matice z uporabo hemocitometra

Posamezno spermateko smo prenesli v mikrocentrifugirko in s pinceto predrli ovojnico v 50 µL fiziološke raztopine. Po 5 minutni inkubaciji, ko so se semenčice enakomerno razporedile v raztopini, smo dodali 950 µL destilirane vode. Žive semenčice se v destilirani vodi zaradi nabrekanja repkov zvijejo (Nur in sod., 2011). Inkubacija je trajala 10 minut pri sobni temperaturi, nato smo dodali 4 mL fiksirnega sredstva (sestava: 0,6 g NaHCO₃, 2 mL formaldehida, destilirana voda do 200 mL). Do štetja spermatozoidov smo fiksirane vzorce

shranili na 4 °C. Vzorec smo pred nanosom na hemocitometer Bürker rahlo pretresli, da so se spermatozoidi enakomerno razporedili. Nato smo s pipeto nanесли kapljico suspenzije v »V« utor hemocitometra ob robu krovnega stekelca in napolnili površino kamrice brez preplavljanja. Pred štetjem smo nekaj minut počakali, da so se spermatozoidi posedli po dnu. Spermatozoide smo prešteli pod svetlobnim mikroskopom v 80 kvadratih na mreži hemocitometra pri 400 x povečavi. Da bi ocenili delež živih spermatozoidov, smo v vsakem vzorcu pregledali po 200 spermatozoidov in na podlagi oblike sklepali, ali so bili spermatozoidi pred fiksacijo živi ali mrtvi. Živi spermatozoidi se po dodatku destilirane vode zvijejo, mrtvi pa ostanejo iztegnjeni (Harizanis, 1983; Nur in sod., 2011; Fuse in sod., 1993) (Slika 4). Iz števila prešteti spermatozoidov smo izračunali delež živih spermatozoidov v spermateki.



Slika 3: Prikaz spermatozoidov pod mikroskopom, štetje spermatozoidov in ocena deleža živih spermatozoidov v spermateki. A – zviti spermatozoid, B – iztegnjen spermatozoid. 400x povečava.

2.2 DIAGNOSTIKA – PRISOTNOST SPOR *NOSEMA* SPP.

Število spor *Nosema* spp. smo določali z mikroskopskim pregledom vzorcev iztrebkov matic. Za prisotnost spor *Nosema* spp. smo skupno v letu 2026 pregledali 185 vzorcev iztrebkov. Pri vzorcih matic, ki smo jih uporabili v sekciji, smo na prisotnost spor pregledali poleg vzorcev iztrebkov tudi homogenizirane zadke čebel spremljevalk ter preparate črevesa teh matic. Vse vzorce smo v suspenziji pregledali pod svetlobnim mikroskopom na hemocitometru Bürker – Türk. Pri pojavu spor v vzorcu smo upoštevali vse spore v 5 poljih (oz. 80 kvadratkih) hemocitometra.

2.3 OBDELAVA PODATKOV ZBRANIH V OKVIRU DIREKTNEGA TESTIRANJA VZREJEVALCEV

Analizirali smo rezultate direktnega testa, ki so ga v letu 2026 opravljali vzrejevalci čebeljih matic v svojih selekcijskih čebelnjakih. Vsako vzrejališče gospodarskih matic testira dvajset družin iz svojega selekcijskega čebelnjaka. Vzrejališča rodovniških matic testirajo po štirideset družin. Vzrejevalci so v testu ocenili rasne karakteristike (obarvanost obročkov zadka), rojivost, živalnost, donos medu in mirnost ter test napadenosti družin z varojami.

V letu 2026 je do 25. julija direktni test izvedlo 29 vzrejevalcev, ki so skupno testirali 597 družin ali povprečno 20,6 testirane družine na vzrejevalca. Prilagodili smo navodila za izvajanje direktnega testiranja ter vpisni list.

Rezultate, ki so jih poslali posamezni vzrejevalci, smo analizirali in pripravili priporočila za odbiro. Na podlagi pravilno izvedenega direktnega testa bomo priložili tudi potrdilo o pravilni izvedbi direktnega testa. Splošne rezultate direktnega testiranja za leta 2026 podajamo v poglavju 3.3 tega poročila. Navodila za izvajanje direktnega testa so v prilogi 1.

2.4 SPREMLJANJE AVTENTIČNOSTI MITOHONDRIJSKE LINIJE NA VZORCIH ČEBEL IZ KANDIDATNIH MATIČARJEV

Mitohondrijska DNA se deduje izključno po materini liniji, torej imajo vse delavke, ki so potomke iste matice, enak genetski zapis mitohondrijske DNA. Fragment intergenske regije **tRNA^{Leu} – Cox2** (v nadaljevanju tRNA-Leu) je široko uporabljen mitohondrijski označevalec za razlikovanje med linijami in nekaterimi podvrstami medonosne čebele (pregledni članek Meixner in sod., 2013). Za podvrste, ki pripadajo **mitohondrijski liniji C**, kamor spada tudi kranjska čebela, je značilno kratko zaporedje in odsotnost variabilnosti v dolžini fragmenta tRNA-Leu.

Mitohondrijsko linijo smo določili genetsko z verižno reakcijo s polimerazo (PCR) s pomnoževanjem tega specifičnega mitohondrijskega fragmenta, ki je uporaben kot napovedovalec pripadnosti linijam C, M, A ali O. Za celosten vpogled v variabilnost populacije slovenske kranjske čebele v vzrejališčih matic smo dodatno izbrali še en mitohondrijski označevalec na genu **COI** (citokrom oksidaza 1).

Za ekstrakcijo DNA smo uporabili komercialni komplet NucleoMag Tissue kit (Macharey-Nagel, Nemčija) in napravo MagMAX Express Magnetic Particle Processor (ThermoFisherScientific). Sledili smo prilagojenemu protokolu proizvajalca. DNA smo eluirali v 50 µL elucijskega pufra. Ekstrakte DNA smo shranili na 5 °C do sledečih postopkov.

Z verižno reakcijo s polimerazo (PCR) smo uspešno pomnožili mitohondrijska fragmenta tRNA-Leu ter COI. Osnovni volumen reakcije je bil 15 µl. Reakcijska mešanica je vsebovala 7,5 µL 2x mešanice DreamTaq MasterMix polimeraze (ThermoFischer Scientific, ZDA), po 0,2 µL 20 µM vsakega začetnega oligonukleotida, 2 µL izolirane DNA in 5,1 µL destilirane H₂O (Sigma, ZDA). Informacije o markerjih, nukleotidnih zaporedjih oligonukleotidnih začetnikov in nastavitve programa PCR smo povzeli po literaturi (Garnerey in sod., 1998 (tRNA-Leu), Folmer in sod., 1994 (COI)). PCR smo izvedli v cikličnih termostatih SureCycler 8800 (Agilent), Veriti (Applied Biosystems) ali T1 Thermocycler (Biometra). Specifični začetni oligonukleotidi, ki smo jih uporabili, ter vir so navedeni v Preglednici 1.

Preglednica 1: Začetni oligonukleotidi, uporabljeni pri pomnoževanju specifičnih mitohondrijskih regij

OZNAČEVALEC	OLIGONUKLEOTIDNI ZAČETNIK	zaporedje od 5' proti 3' koncu	Vir
tRNA-Leu	COI_3363F	GGCAGAATAAGTGCATTG	Gernerey in sod., 1993
	COI_3934R	CAATATCATTGATGACC	
COI	LCO 1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTG	Folmer in sod., 1994
	HCO 2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAAT	

Specifične fragmente smo pomnožili v cikličnem termostatu pri naslednjih pogojih:

OZNAČEVALEC	tRNA-Leu		COI	
Začetna denaturacija	3 min	95°C	4 min	95°C
3-stopenjsko pomnoževanje fragmentov (35 ciklov):				
Denaturacija	1 min	95°C	1 min	95°C
Prileganje	1 min	50°C	1 min	45°C
Podaljševanje	1min	72°C	2 min 30 s	72°C
Zaključno podaljševanje	5 min	72°C	7 min	72°C

Za negativno kontrolo smo uporabili reakcijsko mešanico brez DNA, za pozitivno kontrolo pa smo uporabili predhodno uporabljen ekstrakt DNA, za katerega smo že uspešno pomnožili in prebrali specifična nukleotidna zaporedja.

Po 5 µl pomnoženega produkta smo nanesti v jamice v 1,8 % agaroznem gelu z dodatkom EtBr (etidijevega bromida) v 0,5 x pufu TBE na horizontalni elektroforezi. Za oceno dolžine fragmenta smo uporabili standardno lestvico GeneRulerT 100 bp Plus DNA (ThermoScientific, ZDA), ki smo jo sočasno z vzorci nanesti v eno od jamic na gelu. Produkta PCR smo po končani elektroforezi vizualizirali s pomočjo UV transiluminatorja pri valovni dolžini 280 nm. Uspešno pomnožene produkte PCR smo encimsko očistili z reagentom ExoSAP-IT (ThermoFischer Scientific, ZDA) po navodilih proizvajalca. Določanje nukleotidnega zaporedja očiščenih produktov PCR je bilo izvedeno po Sangerjevi metodi z obema začetnima oligonukleotidoma.

Kromatograme zaporedij DNA smo uredili v programu Geneious 2023.0.1. (<https://www.geneious.com>). Urejena homologna zaporedja smo poravnali bodisi z dodatkom ClustalW (Thompson in sod. 1994) ali z

dodatkom MAFFT v.7 (Katoh, 2013) z uporabo algoritma E-ins-i. Odrezali smo ostanek zaporedij začetnih oligonukleotidov. Kodirajoča zaporedja označevalca COI smo prevedli v aminokislinska zaporedja in preverili, da ne vsebujejo stop-kodonov. Določili smo ustreznost mitohondrijske linije za vsak kandidatni matičar, število mitotipov v analiziranih vzorcih ter število variabilnih mest v zaporedjih za posamezni označevalec.

Skupno smo jeseni 2025 vzorčili in analizirali 246 vzorcev kandidatnih matičarjev. Celokupno DNA smo ekstrahirali iz nog bub ali delov ličink čebel delavk.

2.5 SPREMLJANJE DINAMIKE KUBITALNEGA INDEKSA V DRUŽINAH IZBRANIH MATIC PREKO SEZONE KOT KLJUČNEGA KRITERIJA SPREJEMLJIVOSTI

2.5.1 Vzorčenje

V raziskavi smo analizirali kubitalni indeks pri delavkah medonosne čebele (*Apis mellifera carnica*). Za namen vzorčenja čebel delavk in pridobivanja podatkov smo v Ljubljani vzdrževali pet družin. Pri dveh družinah je bila matica umetno osemenjena z več troti (MDI), pri treh družinah pa je bila matica umetno osemenjena z enim samim trotom (SDI). Dodatna lokacija z dvema družinama je bila v Štanjelu, kjer sta bili matici prosto parjeni z več troti.

Vzorčenje smo izvajali večkrat v posamezni sezoni. Na lokaciji v Ljubljani smo do sedaj pri vseh družinah opravili tri vzorčenja v sezoni, in sicer julija, avgusta in septembra. Na lokaciji v Štanjelu pa sta bili družini do sedaj vzorčeni petkrat v sezoni. Do konca sezone 2026 bomo dodatno vzorčili vse družine, ki se bodo ohranile oziroma ne bodo propadle. Poleg tega bomo v drugi polovici sezone 2026 ter v sezoni 2027 v raziskavo vključili in vzorčili tudi dodatne čebelje družine, s čimer bomo razširili nabor analiziranih vzorcev in omogočili zadosten obseg vzorčenja in analize.

Pri vsakem vzorčenju smo iz posamezne družine odvzeli najmanj 50 delavk. Vzorčene čebele smo takoj po odvzemu zamrznili pri temperaturi -20°C , da smo preprečili razgradnjo tkiv in ohranili njihove morfološke značilnosti.

2.5.2 Meritve kubitalnega indeksa

Za morfometrično analizo smo vsaki čebeli odstranili levo in desno krilo. Krila smo nato sistematično namestili na bel list papirja s pomočjo lepilnega traku (Slika 4). Posamezni vzorci so bili jasno označeni glede na družino, lokacijo in čas vzorčenja. Čebele smo po vzorčenju kril shranili v mikrocentrifugirke z absolutnim etanolom in jih ustrezno označili za zagotavljanje sledljivosti. Nalepljena krilca smo skenirali, slike posameznih kril izrezali

in shranili v digitalni obliki. Slike smo naložili v program BeeWings, in ročno označili točke pri vsakem krilu posebej. Kubitalni indeks (CI) smo določili kot razmerje dolžin dveh kubitalnih žil na prednjem krilu. Na podlagi označenih točk je program izračunal CI in rezultate podal v datoteki (.csv). Vsaka posamezna datoteka (.csv) je vsebovala podatke za eno krilo posameznega vzorca, iz katerih sta bili za analizo uporabljeni identifikacija čebele in vrednost CI.

Podatke smo združili v enoten podatkovni niz in dodali informacije o čebelji družini, krilu, datumu vzorčenja, lokaciji ter načinu osemenitve matice (SDI ali MDI).



Slika 4: Krila za merjenje kubitalnega indeksa, nalepljena na papir.

2.5.3 Analiza vrednosti kubitalnega indeksa znotraj posamezne družine in ovrednotenje primernosti uporabe KI kot kriterij pripadnosti podvrsti kranjska čebela

V raziskavi smo analizirali CI delavk medonosne čebele (*Apis mellifera carnica*). Iz vsakega vzorčenja smo analizirali 50 čebel, pri čemer sta bili za vsako čebelo delavko zajeti meritvi CI na levem (L) in desnem (D) krilu. Končni podatkovni niz je vseboval skupno 1894 meritev, pri čemer vsaka meritev predstavlja eno krilo posamezne čebele. Zaradi neustreznih oz. manjkajočih podatkov je bila ena meritev izključena.

Podatki so bili zbrani iz več vzorcev, pri čemer je vsak vzorec predstavljal eno družino, eno krilo (levo ali desno) in en termin vzorčenja. Iz posameznih datotek smo izluščili identifikacijo čebele ter vrednost CI, nato pa smo podatke združili v enoten podatkovni okvir.

Končni podatkovni niz je vseboval naslednje spremenljivke:

- oznaka čebele,
- CI,

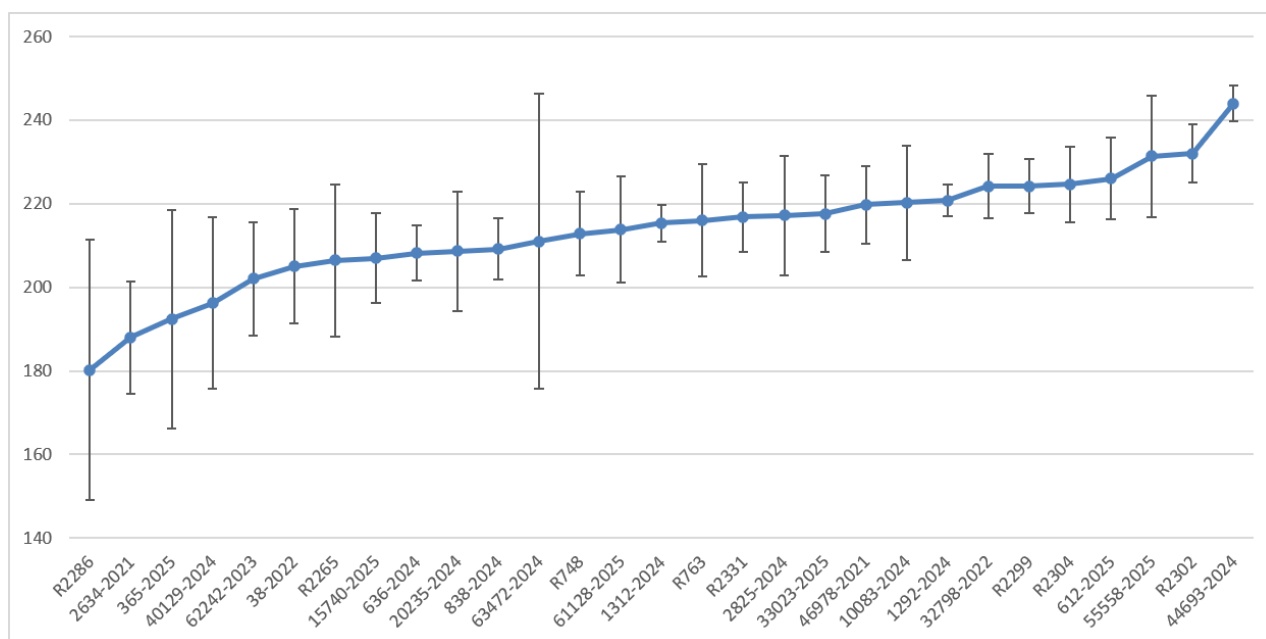
- vzorec,
- krilo (levo/desno),
- čebelja družina,
- način osemenitve matice (SDI ali MDI),
- datum vzorčenja,
- lokacija vzorčenja.

V analizo je bilo vključenih sedem čebeljih družin. Pet družin (63, 67, 78, 80 in 81) je bilo vzorčenih v treh zaporednih terminih (julij, avgust in september) na lokaciji Ljubljana, medtem ko sta bili družini ST1 in ST2 vzorčeni v petih terminih (februar, marec, april, maj in september) na lokaciji Štanjel. Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili programsko okolje R (Rstudio). Uporabili smo pakete *tidyverse* (*dplyr*, *ggplot2*, *readr*, *purrr*), *readxl*, *janitor*, *lubridate*, *lme4* in *writexl*. Za levo in desno krilo smo zračunali povprečno vrednost, določili najnižjo in najvišjo vrednost ter izračunali mere razpršenosti (standardni odklon, varianco in koeficient variance).

3 REZULTATI

3.1 SPREMLJANJE MORFOLOŠKIH IN FIZIOLOŠKIH PARAMETROV ČEBELJIH MATIC

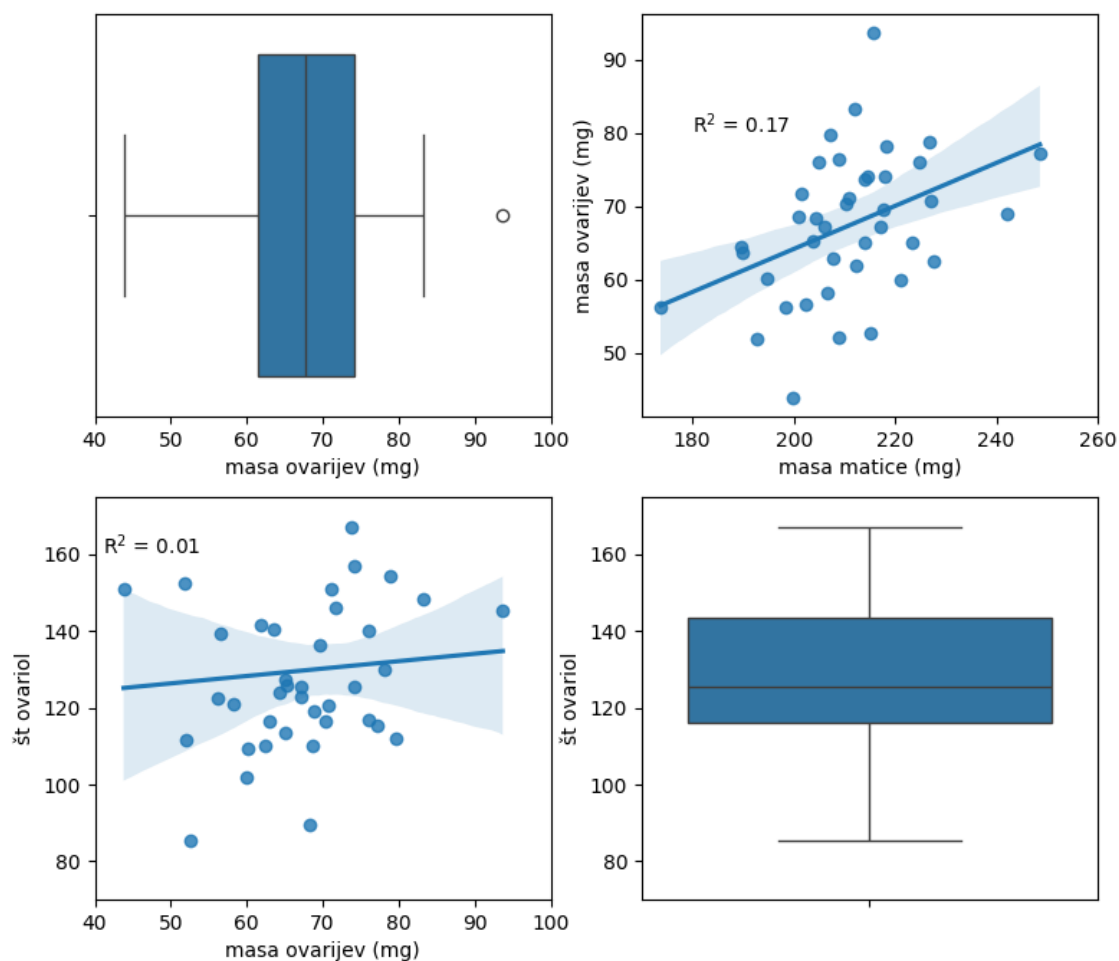
V letu **2026** je bilo vključenih v testiranje 145 matic iz 29 vzrejališč. Po posameznem vzrejališču smo tehtali po pet matic in izračunali povprečne vrednosti mase matic po vzrejališču (Slika 5). Največja povprečna masa v letu 2026 je bila 244,0 mg, in najmanjša 180,2 mg; skupno povprečje je bilo pri **213,5 ± 13,6 mg**. 22 matic je imelo maso nižjo od 200 mg, na šetnajstih vzrejališčih je imelo vseh pet merjenih matic maso višjo od 200 mg.



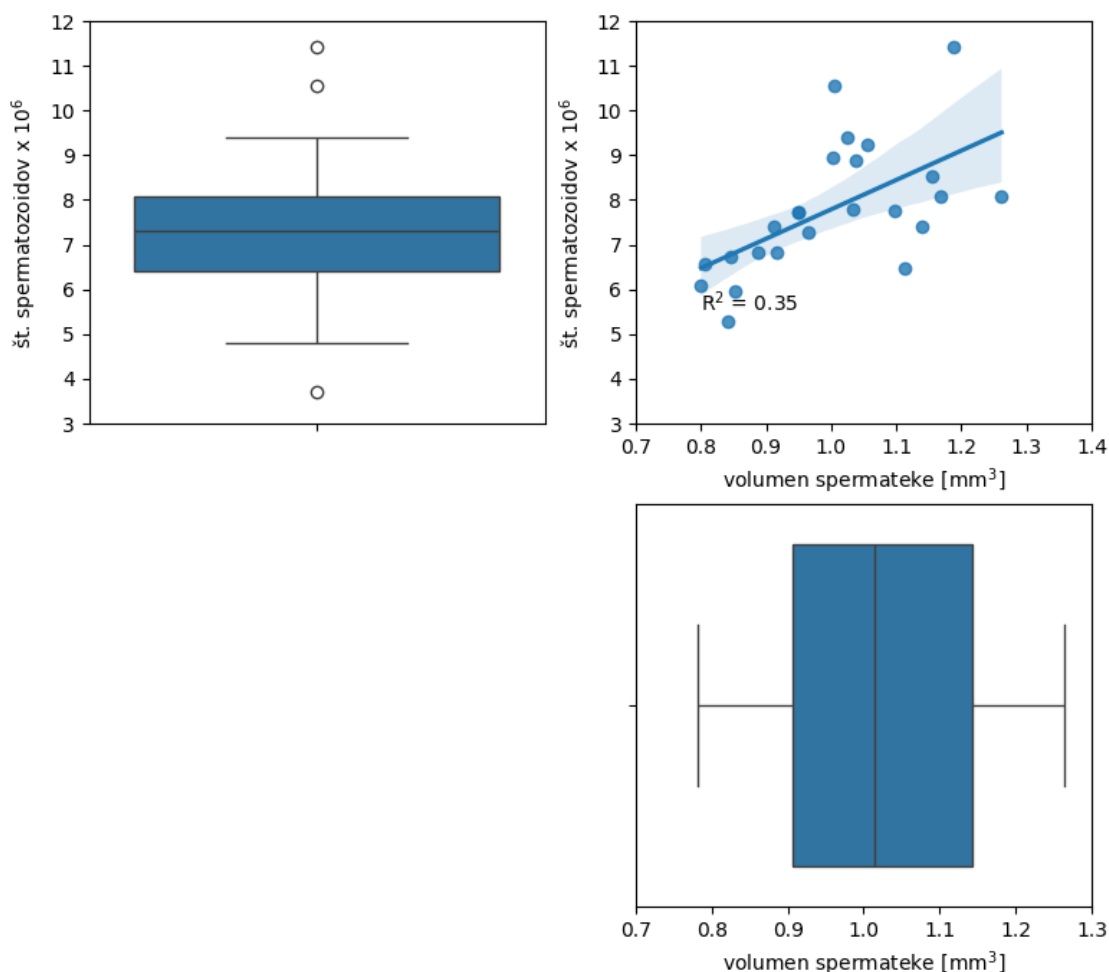
Slika 5: Povprečna masa posameznih linij matic iz vzrejališč.

Na deležu vzorčene populacije (40 matic iz 5 vzrejališč) smo s sekcijo abdomna odstranili ovarije, jih stehtali ter prešteli število ovariol. Povprečna masa ovarijev je **67 ± 9,85 mg**, povprečno število ovariol pa **130 ± 23**. Korelacija med eno in drugo spremenljivko je bila $R^2 = 0,01$, korelacija med maso matic in maso ovarijev pa $R^2 = 0,17$ (Slika 6).

Vsaki matici smo odstranili spermateko, pod lupo odstranili trahealno ovojnico, štirikrat izmerili njen premer s programom ZenPro ter izračunali povprečni volumen: **1,015 ± 0,15 mm³**. Prešteli smo tudi spermatozoide v posamezni spermateki, povprečno število je **7,28 ± 1,59 x 10⁶**. Korelacija med eno in drugo količino je šibka - $R^2 = 0,35$ (Slika 7). Pri dvanajstih maticah ni bilo mogoče oceniti velikosti spermateke, ker je ta med odstranjevanjem trahealne ovojnice počila. Število spermatozoidov smo lahko določili pri 35 vzorcih v disekciji.



Slika 6: Masa ovarijev (zgoraj levo) in število ovariol (spodaj desno). Odnos med maso matic in maso ovarijev (desno zgoraj) ter med maso ovarijev in številom ovariol (spodaj levo).



Slika 7: Število spermatozoidov (zgoraj levo), volumen spermateke (spodaj desno) in odnos med volumenom spermateke ter številom spermatozoidov (zgoraj desno).

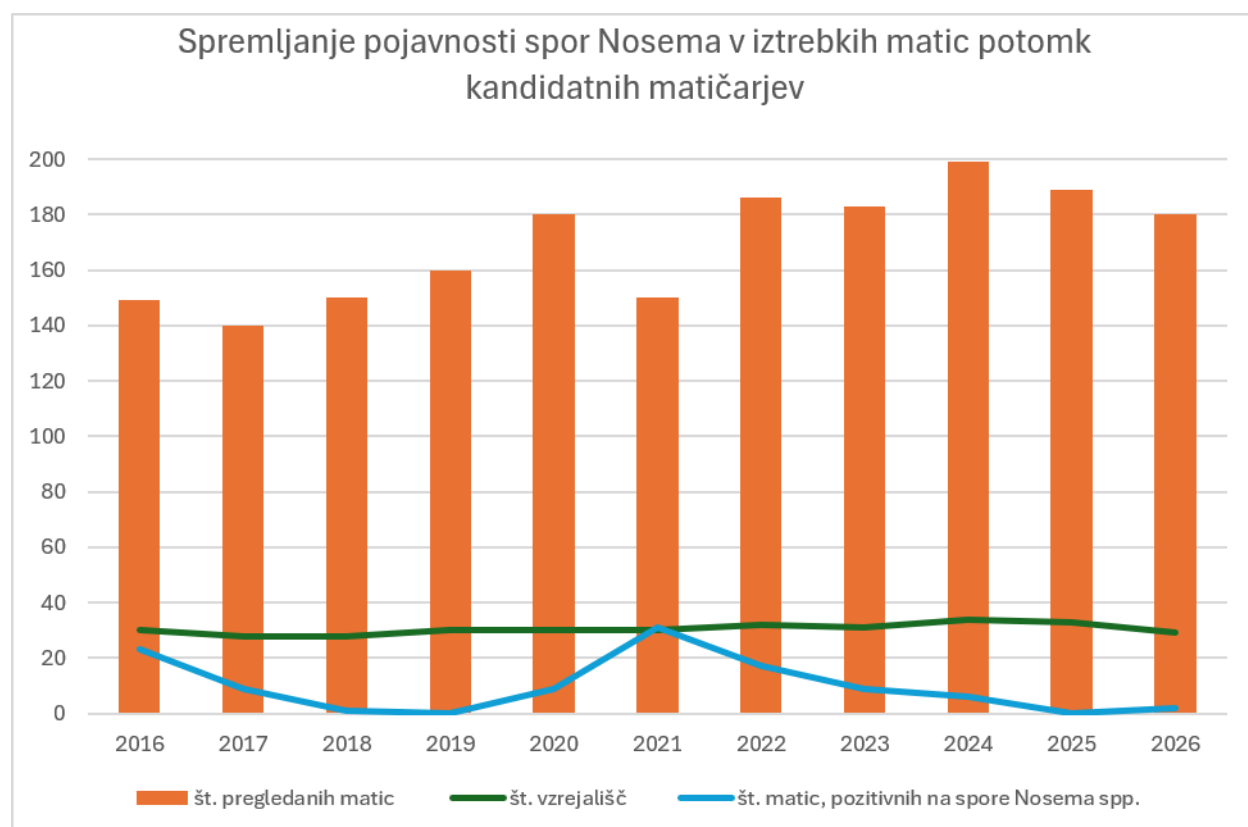
Ocenili smo delež živih spermatozoidov v vzorcih: v povprečju je bil delež živih spermatozoidov v vzorcu **0,88 ± 0,03**; minimalni delež je bil **0,84**, maksimalni delež živih spermatozoidov pa **0,94**.

3.2 DIAGNOSTIKA – PRISOTNOST SPOR *NOSEMA* SPP.

Rezultati pregleda iztrebkov matic na prisotnost spor *Nosema* spp. za leto 2026 so predstavljeni v preglednici 2, iz katere je razvidna stopnja okuženosti čebeljih matic ter tudi primerjava s preteklimi leti (od leta 2016 dalje). V letu 2026 smo le pri dveh maticah od 185 pregledanih zaznali prisotnost spor *Nosema* spp.

Preglednica 2: Število pregledanih matic in delež pozitivnih na prisotnost spor *Nosema* spp. v letu 2026 v primerjavi s preteklimi leti testiranja.

Leto	št. pregledanih matic	št. vzrejališč	št. matic, pozitivnih na spore <i>Nosema</i> spp.
2016	149	30	23 (15,4 %)
2017	140	28	9 (6,4 %)
2018	150	28	1 (0,7 %)
2019	160	30	0 (0 %)
2020	180	30	9 (5 %)
2021	150	30	31 (21 %)
2022	186	32	17 (9,1 %)
2023	183	31	9 (4,5 %)
2024	199	34	6 (3 %)
2025	189	33	0 (0%)
2026	185	29	2 (1%)

**Slika 8: Število pregledanih matic in pojavnost spor *Nosema* spp. po letih od 2026 do 2026.**

V letu 2026 smo 23 vzorcih spremljevalk matic, ki smo jih uporabili za sekcijo, zaznali prisotnost spor *Nosema* spp. Pri pregledu preparatov iz črevesa in iztrebkov pri 40 maticah v sekciji nismo zaznali spor *Nosema* spp. pri nobeni matici.

3.3 OBDELAVA PODATKOV ZBRANIH V OKVIRU DIREKTNEGA TESTIRANJA VZREJEVALCEV

V letu 2026 je rezultate testiranja do 25.07.2026 oddalo 29 vzrejevalcev s 597 čebeljimi družinami (Preglednica 3).

Preglednica 3: Seznam čebelnjakov, kjer je bil v letu 2026 opravljen direktni test in so vzrejevalci oddali rezultate do 25. 7. 2026.

Številka čebelnjaka	Število čebeljih družin v čebelnjaku	Število čebeljih družin z nepopolnimi podatki
SI101871	20	0
SI104201	20	3
SI119841	20	0
SI144355	25	7
SI154075	20	0
SI159559	20	0
SI169888	24	1
SI190341	20	1
SI194204-328702	20	4
SI203524	20	0
SI206172	22	0
SI210322	20	0
SI220286	21	0
SI222718	20	0
SI266129	20	0
SI284499	20	0
SI291402	20	0
SI314028	20	0
SI320784	20	0
SI324751	20	0
SI328698	20	3
SI334080	20	0
SI338158	21	3
SI347084	20	6
SI348605	19	1
SI351494	23	0
SI359438	20	16
SI368540	22	0
SI374899	20	2

Družine v direktnem testu so čebelarji ocenjevali trikrat: v maju, juniju in juliju, v obdobju najpogostejših paš in hitrega razvoja čebeljih družin. V tem obdobju so ocenili tudi naravni odpad varoj. Ob koncu pašne sezone so stehali ali ocenili pridelek medu.

Povprečne vrednosti posameznih ocen in meritev prikazujemo v preglednici 4. Donosi medu so bili letos boljši kot lani, kar se odraža tudi v povprečju. V splošnem je bilo večina povprečnih ocen višjih kot lani.

Preglednica 4: Povprečne vrednosti posameznih ocen in meritev v letu 2026.

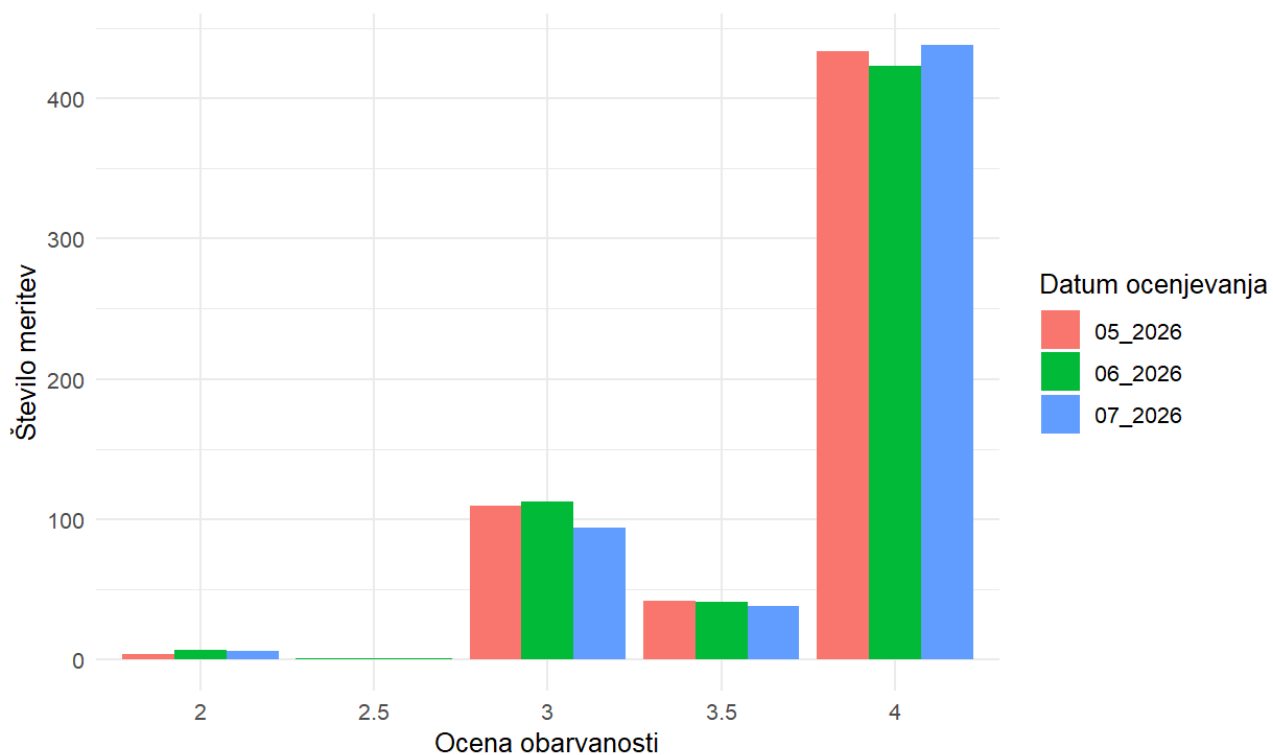
Lastnost	maj	junij	julij	meritev
Obarvanost	3,76	3,75	3,78	585
Mirnost	3,38	3,37	3,36	585
Rojivost	3,47	3,52		585
Živalnost*	11,32	12,77	12,33	585
Odpad varoj		7,1**		547
Pridelek medu			27,1	580

* število zasedenih ulic, kasneje smo standardizirali na lestvico od 1 do 4

** v 30 dneh testiranja odpada

3.3.1 Rasne karakteristike – obarvanost obročkov zadka

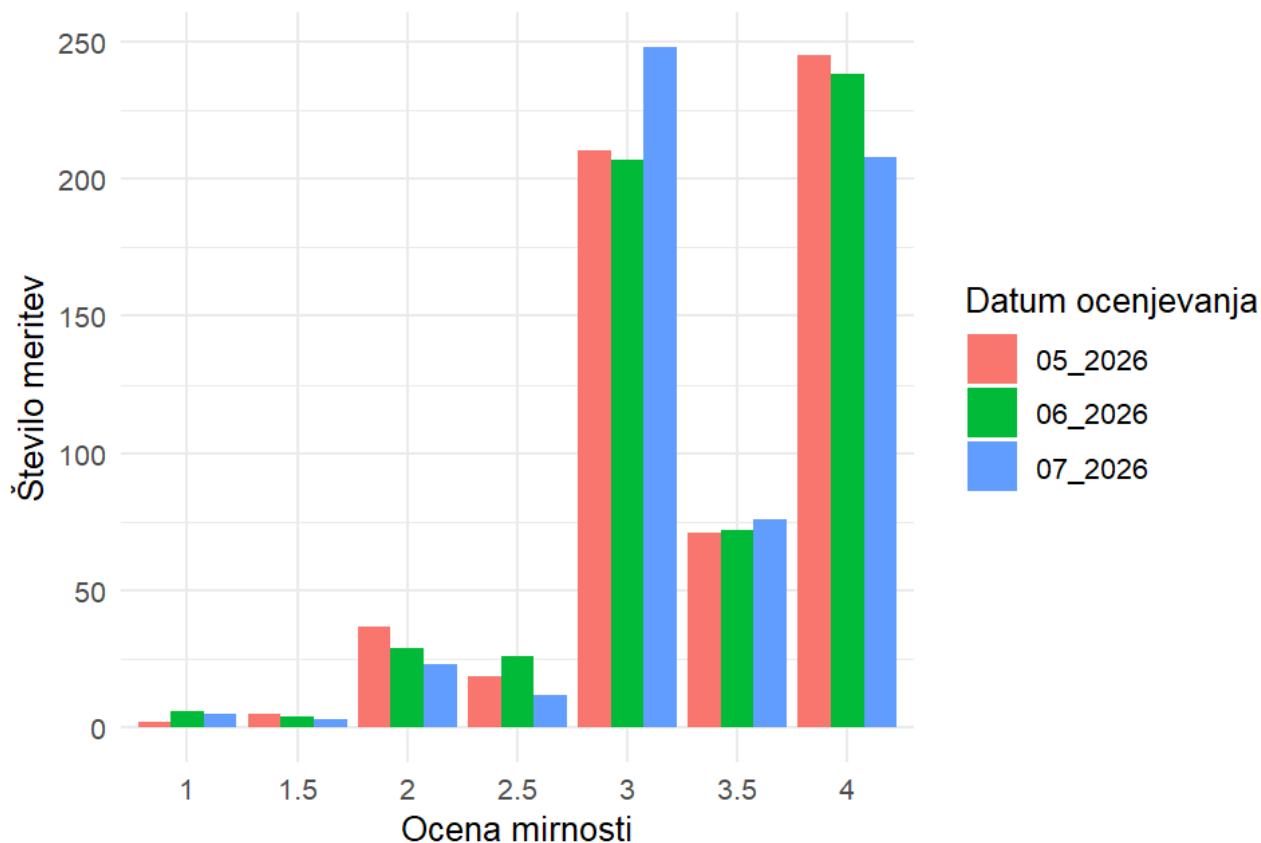
Obarvanost zadkov, s katero poskušamo oceniti pasemsko čistost čebeljih družin, je bila ocenjena v vseh treh ocenjevanjih, v maju, juniju in juliju. Povprečna obarvanost se je malenkost zvišala in je bila okoli 3,76. Delež neobarvanih družin skozi sezono narašča (Slika 9). Neobarvanih družin v letu 2026 je bilo 374, kar predstavlja 64% družin vključenih v direktno testiranje. Obarvanosti z oceno 1 v letu 2026 nismo zasledili.



Slika 9: Pogostost posameznih ocen obarvanosti v letu 2026.

3.3.2 Mirnost ali obnašanje

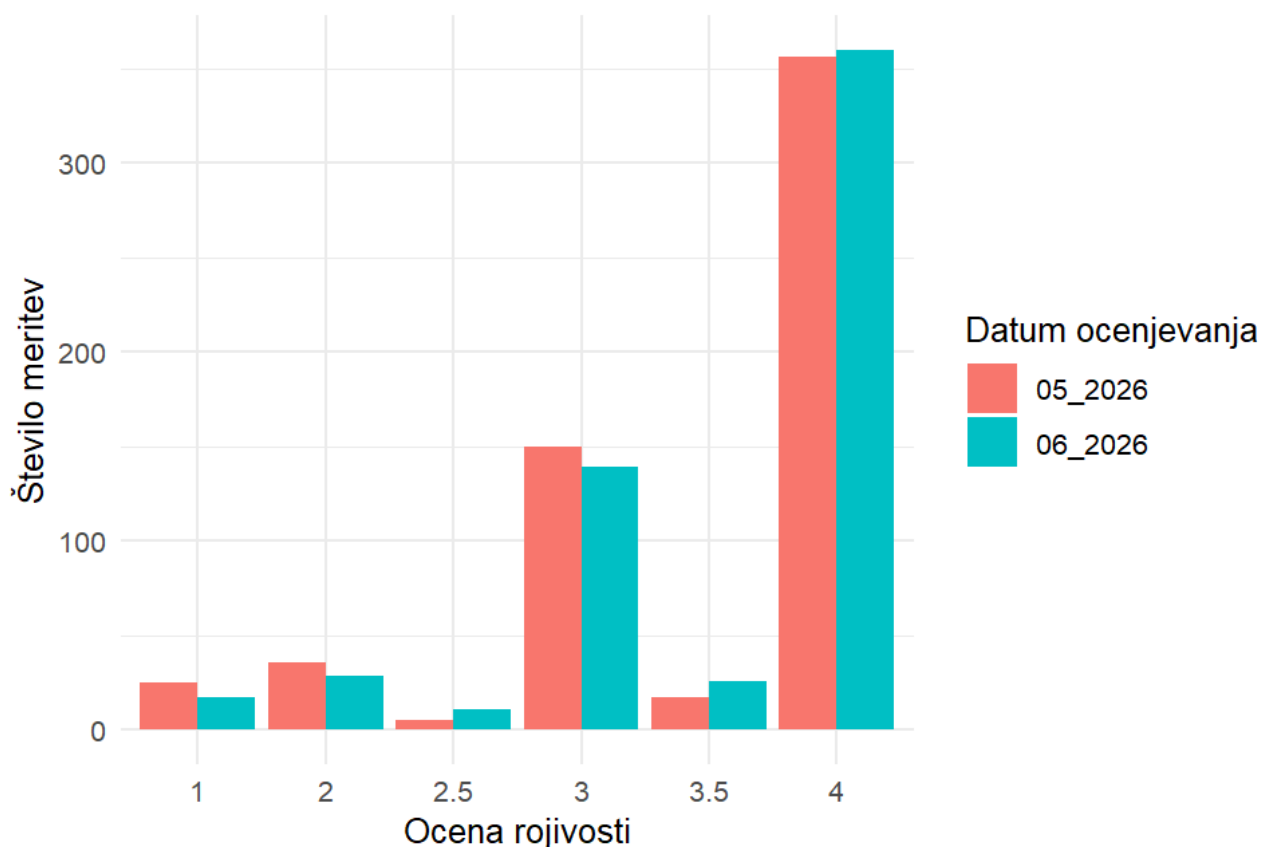
Vsaka družina je bila trikrat ocenjena na mirnost: v maju, v juniju in juliju. Ocenjenih je bilo 585 družin. Povprečna ocena mirnosti je bila 3,38 v maju, 3,37 v juniju in 3,36 juliju (Preglednica 4). Ocena mirnosti je tekom sezone padala (Slika 10). 139 ali 24% družin je vedno dobilo oceno 4.



Slika 10: Pogostost posameznih ocen mirnosti. Prvi trije stolpci prikazujejo, kolikokrat je bila ista družina ocenjena z Leto 2024.

3.3.3 Rojivost

Ocenjevanje rojivosti se izvaja v maju in juniju, v času najintenzivnejšega razvoja čebeljih družin. V letu 2026 je bilo ocenjenih 585 družin. 179 ali 30% družin ni poskusilo rojiti. Povprečna ocena (Slika 11, Preglednica 4) rojivosti je bila 3,5.



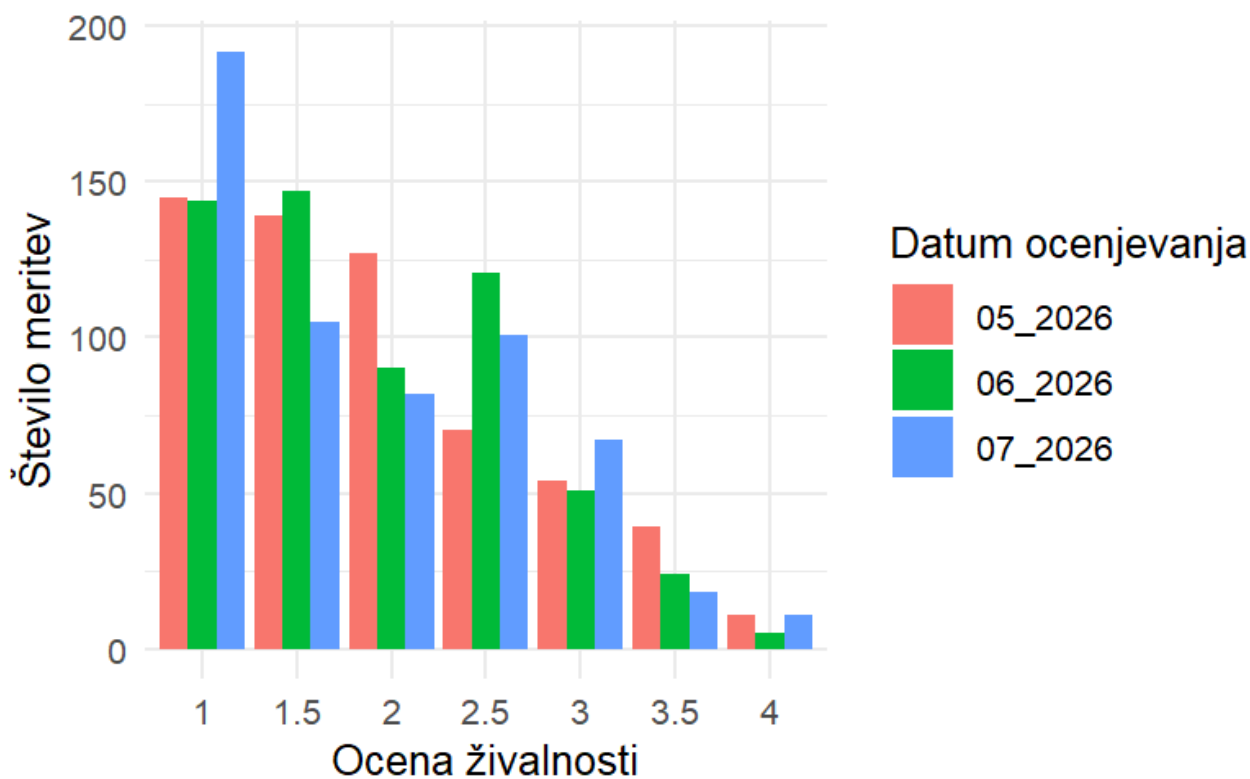
Slika 11: Pogostost posameznih ocen rojivosti za obe ocenjevanji.

3.3.4 Živalnost čebelje družine

Živalnost čebelje družine predstavlja oceno hitrosti razvoja in moči čebelje družine. Zaradi omejitve prostora za razvoj je z njo tesno povezana tudi rojivost čebelje družine. Družine, ki zaradi razvoja postanejo omejene s prostorom so namreč bolj dovzetne za rojenje kot neomejene družine. Pri ocenjevanju rojivosti zato želimo razločevati med rojivostjo pri visoki živalnosti in rojivostjo šibke družine. Pri čebelarjenju v AŽ panjih to predstavlja precejšen izziv.

V letu 2025 je bila spremenjena metodologija za ocenjevanje živalnosti. Namesto, da bi čebelar direktno podal oceno med 1 in 4, je poročal število zasedenih ulic. Živalnost je seveda odvisna tudi od velikosti panja in je s tem omejena navzgor. Iz zbranih ocen smo za vsakega vzrejevalca posebej ocenili predvideno maksimalno oceno živalnosti in zbrane ocene prevedli na lestvico od 1 do 4, kjer štiri predstavlja zelo živalno družino in 1 zelo slabo živalno družino.

Število zasadenih ulic je bilo prešteto trikrat; v maju, juniju in juliju. Ocenjenih je bilo 585 družin. V povprečju so zasedale 12,14 ulice. Zaradi različnih panjskih sistemov smo ocene prevedli na lestvico od 1 do 4. distribucija posameznih ocen je prikazana na sliki 12.

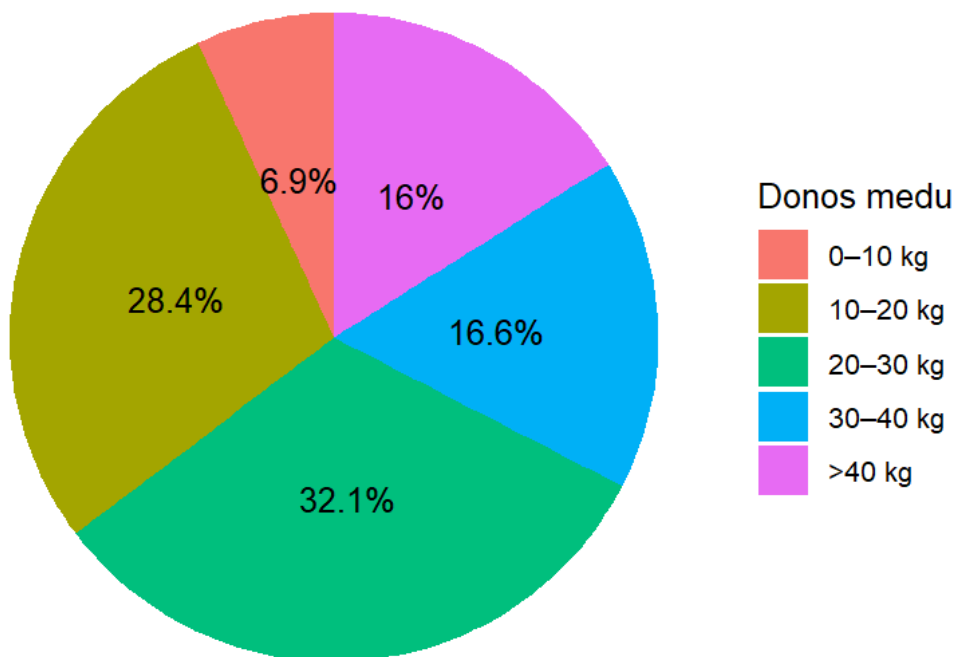


Slika 12: Povprečna ocena živalnosti po mesecih v letu 2026.

3.3.5 Donos medu

Skupni donosi medu v letu 2026 so bili med 0 in 78 kilogrami na panj (Preglednica 5). Skupno je bil donos medu izmerjen pri 580 družinah. Povprečni pridelek medu v letu 2026 je 27,1 kg na panj. (Slika 13). Večina družin je bila v rangi med 20 in 30 kg na čebeljo družino.

Porazdelitev pridelka medu po čebeljih družinah



Slika 13: Delež posameznih kategorij pridelka medu v letu 2026.

Preglednica 5: Opisna statistika donosa medu v letu 2026

Št. meritev	min	Q1	mediana	Q3	maks	povprečje	SD	Koeficient variacije
580	0	16	22	34.125	78	26.01543	14.40	55.36

3.3.6 Odpad varoj

Naravni odpad varoj je bil izmerjen pri 547 družinah in se je gibal med 0 in 55 varojami povprečno na dan v obdobju 30 dni. V povprečju je bil odpad 7,1 varoje na družino na dan.

3.4 SPREMLJANJE MITOHONDRIJSKE LINIJE

Z molekularno metodo pomnoževanja specifičnih nukleotidnih zaporedij s polimerazo (PCR) smo v letu 2026 pomnožili in prebrali nukleotidna zaporedja za 2 mitohondrijska odseka (tRNA-Leu in COI) pri vzorcih delavk kandidatnih matičarjev.

Od 246 izoliranih vzorcev smo nukleotidna zaporedja za mitohondrijski odsek tRNA-Leu uspešno prebrali pri 231 vzorcih, za mitohondrijski odsek COI pa prav tako pri 231 vzorcih. Vsi analizirani vzorci **pripadajo mitohondrijski liniji C**, kar je v skladu s standardnimi metodami uvrstitve kranjske čebele ter ne odstopajo od te temeljne genetske značilnosti. Mitohondrijska genetska osnova kandidatnih matičarjev je ustrezna. Med vzorci smo določili osem različnih haplotipov za označevalec tRNA-Leu. Poravnava zaporedij tRNA-Leu vsebuje 14 variabilnih mest, na pozicijah 47, 48, 63, 90, 116, 186, 252, 387, 507, 508, 509, 512, 513, 515 (pozicije so oštevilčene od prvega nukleotida, ki ni del oligonukleotidnega začetnika dalje) (Preglednica 6). Zaznali smo nov haplotip, katerega zaporedje še ni bilo objavljenih podatkovnih zbirkah nukleotidnih zaporedij. Tričrkovna koda v imenih haplotipov se določi po državi, kjer je bil haplotip prvič opažen in ne pomeni, da je značilen ali celo avtohton za to območje.

Preglednica 6: Zastopanost haplotipov med analiziranimi vzorci v letu 2026.

haplotip	št. vzorcev	delež	opombe
C2c	73	0.32	
C2e	64	0.28	
C1	61	0.26	
C2d	18	0.078	
C1-571-SVN	7	0.03	
C2-570-USA	4	0.02	
C1h	3	0.01	
C7-572-SVN	1	0.004	nov

Za označevalec COI smo določili 15 haplotipov. Poravnava zaporedij COI vsebuje 13 variabilnih mest na pozicijah 2, 6, 35, 100, 137, 143, 197, 275, 422, 449, 491, 572, 579 (šteto od prvega nukleotida, ki ni del oligonukleotidnega začetnika).

3.5 KUBITALNI INDEKS

V letu 2026 smo prvič spremljali kubitalni indeks skozi sezono pri večih izbranih družinah na večjem naboru delavk in poleg standardnega prikaza kubitalnega indeksa (desno krilce) naredili primerjavo med kubitalnim indeksom desnega in levega krila pri posamezni delavki.

Vrednost kubitalnega indeksa za družine kranjske sivke opredeljena v rejskem programu je od 2,4 do 3,2 (Kozmus in sod., 2023).

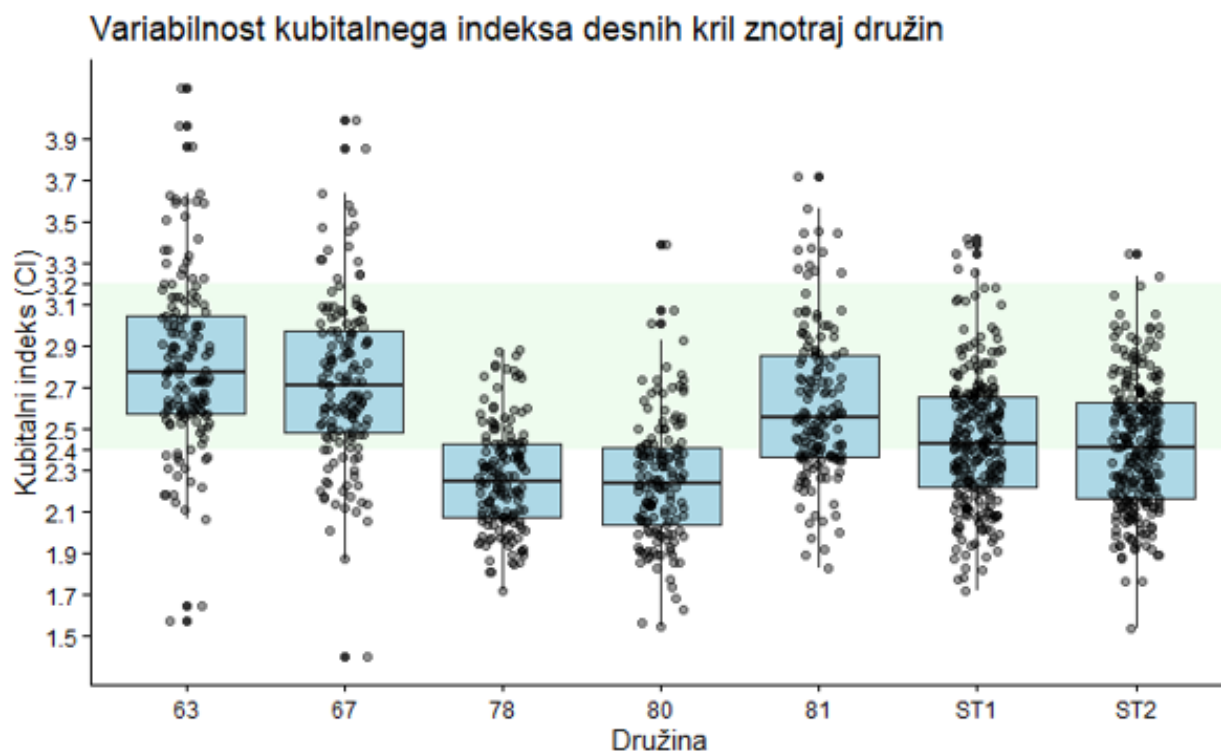
Analiza kubitalnega indeksa desnih kril (CI) je bila opravljena na sedmih vzorcih, pri čemer je bilo v posameznem vzorcu od 149 do 250 meritev. Povprečne vrednosti kubitalnega indeksa so se gibale med 2,25 (vzorec 80) in 2,82 (vzorec 63). Najvišje povprečje je bilo ugotovljeno v vzorcu 63, najnižje pa v vzorcu 80.

Standardni odklon se je gibal med 0,26 in 0,41, kar kaže na razmeroma majhno variabilnost znotraj vzorcev. Tudi variance so bile nizke (0,07-0,17), kar potrjuje, da so meritve znotraj posameznih vzorcev relativno enotne. Koeficient variance (CV) je znašal od 11,4 % do 14,6 %, kar kaže na zmerno in primerljivo stopnjo variabilnosti med vsemi vzorci. Najmanjši CV je bil ugotovljen pri vzorcu 78 (11,4 %), največji pa pri vzorcih 63 in 67 (14,6 %). Izmerjene vrednosti kubitalnega indeksa so se gibale med 1,40 (vzorec 67) in 4,15 (vzorec 63), kar kaže na določeno stopnjo raznolikosti posameznih meritev znotraj populacij (Preglednica 8 in Slika 14).

Preglednica 7: Opisna statistika in mere variabilnosti kubitalnega indeksa desnih kril.

druzina <chr>	n <int>	mean_CI <dbl>	sd_CI <dbl>	variance <dbl>	CV <dbl>	min <dbl>	max <dbl>
63	150	2.82	0.41	0.17	14.64	1.57	4.15
67	149	2.73	0.40	0.16	14.62	1.40	4.00
78	150	2.26	0.26	0.07	11.37	1.71	2.88
80	150	2.25	0.30	0.09	13.37	1.55	3.39
81	150	2.62	0.36	0.13	13.94	1.83	3.72
ST1	250	2.44	0.32	0.10	13.22	1.72	3.42
ST2	250	2.42	0.32	0.10	13.05	1.53	3.35

7 rows



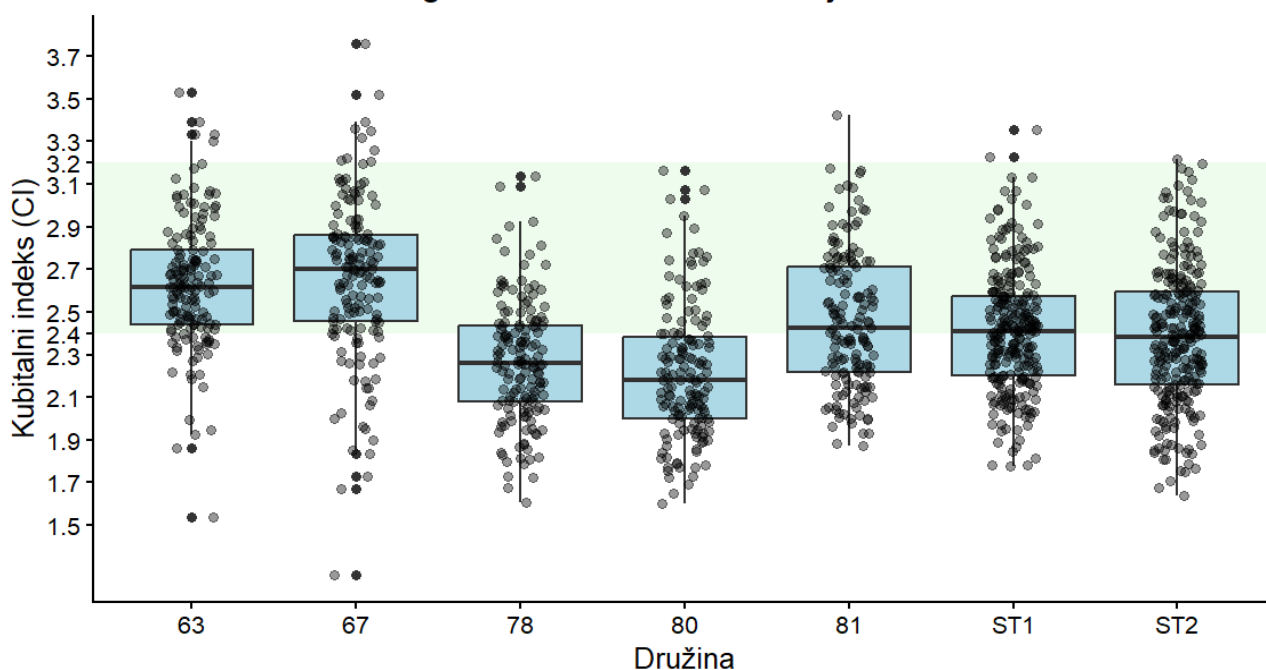
Slika 14: Variabilnost kubitalnega indeksa desnih kril znotraj družine

Analiza kubitalnega indeksa levega krila je bila izvedena na sedmih vzorcih, pri čemer je bilo v posamezni družini narejenih 150 meritev, v vzorcih ST1 in ST2 pa po 250 meritev. Povprečne vrednosti kubitalnega indeksa so se gibale med 2,21 (družina 80) in 2,66 (družina 67). Relativno visoke povprečne vrednosti sta dosegli tudi družini 63 (2,64) in 81 (2,46), medtem ko sta najnižji vrednosti izkazovali družini 80 (2,21) in 78 (2,27). Standardni odklon se je gibal med 0,29 in 0,38, kar kaže na razmeroma majhno razpršenost meritev okoli povprečne vrednosti. Varianca je znašala od 0,08 do 0,14, pri čemer je bila najnižja pri družinah 63 in ST1, najvišja pa pri družini 67. Koeficient variance (CV) je znašal od 11,5 % do 14,3 %, kar kaže na primerljivo stopnjo variabilnosti med vsemi analiziranimi družinami. Najnižji CV je imela družina 63 (11,5 %), najvišjega pa družina 67 (14,3 %). Najnižja izmerjena vrednost kubitalnega indeksa je znašala 1,26 (družina 67), najvišja pa 3,76 (družina 67). Skupni razpon vrednosti kaže na določeno individualno variabilnost znotraj posameznih družin, vendar brez izrazitih odstopanj (Preglednica 8 in Slika 15).

Preglednica 8: Opisna statistika in mere variabilnosti kubitalnega indeksa levih kril.

druzina <chr>	n <int>	mean_CI <dbl>	sd_CI <dbl>	variance <dbl>	CV <dbl>	min <dbl>	max <dbl>
63	150	2.64	0.30	0.09	11.48	1.53	3.53
67	150	2.66	0.38	0.14	14.28	1.26	3.76
78	150	2.27	0.29	0.08	12.57	1.61	3.14
80	150	2.21	0.31	0.10	14.04	1.60	3.17
81	150	2.46	0.32	0.10	13.13	1.87	3.42
ST1	250	2.41	0.29	0.08	11.86	1.78	3.36
ST2	250	2.39	0.33	0.11	13.82	1.64	3.22

7 rows

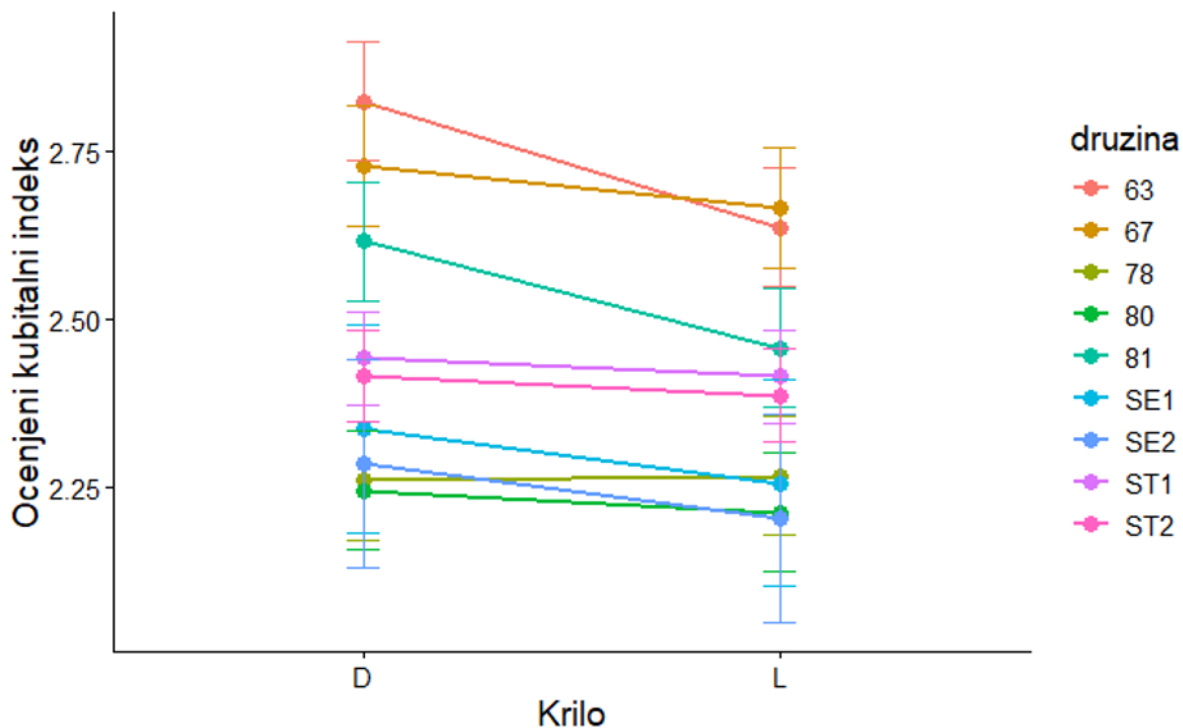
Variabilnost kubitalnega indeksa levih kril znotraj družin**Slika 15: Variabilnost kubitalnega indeksa levih kril znotraj družine**

Primerjava povprečnih vrednosti kubitalnega indeksa med levim in desnim krilom kaže, da so razlike znotraj posameznih družin majhne. Pri šestih od sedmih vzorcev je bil povprečni kubitalni indeks nekoliko višji na desnem krilu, medtem ko je bila pri družini 78 povprečna vrednost praktično enaka na obeh krilih (Slika 16).

Največji razliki sta bili ugotovljeni pri družinah 63 (0,18) in 81 (0,16), vendar sta tudi ti razliki razmeroma majhni glede na celoten obseg vrednosti kubitalnega indeksa. Pri družinah 67, 80, ST1 in ST2 so bile razlike med kriloma minimalne (0,03-0,07).

Tudi mere variabilnosti so med levim in desnim krilom zelo podobne. Koeficient variance se pri obeh krilih v vseh družinah giblje približno med 11 % in 15 %, kar kaže na primerljivo stopnjo homogenosti ne glede na

stran krila. V večini družin je standardni odklon na levem krilu nekoliko nižji kot na desnem, kar kaže na nekoliko manjšo razpršenost meritev levega krila.



Slika 16: Povprečne vrednosti kubitalnega indeksa levega in desnega krila za posamezno čebeljo družino.

4 INTERPRETACIJA REZULTATOV

Matice so ključna komponenta čebelje družine; družine z maticami slabše kvalitete so šibkejšje in zato (tudi) z ekonomskega stališča problematične. Značilnosti visoko kakovostne matice so: (1) visoka živa masa in masa ovarijev, (2) visoko število ovariol, (3) zadovoljivo visoko število spermatozoidov v spermateki, (4) zgođen začetek zaleganja, (5) visoko število poleženih jajčec na dan, (6) kakovostna, strnjena zalega, (7) odsotnost bolezni in škodljivcev (Hatjina in sod., 2014).

Leta 2026 je bila povprečna masa matic **213,5 ± 13,6 mg**, primerljivo s prejšnjimi leti (209 ± 17,3 mg v letu 2024; 214,5 ± 17,98 mg v letu 2025).

Povprečna masa ovarijev v letu 2026 je znašala **67 ± 9,85 mg**, povprečno število ovariol pa **130 ± 23**. Za primerjavo s 2025 sta bili te vrednosti. Za primerjavo s prejšnjimi leti so bile te vrednosti: (1) leto 2024 - povprečno maso ovarijev 70 ± 12,24 mg in povprečno število ovariol 137 ± 24 in (2) leto 2025 - povprečna masa ovarijev **75,8 ± 17,5 mg** in povprečno število ovariol **109 ± 21**.

Povprečni volumen spermateke v letu 2026 je ocenjen na **1,015 ± 0,15 mm³** podobno kot lani (2025 - **0,99 ± 0,13 mm³**). Povprečno število spermatozoidov je bilo **7,28 ± 1,59 × 10⁶**, znatno višje kot lani (2025 - **1,93 ± 1,40 × 10⁶**).

Nosema pri maticah (in spremljevalkah) je lahko pokazatelj dolgoročnih problemov. Okužene matice imajo slabši razvoj ovarijev, kar se odraža kot slabljenje čebelje družine, saj okužene matice niso sposobne vzdrževati populacije odraslih delavk v družini, lahko pa pride tudi do neplodnosti matic (Fyg, 1964; Liu, 1992). Tako okužba matic kot tudi spremljevalk kažeta na težavo z nozemavostjo o plemenilnikih, saj se s sporami *Nosema* spp. okužijo le odrasle čebele (White, 1919; Bailey, 1955). Tako je spremljanje prisotnosti spor mikrosporidija *Nosema* spp. pri maticah in v družinah pomembno. V letu 2026 so bile spore *Nosema* spp. prisotne v 2 od 185 pregledanih iztrebkov matic iz 29 vzrejališč, nobenem od 40 pregledanih vzorcev črevesja matic in v 23 od 30 pregledanih vzorcev delavk spremljevalk. Glede na rezultate 2026 pade med leta z nižjo obremenitvijo testiranih matic z *Nosema* spp.

V letu 2026 so, tako kot prejšnja leta, vzrejevalci izvedli direktni test, v katerem so testirali kandidatne matičarje. Rezultati testiranja so orientacija za odbiro za leto 2027. V letu 2025 je v navodilu za izvajanje direktnega testiranja prišlo do spremembe, in sicer se živalnost ocenjuje s številom zasedenih ulic, ta podatek pa smo nato prevedli na lestvico od 1 do 4, da smo lahko primerjali rezultate v čebelnjakih z različnimi panjskimi sistemi.

Do dogovorjenega datuma je v analizo oddalo rezultate 29 vzrejevalcev s 597 čebeljimi družinami. Za vsakega vzrejevalca smo na podlagi zbranih ocen rangirali matice od najboljše do najslabše znotraj testnega čebelnjaka. Statistično obdelane rezultate direktnega testa skupaj z rangiranjem matic smo poslali vzrejevalcem. Za nadaljnjo vzrejo priporočamo matice, ki pozitivno odstopajo od povprečja čebelnjaka za spremljane lastnosti. Vzrejevalci naj navedeno razvrstitev sprejmejo predvsem kot priporočilo.

V letu 2026 so bile čebelje družine podobno rojive kot pretekla leta, pridelek medu pa je bil izjemen in je znašal 27,1 kg na panj, kar je največ v zadnjih desetih letih. Ponovno je imelo večji delež družin obarvane čebele. Le 64 % družin ni bilo obarvanih. Na podlagi zbranih ocen so vsi vzrejevalci prejeli priporočila o odbiri. Odsvetovane so vse matice z družinami, ki negativno odstopajo od povprečja čebelnjaka, v katerem so bile testirane.

Spremljanje mitohondrijske linije je smiselno iz vidika ohranjanja kranjske čebele v Sloveniji kot tudi za spremljanje pestrosti znotraj genskega sklada. Mitohondrijska DNA se deduje neposredno po materini liniji in zato ima zalega, ki se vzorči, praviloma enako mitohondrijsko zaporedje kot matica. Vsi do sedaj testirani vzorci (tudi iz preteklih let) pripadajo ustrezni mitohondrijski liniji – to je linija C. Delež haplotipov je med leti približno konstanten (Preglednica 9).

Preglednica 9: Delež haplotipov med 2023 in 2026

ime	delež 2023	delež 2024	delež 2025	delež 2026	delež skupaj
C3-571-SVN	0.010	0.000	0.004	0.000	0.003
C3a	0.010	0.000	0.004	0.000	0.003
C2ac	0.000	0.000	0.004	0.000	0.001
C4-569-SVN	0.000	0.005	0.000	0.000	0.001
C5-571-SVN	0.000	0.005	0.000	0.000	0.001
C6-572-SVN	0.010	0.000	0.000	0.000	0.001
C7-572-SVN	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
C1h	0.000	0.000	0.008	0.013	0.007
C2-570-USA	0.031	0.011	0.030	0.017	0.021
C1-571-SVN	0.021	0.032	0.042	0.030	0.033
C2d	0.052	0.042	0.089	0.078	0.069
C1	0.302	0.274	0.215	0.264	0.256
C2e	0.313	0.337	0.270	0.277	0.294
C2c	0.250	0.295	0.333	0.316	0.308

V preglednici 9 so predstavljeni rezultati in poimenovanja haplotipov od leta 2023 naprej.

Rezultati kažejo, da se analizirane družine razlikujejo v povprečnih vrednostih kubitalnega indeksa, pri čemer sta družini 63 in 67 dosegali najvišje, družini 78 in 80 pa najnižje vrednosti tako na levem kot na desnem krilu. Variabilnost znotraj družin je bila nizka do zmerna, saj so bile vrednosti koeficienta variance v vseh vzorcih primerljive (približno 11-15 %), kar kaže na dobro homogenost in notranjo enotnost analiziranih družin. Primerjava levega in desnega krila ni pokazala izrazitih razlik v kubitalnem indeksu, saj so bile razlike med kriloma majhne in bistveno manjše od razlik med družinami. To potrjuje dobro bilateralno simetrijo kril ter kaže, da je kubitalni indeks stabilen morfometričen parameter, na katerega bolj vplivajo razlike med družinami kot pa stran krila.

5 SPLOŠNE UGOTOVITVE

Čebelja matica je ključna komponenta čebelje družine. S spremljanjem lastnosti kandidatnih matičarjev in zbiranjem podatkov o kakovosti matic, ki jih vzrejevalci postavijo na tržišče, neposredno spremljamo lastnosti v populaciji kranjske sivke v Sloveniji. Tovrstno vsakoletno spremljanje populacije čebeljih družin, katerih matice so kandidati za nadaljnjo odbiro, je izrednega pomena.

Slabša kakovost matice vodi do šibkejših družin, kar predstavlja tudi ekonomski problem. Visoko kakovostne matice se odlikujejo z visoko živo maso, številom ovariol, zadostnim številom spermatozoidov v spermateki, zgodnjim začetkom zaleganja, visokim številom poleženih jajčec na dan, kvalitetno, strnjeno zalego ter odsotnostjo bolezni in škodljivcev.

V letu 2026 so bili masa matic, masa ovarijev, število ovariol in velikost spermateke primerljivi s prejšnjimi leti. Število spermatozoidov je bilo visoko, po nizki vrednosti v letu 2025. Nozemavost matic je bila ponovno nizka.

Mitohondrijska linija C ostaja edina prisotna v slovenskem vzrejnem programu, deleži posameznih haplotipov pa se med leti le rahlo spreminjajo. V letu 2026 sta najpogostejša haplotipa C2c (32 %) in C2e (28 %), skupaj s C1a (26 %) predstavljajo več kot 80 % vseh vzorcev. Imena haplotipov so bila poenotena v skladu z nomenklaturjo, ki jo predlagajo Alburaki s sodelavci (2023).

V letu 2026 je bil pridelek medu rekorden in je znašal 27,1 kg na panj, kar je največ v zadnjem desetletju. Hkrati se je povečal delež obarvanih družin – le 64 % jih ni kazalo rumene obarvanosti. Rezultati za 597 družin iz 29 vzrejališč so služili kot podlaga za individualna priporočila vzrejevalcem glede izbora matičarjev za naslednjo sezono. Za nadaljnjo vzrejo priporočamo matice, ki pozitivno odstopajo od povprečja čebelnjaka po spremljanih lastnostih.

S spremljanjem kubitalnega indeksa smo ugotovili, da je variabilnost te metrike večja med družinami kot znotraj družine ali med levim in desnim krilom posamezne čebele delavke. Znotraj uveljavljenih mej za

kubitalni indeks za kranjsko čebelo je bilo pet od sedmih družin. Družini z oznako 78 in 80 sta bili pod spodnjo mejo (2,4) tako po vrednosti kubitalnega indeksa na desnem krilu kot tudi po vrednosti kubitalnega indeksa levih kril.

6 VIRI

- Alburaki M., Madella S., Lopez J., Bouga M., Chen Y., vanEngelsdorp D. (2023).** Honey bee populations of the USA display restrictions in their mtDNA haplotype diversity, *Frontiers in Genetics*, 13, <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.1092121>
- Bailey L. (1955).** The infection of the ventriculus of the adult honey-bee by *Nosema apis* Zander, *Parasitology* 45, 86–94.
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezić, N., Kryger, P., Spivak, M., Uzunov, A., Wilde, J. (2013).** Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. V: Dietemann V, Ellis JD, Neumann P. (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. *J Apic Res* 52(1): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.07>
- Bubnič, J., Mole, K., Prešern, J., Moškrič, A.** Non-Destructive Genotyping of Honeybee Queens to Support Selection and Breeding. *Insects* 2020, 11, 896. <https://doi.org/10.3390/insects11120896>
- Cobey, S.W., David, R., Woyke, T., Woyke, J. (2013)** Standard methods for instrumental insemination of *Apis mellifera* queens, *Journal of Apicultural Research*, 52:4, 1-18, DOI: 10.3896/IBRA.1.52.4.09
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R.** DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* **1994**, 3, 294–299.
- Fyg, W. (1964).** Anomalies and diseases of the queen honey bee. *Ann. Rev. Entomol.* 9, 207–224.
- Fuse H.S., Ohta, M., Sakamoto, T., Kazama, T., Katayama, T. (1993)** Hypoosmotic Swelling Test with a Medium of Distilled Water, *Archives of Andrology*, 30:2, 111-116, DOI: 10.3109/01485019308987743
- Garnery, L., Franck, P., Baudry, E., Vautrin, D., Cornuet, J.-M., Solignac, M.** Genetic diversity of the west European honey bee (*Apis mellifera mellifera* and *A. m. iberica*) I. Mitochondrial DNA. *Genet. Sel. Evol.* **1998**, 30
- Hatjina, F., Bieńkowska, M., Charistos, L., Chlebo, R., Costa, C., Dražić, M. M., ... 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. doi:10.3896/ibra.1.53.3.02
- Harizanis, P.C. (1983).** Biology and activity of honey bee sperm: migration, concentration and ATP analysis: A hemacytometer method for counting honey bee (*Apis mellifera* L.) spermatozoa. University of California, Davis.
- Katoh, K., Standley, D.M.** MAFFT Multiple Sequence Alignment Software Version 7: Improvements in Performance and Usability. *Mol. Biol. Evol.* **2013**, 30, 772–780
- Kozmus, P., J. Prešern, M. Hrastelj, J. Bubnič, and P. Podgoršek. 2023.** Rejski program za kranjsko čebelo (2024–2028).
- Levesque, M., Rousseau, A., Giovenazzo, P. (2022).** Impacts of indoor mass storage of two densities of honey bee queens (*Apis mellifera*) during winter on queen survival, reproductive quality and colony performance. *Journal of Apicultural Research*, 62(2), 274–286. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2126613>
- Liu, T.P. (1992).** Oocytes degeneration in the queen honey bee after infection by *Nosema apis*. *Tissue Cell* 24: 131-136.

Meixner, M.D., Pinto, M.A., Bouga, M., Kryger, P., Ivanova, E., Fuchs, S. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *J. Apic. Res.* **2013**, 52, 1–28.

Moškrič, A., Prešern, J., Smodiš Škerl, M.I., Mole, K. in Podgoršek, P., 2025. Kakovost matic za obdobje 2023 - 2025: projektna naloga št. 430-87/2023: poročilo o izvedenih nalogah v letih 2023 do 2025. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za živinorejo, Čebelarstvo.

Moškrič, A., Prešern, J., Mole K., Podgoršek P. (2024). Kakovost matic za obdobje 2023-2025: projektna naloga št. 430-87/2023: poročilo o izvedenih nalogah v letu 2024. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za živinorejo, Čebelarstvo.

Moškrič, A., Prešern, J., Smodiš Škerl, M.I., Mole, K., Marinč, A., Podgoršek, P. (2023). Kakovost matic za obdobje 2023-2025: projektna naloga št. 430-87/2022: poročilo o izvedenih nalogah v letu 2023. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za živinorejo, Čebelarstvo.

Moškrič, A., Prešern, J., Smodiš Škerl M.I., Podgoršek, P. (2022). Raziskava spremljanja kakovosti matic kranjske čebele in vzreje trotov ter proučevanje možnosti ohranjanja matic čez zimo: programsko obdobje 2020-2022: poročilo o izvedenih nalogah v letih 2020 do 2022. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za živinorejo, Čebelarstvo.

Nur, Z., Seven-Cakmak, S., Ustuner, B., Cakmak, I., Erturk, M. (2011). The use of the hypo-osmotic swelling test, water test, and supravital staining in the evaluation of drone sperm. *Apidologie*, 43 (1), pp.31-38. [ff10.1007/s13592-011-0073-1](https://doi.org/10.1007/s13592-011-0073-1)ff.

Ruttner, F. (1988). Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer-Verlag, Berlin.

Ruttner, F., Tassencourt, L., & Louveaux, J. (1978). Biometrical-statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 9(4), 363–381.

Syromyatnikov, Mikhail Y., Anatoly V. Borodachev, Anastasia V. Kokina, and Vasily N. Popov (2018). "A Molecular Method for the Identification of Honey Bee Subspecies Used by Beekeepers in Russia" *Insects* 9, no. 1: 10. <https://doi.org/10.3390/insects9010010>

Thompson, J.D.; Higgins, D.G.; Gibson, T.J. (1994). CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res.* **1994**, 22, 4673–4680.

White G.F. (1919). Nosema-disease, USDA Bull. 780.

Priloga 1: DIREKTNO TESTIRANJE ČEBELJIH DRUŽIN

Navodila za ocenjevanje testnih družin

V testiranje je vključenih vsaj **20** izenačenih družin iz istega selekcijskega čebelnjaka. Družine se testira trikrat letno.

Matice v testiranju **so kandidatke za matičarje v letu 2026. Priporočljivo je, da imajo znano poreklo** ter dodeljeno **rodovniško številko**, saj je ta podatek bistven za analizo.

Delavkam iz testiranih družin bomo v jesenskem obdobju na Kmetijskem inštitutu Slovenije izmerili **kubitalni indeks**.

S takim postopkom omogočamo ustvarjanje linij in sledenje generacijam.

Kriteriji ocenjevanja testnih družin

Lastnosti kot so mirnost (neagresivnost) čebelje družine, obarvanost ter rojenje se ocenjuje z ocenami 1 (najslabša) do 4 (najboljša), na pol točke natančno. Cilj ocenjevanja je, da družine **razvrstite od najslabše do najboljše** pri določeni lastnosti.

PRIDELEK MEDU: Ocenjevanje iztočene količine medu je mogoče na dva načina:

1. medeno satje, pobrano iz družine, označimo in stehtamo. Po končanem točenju isto prazno satje ponovno stehtamo in neto količino medu zabeležimo na evidenčni list.
2. Sprejemljiva je tudi druga metoda, pri kateri izloženo medeno satje iz družine preštejemo in stehtamo. Po končanem točenju stehtamo 50 do 100 iztočenih satov in povprečno težo sata upoštevamo pri izračunu neto količine iztočenega medu iz posamezne testne družine.

MIRNOST ALI OBNAŠANJE: Po mednarodno sprejetih kriterijih se lastnost ocenjuje v stopnjah od 1 do 4, pri čemer je zaželeno uporabljati tudi vmesne številke :

- 4 – Za delo z družino nista potrebna niti dim niti zaščitna oblačila.
- 3 – Za delo z družino niso potrebna zaščitna oblačila, če se uporablja dim.
- 2 – Posamezne čebele napadejo in pičijo, kljub uporabi dima.
- 1 – Čebele napadajo kljub uporabi dima.

ROJENJE testnih družin se prav tako ocenjuje v štirih stopnjah, dovoljene so vmesne ocene.

- 4 – V družini ni opaziti rojilne aktivnosti, matični nastavki niso zaleženi, niti ni opaznih matičnikov.
- 3 – Občasno se v družini opazi zaležen matičnik oz. matični nastavek, vendar ni opaznih drugih znakov rojenja. Rojenje se z lahkoto prepreči z dodajanjem praznih satov v panj.
- 2 – Družina aktivno gradi matičnike, opazno je zmanjšanje obsega nepokrite zalege, gradnje satja in zadka matice.

1– Družina je rojila, oz. je bilo rojenje preprečeno z največjim naporom.

ODPORNOST NA VAROJO: Spremljanje napadenosti testnih družin z varojami je zelo pomemben kriterij pri odbiri matičarjev in tudi splošno v čebelarstvu. V poznem spomladanskem obdobju je potrebno spremljati naravni odpad varoj v vseh testiranih družinah v obdobju 30 dni.

RASNE KARAKTERISTIKE: Obarvanost obročkov zadka. Ocenjuje se obarvanost prvega in drugega obročka na zadku ter število posameznih čebel z obarvanimi obročki. Obseg obarvanosti se oceni z ocenami od 1 do 4, pri čemer ocene pomenijo:

- 4 - Vsi obročki so temni ali so prisotne usnjeno rjave pege.
- 3 - Pri večini obarvanih čebel je prvi obroček delno obarvan.
- 2 - Pri večini obarvanih čebel je prvi obroček obarvan oranžno (prvi obroček je povsem obarvan).
- 1 - Pri večini obarvanih čebel (do 2% čebel) sta dva obročka na zadku obarvana rumeno (rumen, usnjeno rjavi, oranžni).

Dovoljene so vmesne ocene.

ŽIVALNOST ČEBELJE DRUŽINE: Ocenjuje se trikrat na leto. Vpišete število zasedenih ulic.

Ulice vseh naklad/etaž seštejete. V 10 satni etaži je največje možno število ulic 10, saj ulico pri robu panja štejejo kot polovično ulico.

Z VRHA:



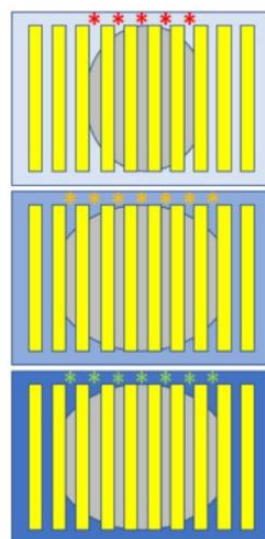
ulica

ulica

ulica

ulica

S STRANI:



Vzrejališče (čebelar):
Stojišče:
Registrska oznaka čebelnjaka:

[illegible]

O – obarvanost obročkov zadka, **M** – mirnost, **R** – rojivost, **Ž** – živalnost