

OPAS kotimaisten kimalaisten kasvattamiseen



*Anna-Maria Borshagovski, Kaarle Mäkelä ja Erkki Kaarnama
Suomen mehiläishoitajain liitto ry
Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hanke
23.12.2024*



Suomen
Mehiläishoitajain Liitto
SML ry



Luke
LUONNONVARAKESKUS



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Sisällysluettelo

| | |
|--|-----------|
| Saatesanat | 3 |
| 1. Kasvatustilat ja välineet | 4 |
| 1.1 Kasvatustila..... | 4 |
| 1.2 Parittelutila | 4 |
| 1.3 Talvehtimistila | 5 |
| 1.4 Välineistöä..... | 5 |
| 1.5 Turvallisuus..... | 6 |
| | |
| 2. Kasvattaminen lyhyesti..... | 7 |
| 2.1 Starttausvaihe | 8 |
| 2.2 Starttilaattikkovaihe | 8 |
| 2.3 Iso pesälaatikkovaihe..... | 8 |
| 2.4 Parittaminen | 8 |
| 2.5 Talveuttaminen ja herättäminen | 9 |
| 2.6 Myyntiin valmistaminen..... | 9 |
| 2.7 Kimalaisyhteiskunnan kehitys kuvina..... | 9 |
| | |
| 3. Pesäkehityksen ja kasvatuksen kriittiset vaiheet | 10 |
| 3.1 Starttaaminen | 11 |
| Pyydystäminen | 11 |
| Emojen merkitseminen..... | 11 |
| Starttilaattikko ja seuralainen | 11 |
| 3.2 Starttilaattikkovaihe | 13 |
| Muninta | 14 |
| Toukat | 16 |
| Ensimmäiset työläiset..... | 17 |
| 3.3 Ison pesälaatikon vaihe..... | 19 |
| Yhteiskunnan siirtäminen isompaan laatikkoon | 19 |
| Mikroyksilöt..... | 19 |
| Kuningatartuotanto | 20 |
| Hapluidien munien tuotanto | 22 |
| Työläiskilpailu..... | 22 |
| Pesän loppu | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 4. Pesien manipulointi | 23 |
| 5. Kimalaisten ruokinta | 24 |
| 5.1 Sokerivesi | 24 |
| Resepti..... | 24 |
| Kulutus | 26 |
| Vaihtoehtoja | 26 |
| 5.2 Siitepöly | 27 |
| Resepti ja starttaaminen | 27 |
| Ruokinnan lisääminen | 29 |
| Laatu ja hygienia..... | 30 |
| Kulutus | 30 |
| Vaihtoehtoja | 30 |
| 6. Parittaminen, talveuttaminen ja herättäminen | 31 |
| 6.1 Parittaminen | 31 |
| Parittamisen ajankohta..... | 31 |
| Paritustila ja olosuhteet..... | 31 |
| Parittelu | 33 |
| 6.2 Talveuttaminen | 34 |
| Emojen valmistaminen talveutukseen..... | 34 |
| Talveutusolosuhteet ja aika | 34 |
| 6.3 Herättäminen..... | 36 |
| 7. Kasvatusten sykliisyys ja ajanhallinta | 38 |
| 7.1 Sykliisyys | 38 |
| 7.2 Ajanhallinta..... | 39 |
| 8. Hankkeen kasvatukset 2023 ja 2024 | 40 |
| 9. Kimalaisten patogeeneit | 41 |
| 9.1 Sairaat ja kuolevat kimalaiset..... | 42 |
| 9.2 Siitepöly ja patogeenit | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 10. Lajienvälisiä eroavaisuuksia | 43 |
| 10.1 Kontukimalainen (<i>B. terrestris</i>) | 44 |
| 10.2 Kangaskimalainen (<i>B. cryptarum</i>) | 44 |
| 10.3 Mantukimalainen (<i>B. lucorum</i>) | 44 |
| 10.4 Sorokimalainen (<i>B. soroensis</i>) | 45 |
| 10.5 Kartanokimalainen (<i>B. hypnorum</i>) | 45 |
| 10.6 Pensaskimalainen (<i>B. pratorum</i>) | 46 |
| 10.7 Kivikkokimalainen (<i>B. lapidarius</i>) | 46 |
| Lähteet | 47 |

Kuvat: Anna-Maria Borshagovski (SML ry), Kaarle Mäkelä ja Erkki Kaarnama, ellei erikseen mainita

Videot: Kaarle Mäkelä ja Erkki Kaarnama

Saatesanat

Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille on Suomen mehiläishoitajain liiton ja Luonnonvarakeskuksen hanke, jossa tavoitellaan kotimaisen pölytyksen lisäämistä viljelmillä kehittämällä mehiläisten pölytyskäyttöä kasvihuoneissa ja kasvitunneleissa ja kartoittamalla kotimaisen kimalaiskasvatuksen edellytyksiä. Näiden kimalaiskasvatusohjeiden lisäksi hankkeessa on laadittu muun muassa selvitys kimalaisten kasvattamisesta liiketoimintana [1] sekä tuotantokustannuslaskelmat [2], jotta kasvatustyöhön ryhtyville olisi mahdollisimman paljon apua alkuun pääsemiseen. Onnea kaikille kasvatustyöhön!

1. Kasvatustilat ja välineet

Tässä kappaleessa kerromme yleiset vaatimukset kimalaisten kasvatustilalta. Kasvatustilojen rakennusvaatimuksista ja hinta-arviosta voi lukea enemmän hankkeen tuottamasta selvityksestä, kuinka maanilarakennuksen voi muuttaa kimalaiskasvattamoksi [3].

1.1 Kasvatustila

Kimalaisten kasvatustilassa on oltava mahdollista säätää lämpötilaa ja kosteutta tarvittavalle tasolle (24–29 °C, 60–65 % ilmankosteus, [4]). Tilan on oltava pimennettävä, mutta käytössä voi olla punainen valo: kimalaiset eivät näe punaista valoa, mutta työntekijät näkevät työskennellä (Kuva 1). Normaalin, valkean valon voi laittaa ajoittain päälle töitä helpottamaan. Kaikki tärinä ja suora kontakti on kimalaisille stressaavaa, joten pesiä kannattelevien pöytien tai hyllyköiden on oltava tukevia. Pintojen on oltava pesunkestäviä, koska tilaa on pestävä ja desinfioitava päivittäin.



Kuva 1. Hankkeen käytössä ollut kasvatushuone Oulun yliopistolla.

1.2 Parittelutila

Parittelutila voi olla huoneenlämmössä [5]. Siellä on oltava luonnonvaloa tai sitä simuloivaa keinovaloa. Parittelu voi tapahtua paritteluhäkeissä tai parittelutilaksi valjastetussa huoneessa (katso Parittaminen, s. 31).

1.3 Talvehtimistila

Ennen talveuttamista emojen lihotusvaiheessa tarvitaan tilaa, jonka lämpötilaa voi säätää kasvatuslämpötiloista lähelle talveutuslämpötilaa. Talveutustilan olosuhteiden on myös oltava säädettävissä (2,5–4 °C, 70–80 % ilmankosteus, [4, 5]). Tila on saatava pimeäksi, ja tässäkin tilassa punainen työskentelyvalo on suotavaa. Toinen vaihtoehto on, että talvehtimissäiliö ei päästä valoa sisään häiritsemään kimalaisia. Tila voi olla esimerkiksi kylmähuone tai olosuhdekaappi.

1.4 Välineistöä

Kasvatuksissa hyödyllisiksi todettuja välineitä (Kuva 2) ovat seuraavat:

- Pitkävartiset haavit emojen pyydystämiseen
 - Pitkät pinsetit (30 cm) kimalaisten ja ruoan käsittelyyn
 - Pitkävartiset lusikat ruoan käsittelyyn
 - Erilaisia purkkeja kimalaisten pyydystämiseen ja siirtämiseen
 - Ämpäreitä tai vastaavia säiliöitä sokeriveden tekoon, ellei osta valmista sokerivettä
 - Kimalaisten merkitsemisvälineet: merkkaussylinteri, merkkilaput tai maalit, geelimäinen liima
 - Kahvimylly, tehosekoitin tai vastaava siitepölyrakeiden jauhamiseen
 - Eristysmateriaalia pesiin, kuten flokkia tai puhdistamatonta villaa
 - Mehiläispuku ja suojahanskat
 - Punainen otsalamppu työskentelyyn (mukava lisä tiloissa olevan punaisen valaistuksen lisäksi)
 - Pakastin siitepölyn ja kuolleiden kimalaisten säilömiseen
 - Ilmankostutin, jos tilassa ei ole integroitua ilmankostutusjärjestelmää
 - Lämpöpatterit tai vastaavat, jos tilassa ei ole integroitua lämmitysjärjestelmää
 - Vaaka siitepölypalojen ja kimalaisten mittaamiseen
 - Pesälaatikot (voi tehdä itse tai teettää ja tilata)
 - Hiilidioksidi (Ei välttämätöntä, mutta mukava olla hätävarana esimerkiksi pesän tainnuttamiseen)
-



Kuva 2. Kimalaisten kasvatusvälineistöä.

1.5 Turvallisuus

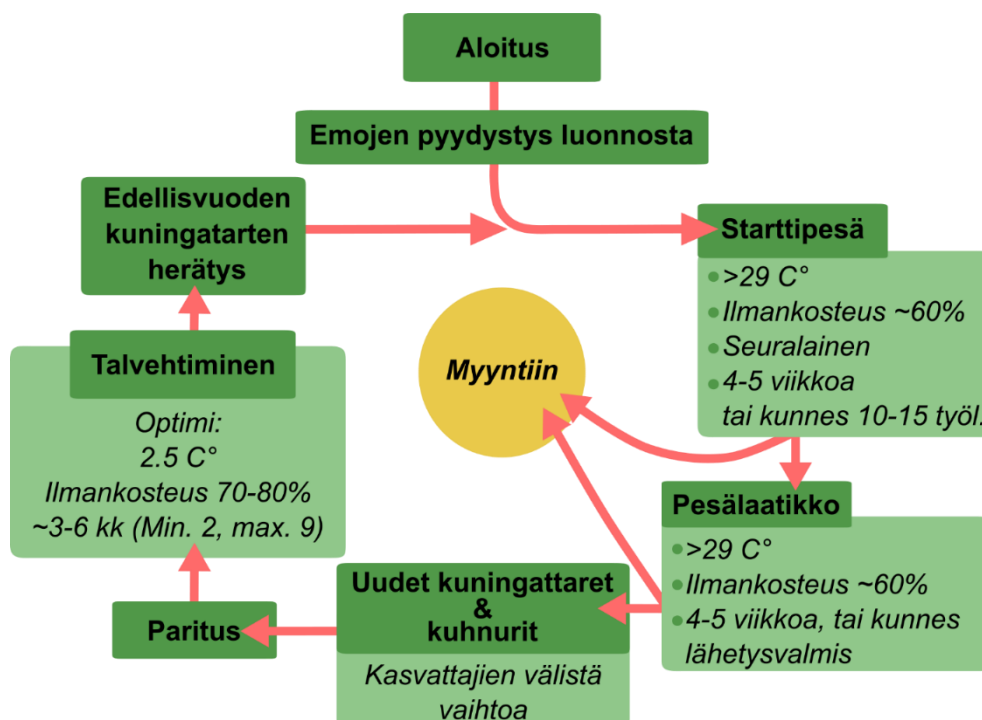
Erityesti kimalaisten kasvattamisessa läsnä oleva työntekijöihin kohdistuva turvallisuusriski on kimalaisten pistokset. Pistoksilta voi suojautua mehiläistarhaajille tyypillisellä hoitopuvulla. Pitkät pinsetit kimalaisten ja niiden ruoan käsittelyssä auttavat pitämään turvallista etäisyyttä kimalaisiin. Pesälaatikot voi suunnitella niin, että kimalaisten karkaaminen on hankalampaa [6]. Pesälaatikkoja ei tule avata kokonaan kuin punaisen valon alaisuudessa, mutta tämä on hyvin harvoin tarpeellista. Ruokinnan voi suorittaa pienemmistä ruokinta-aukoista ilman suurta riskiä myös päivänvalossa. Pistosten varalta kasvatustiloissa on hyvä olla allergialääkkeitä ja adrenaliinikynä anafylaktisen reaktion varalta. Jokaisella kasvattamolla on hyvä olla suunnitelma pistosten ja vakavampien allergisten reaktioiden varalta.

Työskentelyturvallisuus kasvaa kasvattajan taitojen kehittyessä. Huolellisen ja kärsivällisen työskentelyn aikana ei vaaratilanteita normaalissa työnteossa koidu kuin vakavissa poikkeustilanteissa (esim. pudonnut ja auennut pesä). Jokainen kasvattaja tulee kohtaamaan karanneita kimalaisia, mutta karkaaminen ei itsessään ole vielä asia, mistä tarvitsee huolestua. Oma-aloitteisesti karannut kimalainen on suhteellisen vaaraton ja lähes aina välinpitämätön ihmistä kohtaan. Kuitenkin hoitajan suorasta käsittelystä tai pesän isomman häiritsemisen jälkeen karannut kimalainen on lähes aina aikeissa pistää.

Äkillisessä vaaratilanteessa hoitajan pääasiallinen prioriteetti on sekä huolehtia turvallisuudestaan että minimoida pesästä karanneiden yksilöiden määrä, jotta vältetään tilanteen eskaloituminen. Jos mahdollista, estetään lisäkarkaamiset ja poistutaan tilasta mahdollisimman nopeasti. Tämän jälkeen tulee odottaa muutamia minutteja, että karannut yksilö rauhoittuu. Kannattaa pukeutua suojapukuun ennen kasvatustilaan palaamista.

2. Kasvattaminen lyhyesti

Kimalaiskasvatusten tyypillisimmät työvaiheet (Kuva 3) noudattavat osittain yhteiskuntien luonnollista elinkiertoa ja kriittisiä vaiheita. Kasvatukset koostuvat muutamasta selkeästä vaiheesta: emojen pyydystämisen kasvatustoiminnan alussa, emojen starttaamisen ja starttipesävaihe, isompi pesälaatikkovaihe, uusien kuningatararten parittaminen ja talveuttaminen sekä talveutettujen kuningatararten herättämisen ja starttaaminen. Kukin kasvattaja voi pohtia, missä kohtaa kasvatussykliä tarjoaa kimalaisia myyntiin.



Kuva 3. Kimalaisten kasvattaminen on jaettavissa muutamaankin vaiheeseen, jotka seuraavat yhteiskunnan luonnollisen elinkierron vaiheita. Kasvattaja voi pohtia tuotteistamisen mahdollisuuksia kussakin vaiheessa.

Jokainen kasvatusvaihe sisältää hyvää hygieniasta huolehtimisen, kimalaisten terveyden ja käyttäytymisen tarkkailun sekä mahdollisten tautianalyysien tekemisen, mutta eri vaiheisiin kuuluu myös niille ominaiset työtehtävät.

2.1 Starttausvaihe

- Emojen pyydystäminen
- Emojen merkitseminen
- Starttilaatikoiden valmistus (tai tilaus)
- Ruoan valmistaminen ja ruokinta
- Emojen siirtäminen starttilaatikoihin

2.2 Starttilaatikkovaihe

- Ruoan valmistaminen ja ruokinta 2–3 päivän välein
- Siitepölypallon tuoreuden tarkkailu, vaihtaminen uuteen tarpeen tullen
- Muninnan/hautomiskäyttämisen tarkkailu
- Sikiöinnin määrän ja työläiskuoriutumisen tarkkailu
- Aluspapereiden vaihto, jo jätöksiä varten käyttää pesien alle tulevia papereita
- Pintojen desinfiointi
- Välineiden pesu ja desinfiointi
- Pesien valikoiminen isopesälaatikkovaiheeseen
- Mahdollisten myyntipesien valikoiminen

2.3 Iso pesälaatikkovaihe

- Ruokinta 2–3 päivän välein
- Kuhnuri- ja emokennojen ilmestymisen tarkkailu
- Uusien kuningatarten ja kuhnurien poimiminen paritukseen
- Aluspapereiden vaihtoa, jo jätöksiä varten käyttää pesien alle tulevia papereita
- Pintojen desinfiointi
- Välineiden pesu ja desinfiointi
- Pesien valikoiminen myyntiin
- Pesien valikoiminen paritukseen

2.4 Parittaminen

- Kuningatarten ja kuhnurien valikoiminen paritukseen
 - Paritustilan valmistaminen paritukseen
 - Parittaminen ja ruokinta
 - Pariutuneiden kuningatarten poimiminen lihotukseen
-

- Useammin paritelleiden kuhnurien poisto

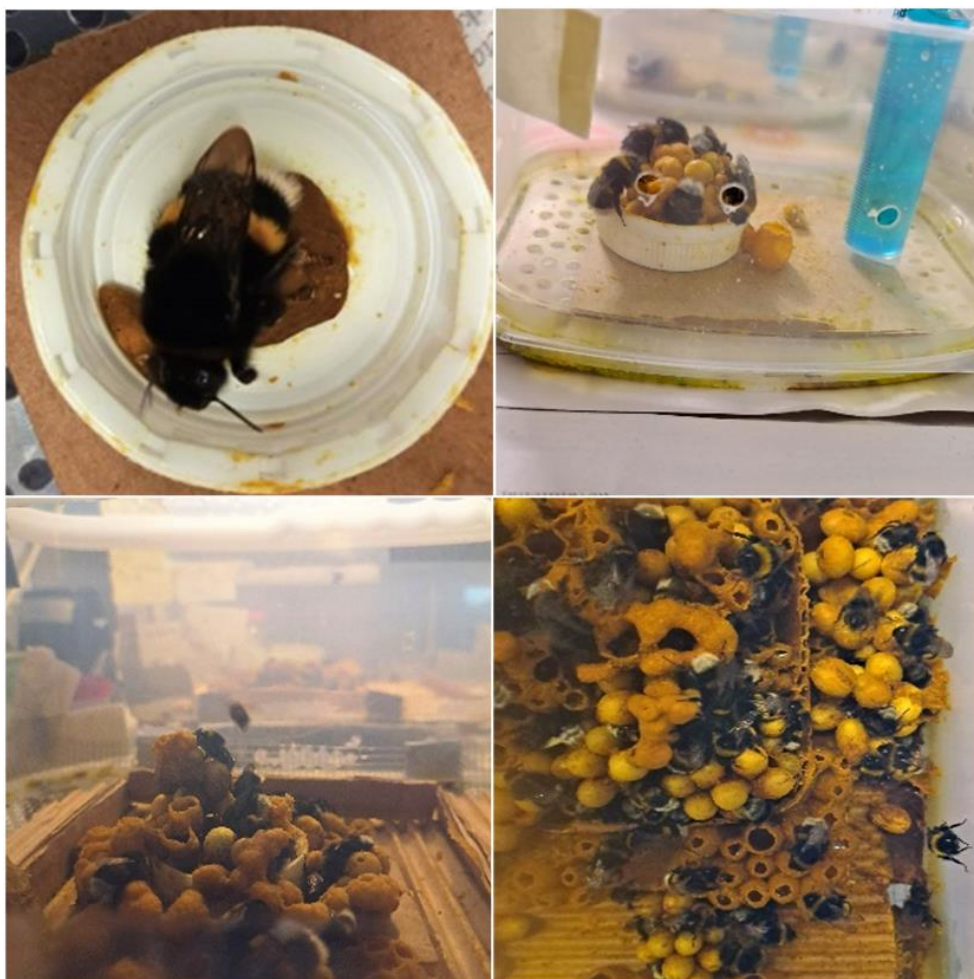
2.5 Talveuttaminen ja herättäminen

- Emojen lihottaminen ja valmistaminen talveutukseen
- Talveuttaminen
- Olosuhteiden monitorointi
- Herättäminen ja heränneiden ruokinta
- Heränneiden starttaaminen

2.6 Myyntiin valmistaminen

- Pesien sokerivesisäiliöiden täyttö
- Pesien ruokkiminen siitepölyllä
- Pesien pakkaaminen

2.7 Kimalaisyhteiskunnan kehitys kuvina



Kuva 4. Kimalaisyhteiskunta alkaa paritelleesta emosta ja sen munista. Munista kehittyy toukkia, jotka koteloituvat ja joista kuoriutuu ensimmäiset työläiset. Pesä on hyvä siirtää suurempaan pesälaatikkoon ensimmäisten työläisten kuoriuduttua. Työläiset auttavat emoa pesän hoidossa, ja pesä kasvaa entisestään. Työläisten lisäksi pesään alkaa ilmestyä suurempia kenoja, joista kuoriutuu koiraita ja uusia kuningattaria.

3. Pesäkehityksen ja kasvatuksen kriittiset vaiheet

Luonnossa kimalaispesän elinkierto kestää vuoden [7]. Vain paritelleet kuningattaret talvehtivat talven yli. Keväällä ne heräävät, syövät ja etsivät itsellensä pesäpaikan. Pesäpaikan löydettyään kuningattaret rakentavat pesää ja munivat.

Ensimmäiset työläiset kuoriutuvat alkukesällä, ja uudet kuningattaret ja kuhnurit syntyvät myöhemmin kesällä. Uudet kuningattaret jättävät pesän ajoittain etsiäkseen ruokaa, mutta eivät yleensä muonita pesää. Lopulta ne lähtevät parittelulennolle, ja syksyn aikana ne lihottavat itsensä valmistautuen talvehtimaan muiden kimalaisten kuollessa pois.

Koiraiden rooli yhteiskunnassa on pienempi, kun ne eivät osallistu pesän rakentamiseen tai toukkien hoitamiseen, mutta niiden läsnäolo auttaa sikiöintiä pysymään lämpimänä. Ne jättävät yhteiskunnan muutaman päivän päästä syntymästään eivätkä koskaan palaa. Koiraat ruokailevat kukilla ja etsivät parittelukumppaneita.

Kasvatusten kannalta elinkierrossa on tiettyjä kriittisiä kohtia, joita kontrolloimalla kasvattaja voi pyrkiä vaikuttamaan pesiensä kehitykseen ja parantamaan toimintansa kannattavuutta. Valtaosa kimalaiskasvatustiedoista ja -tutkimuksista koskee kontukimalaista (*Bombus terrestris*), joten yksityiskohdat voivat poiketa lajin mukaan. Kimalaisten elinkierto sisältää seuraavat kriittiset vaiheet:

- 1** Muninnan alkaminen ja työläistuotanto
- 2** Kuningatartuotannon alkaminen
- 3** Työläiskilpailun alkaminen (Kilpailupiste)
- 4** Hapluidien munien (kuhnureiden) tuotannon alkaminen

3.1 Starttaaminen

Pyydystäminen

Paras ajankohta emojen pyydystämiseksi on keväällä ja lumien sulettua pajun kukinnan aikaan ja lämpötilan ollessa selkeästi plussalla, koska keväällä havaittavat kimalaiset ovat kaikki talvehtineita kuningattaria ja ne ovat vielä hitaampia liikkeissään. Kimalaisia löytää pajuilta ja puutarhojen suurista kukista (kuten sinisistä krookuksista, joita voi istuttaa kasvattamon ympäristöön ja siten helpottaa tulevia pyydystyksiä). Kimalaisten suosimissa ympäristöissä on hieman lajikohtaisia eroja [8]. Jos kimalaisella on siitepölyä takajalkojen vasuissa, on sillä jo pesä aluillaan eikä se hyväksy sille tarjottua keinopesää helposti. Tällaiset yksilöt kannattaa jättää pyydystämättä. Nuoria emoja voi kerätä kukilta myös kesällä ja syksyllä, sillä suurin osa niistä on pariutuneita.

Kuningattaret on hyvä viedä kasvatustiloihin mahdollisimman nopeasti. Jos pääsy kasvatustiloihin viivähtää tai kimalaiset pitää lähettää kasvatustiloihin esimerkiksi postitse, ne selviävät tarvittaessa noin viikon, kun niille tarjoaa kosteaa sokeritaikinaa peukalon pään verran. Viileys hidastaa niiden elintoimintoja ja ruoan kulutusta.

Suuret eurooppalaiset kimalaiskasvattamot eivät tuo uusia kuningattaria ulkopuolelta juuri lainkaan [4]. Jos ne tuovat, ne kasvattavat emot ja pesät erillään pääkasvatuslinjoista muutaman sukupolven ajan pyrkiäkseen pääsemään eroon niiden mukana tulevista patogeeneistä.

Emojen merkitseminen

Kuningattaret kannattaa merkitä erottamista ja yksilöintiä helpottavalla merkillä mahdollisimman pian kasvatustiloihin viemisen jälkeen. Merkitsemällä kuningattaret vältetään myöhemmin sekaannuksilta, kun pesiin alkaa syntyä uusia kuningattaria.

Paras tapa merkitä kimalaisia on liimata merkkilappu niiden selkään. Merkitsemiseen tarvitaan tällöin merkkaushäkki, merkkilappuja ja geelimäistä pikaliimaa. [Katso video kimalaisten merkitsemisestä.](#)

Jos haluaa seurata pariutumisinjoja tarkemmin tai tehdä jalostustyötä, kuhpureitakin on syytä merkitä.

Starttilaatikko ja seuralainen

Alussa kuningattaret ovat vielä kankeita talvehtimisen jälkeen eivätkä ole kovin herkkiä ruoan vähydelle. Heti, kun talvehtimistila purkautuu ja kuningattaret ryhtyvät rakentamaan pesää, niiden energiatalous muuttuu radikaalisti. Vuorokausi ilman sokerivettä voi tappaa emon, joten sokerivettä on oltava aina tarjolla. (Katso Ruokinta, s. 24).

Starttaamisessa kuningattaret laitetaan omiin pieniin kasvatuslaatikkoihinsa (kuva 5), joissa on siitepölytaikinapallo munintaa ja ruokintaa varten sekä sokerivettä.



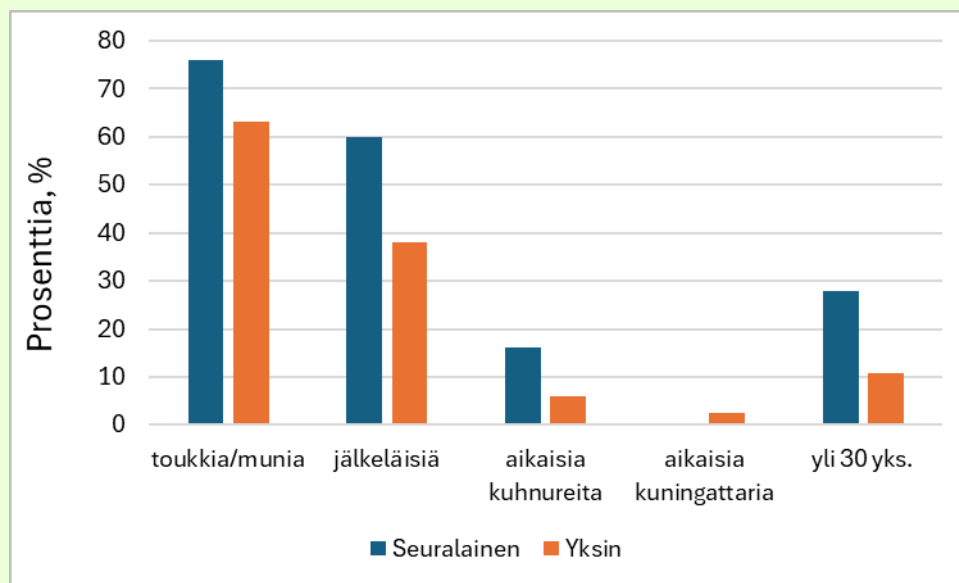
Kuva 5. Starttilaatikko. Säiliöön vaihdetaan tuore sokerivesi 2–3 päivän välein riippuen ruoankulutuksesta. Munimiskuppiin laitetaan siitepölytaikinapallo, johon emo tyypillisesti munii ja josta emo ja toukat saavat ruokaa.

Kuningattarille kannattaa antaa seuralainen eli vastasyntynyt kimalais- tai mehiläistyöläinen (voi antaa kaksikin). Vaikka kuningattaret voivat perustaa pesän ilman seuralaista, seuralaisen läsnäolo stimuloi kuningattaren munintaa ja pesänrakennusta ja kasvattaa onnistumisen todennäköisyyttä [4, 5, 9]. Seuralaisen on oltava mahdollisimman nuori, mielellään vastasyntynyt, koska liian vanha työläinen alkaa helpommin tapella emon kanssa ja tappaa emon.

Jos emoille ei ole seuralaisia tarjolla, ne voi laittaa pariaksi päiväksi samaan laatikkoon, jotta emojen feromonit kiihdyttävät toistensa munasarjojen kehittymistä ja munimisen alkamista [4, 5]. Jos emoja pitää yhdessä liian monta päivää, ne ryhtyvät munasarjojen kypsyttyä tappelemaan keskenään. Riittävä ruoka ja lämpötila (noin 27–30 °C) takaavat nopean munasarjojen kehittymisen ja siten pesänrakennuksen aloittamisen [4, 10].

KOKEMUSNURKKAUS

Vuoden 2024 kasvatuksissa havaittiin, kuinka seuralaisella voi olla positiivinen vaikutus pesäkehitykseen. Seuralaisen saaneista emoista suurempi osuus tuotti toukkia tai munia sekä kuoriutuneita jälkeläisiä kuin emoista, joilla ei ollut seuralaista. Myös ennenaikaista kuhnurituotantoa oli enemmän emoilla seuralaisen kanssa, kun taas ennenaikaista kuningartuotantoa ei ollut lainkaan. Seuralaispesistä yli 30 yksilön koon saavutti yli kaksinkertainen osuus kuin yksinäisissä pesissä. 25 emolla oli seuralainen, kun taas 84 emoa oli yksin.



Havaitsimme myös, että jos emolle tarjosi seuralaista vanhemmasta pesästä, joka oli jo saavuttanut kilpailupisteen (eli yksinkertaistaen pesästä löytyy jälkeläiskuningatarkeinoja), seuralainen alkoi tapella emon kanssa todennäköisemmin. Eli pelkästään nuori ikä ei suojaa tappelulta, vaan koko yhteiskunnan kehitysvaihe merkitsee.

3.2 Starttilaatikkovaihe

Starttilaatikkovaihe kestää noin 4–5 viikkoa tai kunnes ensimmäiset työläiset kuoriutuvat. Vaihe sisältää kimalaisen kehityksen kaikki vaiheet munasta aikuiseksi (Kuva 6).



Kuva 6. Kimalaisen munia, toukka ja kotelossa aikuiseen muotoon kehittynyt kimalainen.

Muninta

Muninta alkaa ensimmäisen kahden viikon sisällä talvehtimisen päättymisestä [11–13], mutta jos esimerkiksi olosuhteet eivät ole optimaaliset, muninta voi viivästyä runsaastikin. Vuoden 2023 kasvatuksissamme havaitsimme munintaa keskimäärin 22 päivän kuluttua emojen siirtämisestä starttilaatikoihin, mutta hieman korkeampi lämpötila kasvatusten alussa olisi voinut kiihdyttää munintaa. Munavaihe kestää noin kolme päivää.

Emot munivat tyypillisesti niille annettuun siitepölytaikinapalloon tai munintakuppiin (Kuva 7), mutta monet munivat minne tahansa starttilaatikossa. Munintaa voi olla aluksi vaikea havaita, minkä takia siitepölytaikinapalloa, vaharakennelmaa tai vahamurusia ei kannata poistaa ennen kuin on varma siitä, ettei kyseessä ole vahalla peitetty munakeko. Epävarmoissa tilanteissa on parempi antaa uusi siitepölytaikinapallo ensimmäisen vierelle, jos ensimmäinen on mennyt huonoksi (katso Ruokinta s. 24). Varmin merkki munien olemassaolosta on emon hautomiskäyttäytyminen (Kuva 8).

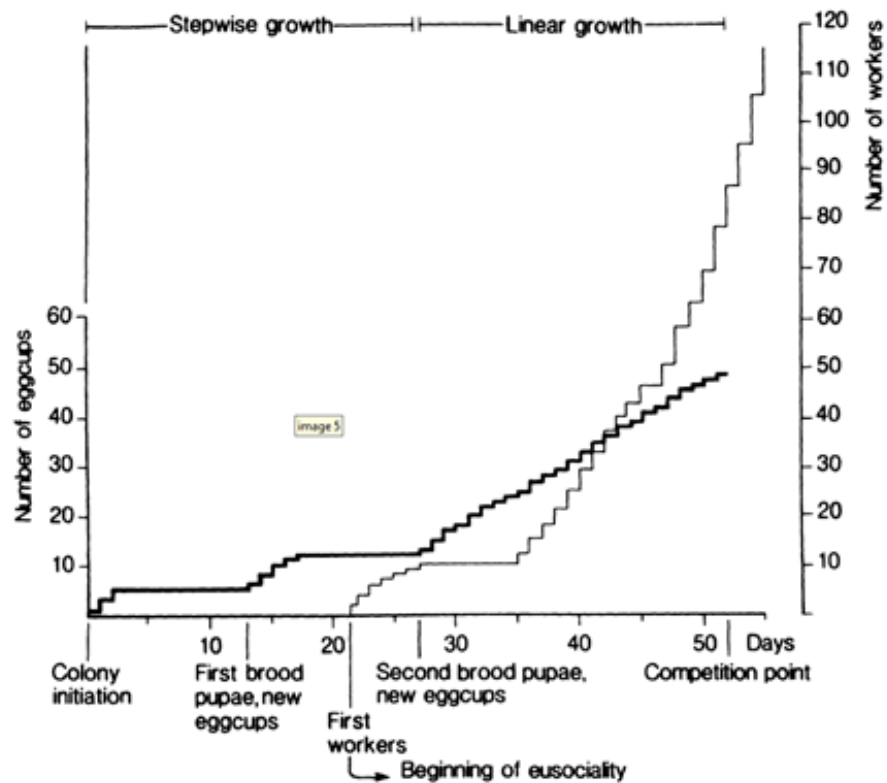


Kuva 7. Kuvassa a) siitepölytaikinapallon päälle on munittu ja munat on peitetty vahalla. Munia voi olla vaikea havaita pian muninnan jälkeen, mutta ne kasvavat ajan saatossa. Vieressä on myös vaaleammasta vahasta tehty mesikuppi, jollaisia kimalaiset rakentavat ruoan säilömiseen.



Kuva 8. Siitepölypallo ennen munintaa (vasen) ja emo hautomassa ensimmäisiä siitepölytaikinapalloon munittuja muniaan (oikea).

Yhteiskunnan kasvattaminen alkaa kahden erillisen ja ajallisesti erotetun munavyyhdin muninnalla [4]. Tämän hitaamman vaiheen jälkeen munintanopeus kiihtyy. Ensimmäisten työläisten synnyttyä kuningatar munii tasaisesti koko loppuelinkierron (Kuva 9).



Kuva 9. Kontukimalaisten keskimääräinen yhteiskunnan kehitys. Vasemmalla y-akselilla munakuppien lukumäärä, oikealla y-akselilla työläisten lukumäärä ja x-akselilla päivät sekä kehityksen kriittiset vaiheet.

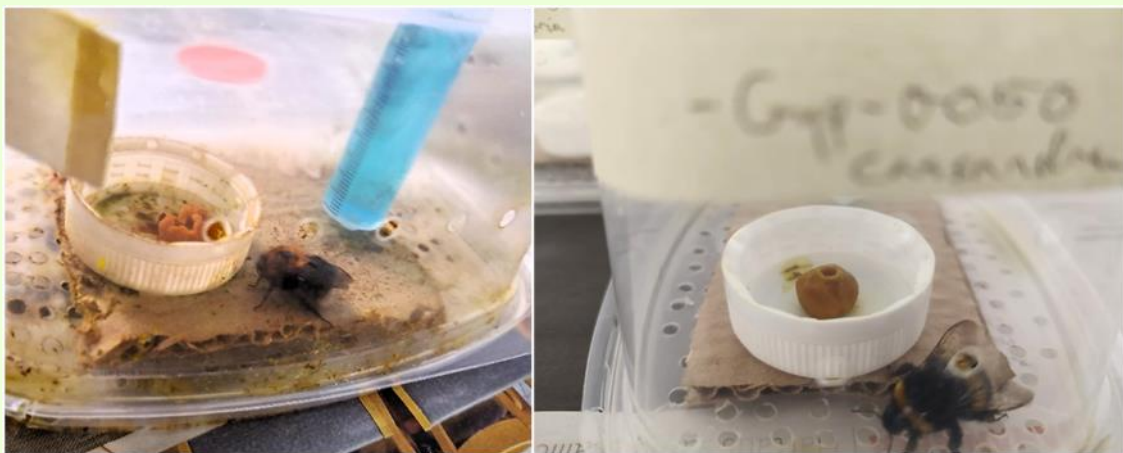
Toukat

Kun munista kuoriutuu toukkia, ruoan kulutus kasvaa nopeasti. Toukat ovat herkkiä kuivuudelle ja kosketukselle. Emo ruokkii niitä ja rakentaa vahakennostoa toukkien suojaksi. Kun toukat ovat kasvaneet ja valmiita koteloitumaan, emo sulkee vahakennot, toukat koteloituvat ja valmistautuvat kuoriutumaan. Tässä vaiheessa kasvatuksissa on vain emoja starttilaatioissa.

KOKEMUSNURKKAUS

Emot saattavat syödä muniaan, munia uusia ja syödä nekin, kuten havaitsimme hankkeen kasvatuksissa. Syitä tähän epäotolliseen käyttäytymiseen on muutama [4]:

- Ruoka on huonolaatuista tai sitä on liian vähän, jolloin emo pyrkii saamaan tarvitsemansa proteiinin munista.
- Munien laatu tai kunto voi olla heikkoa. Jos emo kokee, ettei munista ole mihinkään, se syö ne pois.
- Liian kylmät, kuumat tai kuivat olosuhteet voivat tappaa munat, jolloin emo syö ne pois.
- Munien syöminen voi olla myös stressikäyttäytymistä.

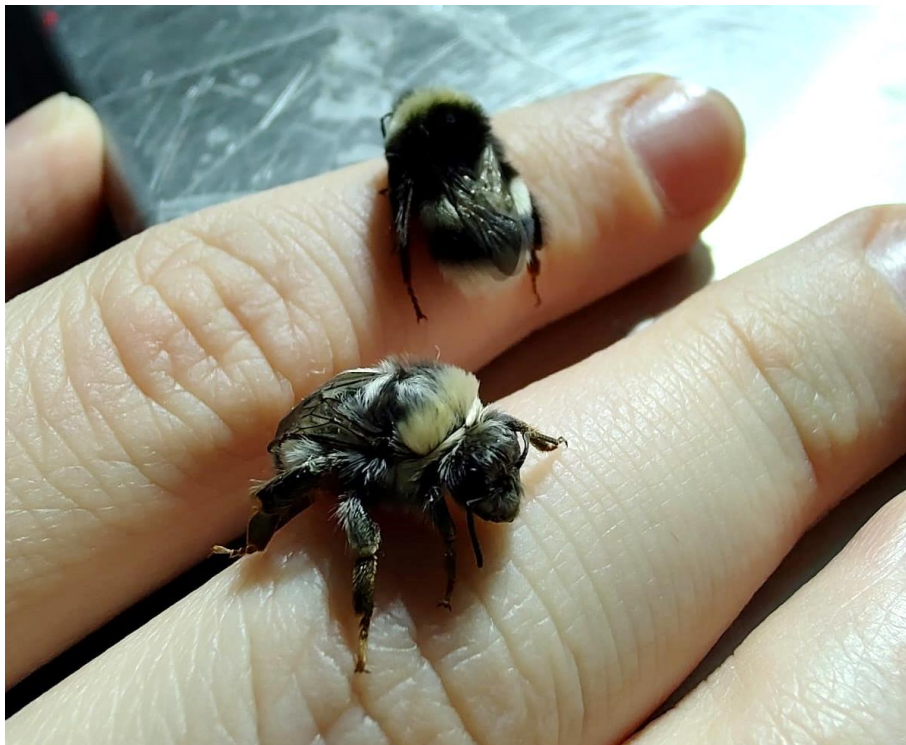


a) Kartanokimalainen on syönyt munansa. b) Emo on valmistanut kolon munintaa varten.

Ensimmäiset työläiset

Noin 3–4 viikon kuluttua muninnasta ensimmäiset työläiset kuoriutuvat [11–13]. Vastasyntyneet erottaa aikuisista niiden ulkonäön ja käyttäytymisen perusteella (Kuva 10). Vastasyntyneillä ei ole karvoituksessaan juurikaan pigmenttiä, joten karvat ovat valkeita. Karvan tummuminen kestää noin puoli päivää. Karvat ja siivet ovat syntymän jälkeen kosteat, mutta kuivuvat pian. Avuttomuutensa ja kömpelyytensä takia vastasyntyneet hakeutuvat kennoston alle tai koloihin suojaan ja käyvät kennoston päällä ajoittain syömässä. Todennäköisyys saada vastasyntyneiltä pisto on erittäin pieni.

Kasvatustierron alkuvaiheessa kasvatuksissa on pelkästään starttilaatikoita (Kuva 11). Ensimmäisten työläisten syntymän jälkeen pesä asukkeineen siirretään suurempaan kasvatuslaatikkoon, jotta pesillä on tilaa kasvaa. Tässä vaiheessa on hyvä karsia huonot ja munintaan kykenemättömät emot pois, ennen kuin siirtää ne turhaan isompiin, tilaa vieviin pesälaatikoihin.



Kuva 10. Kaksi vastasyntynyttä kimalaista. Etualalla olevalla on karvat vielä kosteat, kun taas takana olevalla on karva jo kuiva ja pörröinen.



Kuva 11. Emot on startattu ja laitettu omiin starttilaatikkoihinsa munimaan.

3.3 Ison pesälaatikon vaihe

Iso pesälaatikko tarjoaa kimalaisille enemmän tilaa kasvaa. Kaupallisissa kasvattamoissa iso pesälaatikko on monesti myös se laatikko, joka lähetetään tilaajalle (Kuva 12).



Kuva 12. Kaupallinen kimalaispesälaatikko.

Yhteiskunnan siirtäminen isompaan laatikkoon

[Katso video kimalaispesän siirtämisestä.](#)

[Katso video isoksi kasvaneesta kimalaispesästä.](#)

Mikroyksilöt

Alle senttimetrin pituisia kimalaisia sanotaan mikroyksilöiksi (Kuva 13). Pienin yksilö hankkeen kasvatuksissa on ollut 3–4 mm. Mikroyksilöiden kohdalla on suuri karkausriski, koska ne mahtuvat hyvin pienistä raoista ulos pesästä. Niiden ilmaantuminen pesään voi viitata ruoan määrän tai

laadun vähyyteen. Mikroyksilöt starttivaiheessa eivät ole ongelma, koska ne hoitavat pesää emon kanssa. Myöhemmin ne voivat olla ongelma, koska ne eivät useinkaan poistu pesästä etsimään siitepölyä ja pölyttämään, vaan jäävät hoitamaan pesää [11].



Kuva 13. Työläiset voivat olla hyvin eri kokoisia emoon verrattuna. Vasemmalla on kontukimalaiskuningatar ja oikealla saman lajin mikrotyöläinen.

Kuningatartuotanto

Kuningatartuotannon laukaisee muutama eri tekijää. Merkittävin näistä on pesän toukka-työläissuhde. Kun suhde on alle 3:1 (toukka:työläinen), pesä tuottaa työläisiä, mutta suhdeluvun ylittyessä joistain toukista tehdään kuningattaria [14]. Suhdeluku voi vaihdella hieman lajien välillä, ja esimerkiksi kartanokimalaisella (*B. hypnorum*) suhdeluku on 2.

Myös perustajaemon läsnäolo ehkäisee kuningatartuotantoa jonkin verran, joten emon poisto pesästä nopeuttaa uusien syntymistä. Näissä tekijöissä ilmenee kuitenkin variaatiota: kuningatartuotanto voi alkaa jopa silloin, kun perustajaemo on läsnä, eivätkä kaikki toukka-työläissuhteet johda välittömästi kuningatartuotantoon.

Kaupalliset kasvattajat tyypillisesti pyrkivät mahdollisimman suuren työläismäärän tuottamiseen, koska isompi työläismäärä takaa tehokkaamman pölytyksen. Liian varhain alkanut kuningatartuotanto (Kuva 14) puolestaan hidastaa tai estää työläistuotannon kokonaan.

Työläisten ja toukkien välistä suhdetta voi manipuloida käsin. Pesä ja kimalaiset kannattaa myös siirtää isompaan laatikkoon niin pian kuin mahdollista, jottei ahtaus johda enneaikaiseen kuningatarttuotantoon. Genetiikallakin on suuri vaikutus, ja yhteiskunnat alkavat väkisinkin tuottaa uusia kuningattaria yhteiskunnan ikääntyessä (Kuva 15).



Kuva 14. Joskus emotuotanto (valkea nuoli) alkaa tuntemattomasta syystä jo ensimmäisen jälkeläisjoukkion kehittymisen aikana. Emokennot ovat suuria ja munamaisen muotoisia, kun taas työläiskennosto on pienempää ja pyöreämpää.



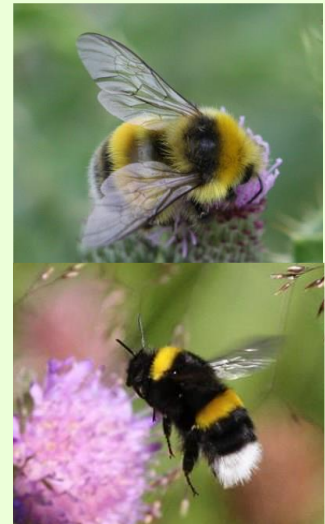
Kuva 15. Emotoukka voi olla kolme kertaa työläistoukkaa suurempi.

Hapluidien munien tuotanto

Pesään syntyy kuhnureita, kun emo munii haploideja munia. Kuhnurituotannon alkamisajankohta vaihtelee kuudesta päivästä 32 päivään ensimmäisten työläisten kuoriutumisen jälkeen [4, 14]. Kuhnuritoukkien lisääntyminen – tai manuaalinen lisääminen – nopeuttaa kilpailupistettä, jossa työläiset ryhtyvät kilpailemaan emon kanssa. Yleisen käsityksen mukaan diploidien munien tuottamiseen ei palata haploidien tuotannon alkamisen jälkeen, mutta todellisuudessa ainakin kuningatartuotantoa voi tapahtua samaan aikaan.

KOKEMUSNURKKAUS

Kuhnureiden tunnistamisessa käytetään tiettyjä tuntomerkkejä, kuten tuntosarvien pituutta (pidemmät kuin työläisillä), takapuolen muotoa (pyöreämpi kuin työläisillä) ja siitepölyvasuja (kuhnureilta ne puuttuvat). Koimme, että takamuksen muoto oli tunnistamisessa paras ominaisuus. Tunnistaminen tuntosarvien pituuden perusteella oli hieman epävarmempaa. Toinen tapa tunnistaa kuhnuri on tarttua siitä pinseteillä kiinni, painaa pöytää vasten ja painaa kynällä takamusta hellästi, jolloin kuhnurin sukupuolielinten sisäosat paljastuvat (näyttää valkealta mömmöltä). Kuhnurit voi tunnistaa myös takapuolen karvoituksesta: kuhnureiden karva on pörröistä ja ulospäin sojottavampaa, minkä vuoksi kuhnurin takapuoli näyttää sumuisemmalta kuin työläisillä, joilla karva on selkeämmin ruumiin segmentteihin jakautuvaa ja kuin ruumista vasten kammattua. Siitepölyvasujen puuttuminen oli haastavaa havaita ja sen toteaminen vei aikaa. Tunnettujen tuntomerkkien lisäksi havaitsimme, että kuhnureilla oli suuri tarve poistua pesistä. Pesäkarkurit olivat noin 95 % tapauksista kuhnureita.



Kuvat: Paukunen 2019. Kimalaisten elintavat ja lajien tunnistaminen.

Työläiskilpailu

Työläiskilpailu on vaihe, joka ajoittuu hyvin lähelle kuningatartuotannon alkua. Työläiset alkavat syödä kuningattaren munia ja pyrkivät munimaan omia hedelmöittymättömiä muniaan kilpaillen emon kanssa [4, 14]. Kilpailupiste saavutetaan noin kuukauden kuluttua ensimmäisten työläisten synnyttä, tyypillisesti vasta ensimmäisten kuningatartoukkien kehityttyä ja ensimmäisten haploidien munien tuotannon jälkeen. Suuri työläismäärä ja kuhnurien läsnäolo kuitenkin aikaistavat kilpailupisteen saavuttamista.

Kilpailupisteen ennenaikainen saavuttaminen on kasvatusten kannalta epäsuotuisaa etenkin myyntiin aiotuissa pesissä, koska työläishoito on puutteellista ja munien syömisen takia uusien jälkeläisten syntyminen kärsii. Pesien yksilöllistä kehitystä on hyvä seurata pesän käytettävyyden ennustamiseksi ja tarvittaessa vaikuttaa pesäkehitykseen esimerkiksi tarjoamalla lisätilaa ajoissa, etenkin jos on tarkoitus muodostaa keskiarvoista suurempia yhteiskuntia.

Pesän loppu

Aikanaan työläiskilpailu syrjäyttää kuningattaren oman tuotannon, ja pesä tuottaa enää kuhnureita, oli alkuperäisen emon oma kehitysvaihe mikä tahansa. Lopulta pesä kuolee hallitsevan kuningattaren kuolemaan ja työläisten ikääntymiseen. Luonnonpesissä pesät kuolevat lopulta syksyn edetessä ympäristötekijöihin.

4. Pesien manipulointi

Kimalaisten yhteiskuntia voi jakaa ja yhdistää mehiläisyhteiskuntien tapaan. Pientä pesää ei kannata jakaa, mutta suuresta voi ottaa esimerkiksi noin kymmenen sikiökennoa ja laittaa uuteen pesälaatikkoon muutaman työläisen kera. Pesään voi laittaa talveutuksesta herätetyn tai luonnosta pyydystetyn emon. Uudet pyydystetyt emot alkoivat hankkeen kasvatuksissa munimaan nopeammin jaokepesässä verrattuna pelkkään siitepölypalloon (noin yhden viikon sisällä). Kehitys oli muutenkin nopeampaa ja työläisten tuotanto ennen kuhnurien tuotantoa oli runsaampaa.

Kimalaispesien yhdistäminen on myös mahdollista. Aiemmin mantukimalaispesiä on yhdistetty huumaamalla kimalaiset etikkaetterillä, poistamalla toisen emoista ja yhdistämällä kaksi pesää yhteen pesälaatikkoon. Työläiset eivät tapelleet alun pientä yrittämistä lukuun ottamatta, ja elämä pesässä jatkui hyvin. Eetteri oletettavasti sekoitti pesien hajuja sopivasti eivätkä toisen pesän hajut ei enää häirinneet kimalaisia. Pesä kehittyi hyvin.

Yksittäisiä toukkakennoja voi myös ottaa startattaville emoille kiihdyttämään emon munintaa ja hoitoviettä. Havaitsimme hankkeen kasvatuksissa, että jotkut emot elivät jopa viikkoja munimatta, mutta kennon antamisen jälkeen ne aloittivat muninnan heti.

KOKEMUSNURKKAUS

Tilasimme kaksi saman kokoista kuukauden ikäistä ostopesää kasvatuksiin. Pesillä testattiin pesälaatikon tilan vaikutusta emotuotannon alkamiseen. Yksi pesä siirrettiin isoon pesälaatikkoon, toinen pienempään. Ensimmäinen ei ryhtynyt missään vaiheessa tuottamaan emoja, toinen siirtyi emotuotantoon hyvin pian. Pesän tila on siis yksi tekijä, joka vaikuttaa emotuotannon alkamiseen.

Normaalista poiketen havaitsimme, kuinka yhdessä pesässä emo tuotti heti alussa uuden kuningattaren, mutta jatkoi työläistuotantoa normaalisti sen jälkeen. Havaitsimme myös joissain pesissä, kuinka kuningatartuotanto alkoi uudestaan kuhnurituotannon alkamisen jälkeen.

5. Kimalaisten ruokinta

5.1 Sokerivesi

Resepti

Käytimme kasvatuksissa sokerivettä, jonka sokerikonsentraatio oli 50 prosenttia. 60-prosenttinen sokerivesi on myös käyttökelpoista. Sen etuna on pidempi säilyvyys ja suurempi energiakonsentraatio, mutta se voi kiteytyä nopeammin juomakelvottomaksi. Kimalaiset syövät sokerivettä suoraan syöttösystemistä, mutta ne myös varastoivat sitä mesikuppeihin, joita ne rakentavat säilömistä varten. Luonnossa kupit täytetään kukkien medellä.

Käymisen hidastamiseksi lisäsimme sokeriveteen säilöntäainetta, natriumbentsoaattia (ohjeen mukaan) [15–17]. Säilöntäaine on tärkeää etenkin käytettäessä suurempaa sokerivesisäiliötä, jolloin sokerivesi seisoo kasvatustilojen lämmössä pidempään.

Sokeriveteen voi myös sekoittaa pienen määrän sinistä elintarvikeväriä, joka helpottaa ruoan määrän tarkkailua niin normaalivalossa kuin punaisessa valossa (Kuva 16). Värin kanssa nopea vilkaisu riittää kertomaan, paljonko sokerivettä on kussakin pesässä jäljellä, ja siten aikaa säästyy huomattavasti. Ilman väriä tyhjä ja täysi sokerivesisäiliö näyttävät myös hämäävän samanlaisilta.

50-prosenttinen sokerivesi (1:2 w/v*)

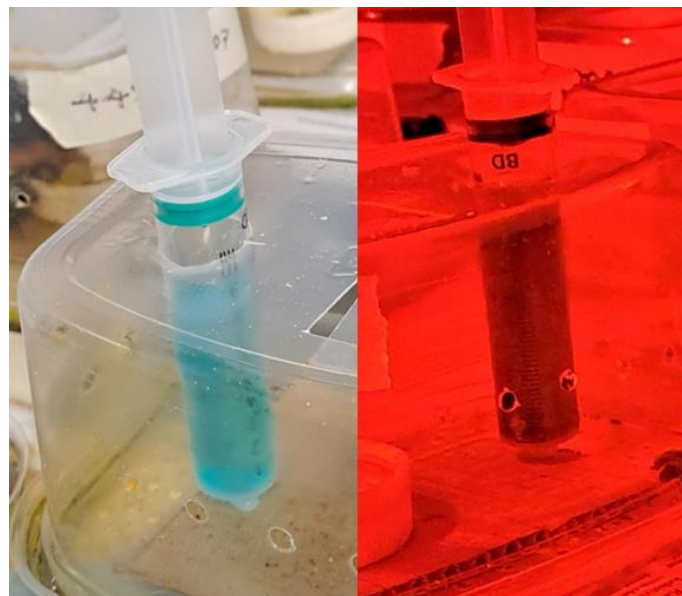
1 osa kidesokeria (esim. 400 g)

2 osaa vettä (esim. 800 ml)

1/2 - 1 säilöntätablettia (natriumbentsoaatti) litraan valmista sokerivettä

Kuumenna vesi ja liuota sokeri sekä natriumbentsoaatti veteen. Valmista seosta syntyy noin 1,2 litraa 400 grammasta sokeria ja 800 millilitrasta vettä. Tarjoile kimalaisille jäähtyneenä. Säilytä yli jäävä neste jääkaapissa. Älä tarjoile kimalaisille käynyttä sokerivettä.

*w/v = weight/volume = massa/tilavuus



Kuva 16. Sokeriveteen on lisätty sinistä elintarvikeväriä, jotta sokeriveden määrän näkisi punaisessa valossa paremmin.

Kulutus

Sokeriveden kulutukseen vaikuttaa moni eri tekijä, kuten kimalaislaji ja yksilöiden väliset erot aktiivisuudessa. Siksi seuraavat luvut kulutuksen suuruudesta ovat suuntaa antavia:

| | Kulutus ml / vrk |
|------------------------------------|------------------|
| Starttipesä (vain emo) | 1 |
| Minipesä (1–9 yksilöä) | 5 |
| Pieni pesä (10–29 yksilöä) | 125 |
| Keskikokoinen pesä (20–50 yksilöä) | 250 |

Näillä arvoilla voi laskea karkeasti sokerin tarpeen määrän riippuen emojen määrästä, eri kasvuvaiheiden kestoista ja pesien määrästä eri kasvuvaiheissa. Tässä on yksi esimerkkitapaus, jossa lähtötilanne on 100 emoa:

- 100 emoa starttilaatikoissa, emovaihe 10 päivää = 1,0 l
- Emoista 25 kuolee → 75 kpl minipesiksi, vaiheen kesto 28 päivää = 10,5 l
- Kehitys lakkaa 20 minipesässä → 55 kpl kasvaa pieneksi pesäksi, vaiheen kesto 21 päivää = 144 l
- 35 myydään pienenä pesänä → 20 jatkaa kasvuaan keskikokoiseksi pesäksi, vaiheen kesto 7 päivää, jonka jälkeen myyntiin = 35 l

Yhteensä sokerivettä kuluu kasvatuksissa noin 191 l ja siten sokeria noin 64 kg.

- Lisäksi jokaiseen myyntipesään (55 kpl yhteensä) laitetaan 1,5 l sokerivettä matkaruoaksi = 83 l eli noin 28 kg sokeria.

Yhteensä sokeria tarvitaan 92 kg.

Vaihtoehtoja

Aikuiset kimalaiset tarvitsevat hiilihydraattipitoista ruokaa ravinnokseen, ja sitä varten luonnossa elävät kimalaiset keräävät mettä monipuolisesti erilaisista kasveista. Kasvien tuottama mesi sisältää erilaisia sokereita, kuten glukoosia, sukroosia ja fruktoosia, ja meden koostumus riippuu kasvilajista. Meden sokeripitoisuus voi vaihdella jopa 10 ja 70 prosentin välillä [18]. Kaupallista kimalaiskasvatusta pohtiessa on syytä punnita, olisiko kimalaisille syytä syöttää erilaisista sokereista koostuvaa nestesokeria. Niille voisi syöttää esimerkiksi erilaisista sokereista koostuvaa inverttisokerisiirappia, jonka voi laimentaa haluamaansa pitoisuuteen [19].

KOKEMUSNURKKAUS

Sokerivettä on oltava aina tarjolla! Joskus seuraavana päivänä kasvatustiloihin mennessä saattoi kuollut emo pesän pohjalla yllättää, ja monesti syynä oli kesken loppunut sokerivesi. Ilman sokerivettä emo voi kuolla jopa alle vuorokaudessa. Joskus kimalaiset saattavat tukkia syöttöreiän itse siitepölyllä tai vahalla ja estää oman ruokansa saannin. Emme tiedä, tukkivatko kimalaiset reiän tarkoituksella vai voiko se tukkiutua vahingossa, kun kimalaiset käyvät juomassa ”suupielet” siitepölytaikinassa. Kasvatuksissa havaittiin, että reikä tukittiin helpommin, jos sen ympärillä oli rosoisuutta. Kannattaa aina tarkistaa, onko reikä auki ja puhdas tai käyttää ruokintasysteemiä, jossa ei ole tukkeutumisvaaraa.



5.2 Siitepöly

Resepti ja starttaaminen

Siitepölytaikinaa tehtäessä lopullista siitepölymäärää suhteessa sokeriveteen pitää hieman hakea, koska siitepölyn kuivuu voi vaikuttaa nesteen tarpeen määrään. Sopivan kostea taikina on kuin lämmintä muovailuvahaa.

Starttaamisessa käytetään siitepölytaikinapalloa, johon emo tyypillisesti munii ensimmäiset munansa ja peittää ne vahalla. Toukkien kehittyessä se syöttää siitepölytaikinaa toukilleen. Joskus emo syö omat munansa, munii uudestaan ja syö ne taas, jatkaen kummallista käyttäytymistään.

Joskus emo murskaa pallon, jolloin se ei myöskään sovellu enää munimispohjaksi. Tällöin murskattu pallo kannattaa ottaa pois uutta laitettaessa tilalle, koska vanha taikina eltaantuu ajan saatossa jäädessään pesään. Taikina voi myös kuivua tai eltaantua ajan kanssa, jolloin se ei enää ole sopiva munimispohja. (Kuva 17). Siksi pallo kannattaa vaihtaa 2–3 päivän välein, jos siihen ei ole munittu. Taikinan tummuminen on merkki kuivumisesta. Pitkät pinsetit ovat näppärä työväline tähän.

Siitepölytaikina

1 osa 50-prosenttista sokerivettä

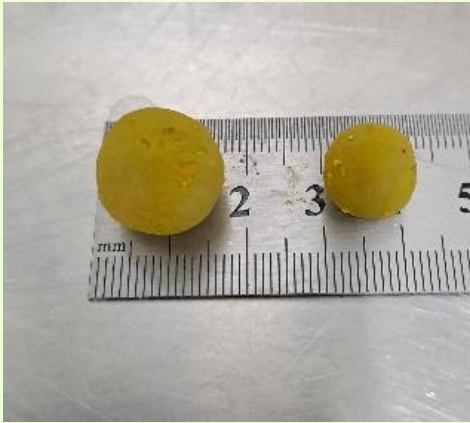
2 osaa hienoksi jauhettua siitepölyä

Jauha siitepöly pölymäiseksi ja lisää se sokeriveteen. Sekoita tasaiseksi. Lisää siitepölyä, kunnes taikinaa voi pyöritellä sormissa palloksi eikä taikinaa jää sormiin kuin aavistuksen verran.



Kuva 17. Hankkeessa testattiin kuivumisen vaikutusta siitepölyn ulkonäköön. Siitepölypalloja tehtiin yksi päivässä 24 päivän ajan ja jätettiin huoneenlämpöön. Siitepöly kuivuu ajan saatossa ja muuttuu heleän keltaisesta (alhaalla vasemmalla) tummanruskeaksi (ylhällä oikealla).

KOKEMUSNURKKAUS



Kasvatuksissa huomasimme emojen pysyvän tyytyväisinä siitepölytaikinapalloihin, jotka painoivat noin 4 g ja olivat halkaisijaltaan noin 20 mm. Aluksi käyttämämme pienemmät pallot kuivuivat nopeammin eivätkä emot suostuneet munimaan niihin niin helposti. Kun myöhemmin jouduimme hillitsemään joidenkin 10–25 yksilön pesien kasvua odotellessamme isompien pesälaatikoiden valmistumista, syötimme pesiä pienemmällä siitepölypallolla joka toinen päivä.

Ruokinnan lisääminen

Siitepölyä ei juuri kulu alussa. Kun emo on muninut ensimmäiset munansa ja toukat alkavat kehittyä, annetaan taikinaa $1/3$ – $1/5$ toukkakenttien tilavuudesta (koska on erilaisia muuttujia, jotka vaikuttavat ruoan kulutukseen). Siitepölyruokaa voi antaa joka toinen päivä. Jos siitepöly loppuu kesken pariksi päiväksi, pesä ei vielä tuhoudu, mutta toukkien kehitys kuitenkin hidastuu ja häiriintyy.

Kun pesässä on 10–15 työläistä ja pesä siirretään isompaan pesälaatikkoon, ruoankulutus kasvaa jopa 20–40-kertaiseksi. Kimalaisia voi myös syöttää siitepölyrakeilla taikinan sijasta. Taikinapallon kanssa ruoan määrää on helppo kontrolloida ja palloa on helppo käsitellä, mutta rakeita on helppo antaa ja siten siitepölyn määrää on helppo säädellä kulutuksen mukaan. Jauhettu siitepöly sellaisenaan ei ole hyvä, koska se eltaantuu nopeammin ja varisee pesän verkkopohjasta pois hyvin helposti. Työläiset heittävät osan rakeista pois, eli hävikkiin kannattaa varautua. Ruokaa on hyvä antaa runsaasti, mutta maltilla, jottei hävikkiä syntyisi paljoa eikä siitepölyä kerääntyisi pesään pilaantumaan runsain joukoin.

Jos haluaa lihottaa pesiä nopeasti, ruokintaa olisi hyvä tehdä päivittäin. Kun pesä rupeaa kasvamaan noin 10 yksilöön ja siitä ylöspäin, kulutus kiihtyy huomattavasti. ”Sweet spot” löytyy kokemuksen kautta. Siitepölyn ylirookinnan kuitenkin kerrotaan laukaisevan kimalaisilla ennenaikaisen kuhnuri- ja emotuotannon. Etenkin mantukimalaiset (*Bombus lucorum*) olisivat herkkiä ruoan laadulle ja määrälle. Muninnan jälkeen mantukimalaisille olisi hyvä antaa siitepöly rakeina taikinan sijaan. Opimme kuitenkin juuri, että pesänkehityksessä työläisten ja sikiöinnin

välinen suhde olisikin ratkaisevassa asemassa emo- ja kuhnurituotannon laukaisemisessa. Tätä asiaa on tutkittava lisää.

Laatu ja hygienia

Tutkimusten perusteella tuore siitepöly on elintärkeää ravintoa kimalaisille ja pesän kehitykselle [20, 21]. Perga ja siitepölyn korvikkeena käytetty hiiva eivät takaa niin hyvää pesän kehitystä kuin siitepöly. Myös tuoreena pakastettu siitepöly käy. Siitepölyn on hyvä olla myös mahdollisimman monipuolista eli monista eri kasveista kerättyä. Kuivattukin siitepöly käy ainakin vähemmän ravinnon suhteen herkälle kontukimalaiselle, mutta sillä ei saavuteta yhtä hyviä tuloksia kuin tuoreella siitepölyllä. Kannattaa selvittää lähiseudullasi toimivat mehiläistarhaajat ja kysyä, kerääkö kukaan heistä siitepölyä mehiläispesistään.

Siitepölyn hygieniassa on oltava tarkkana, koska siitepöly toimii pölyttäjien ohella toisena tehokkaana vektorina taudeille [22]. Siitepölyn voi esimerkiksi sädetä tuhotakseen siinä olevia patogeenejä. Kimalaisille ei saa missään nimessä syöttää siitepölyä, joka on kerätty sairaasta mehiläispesästä.

Kulutus

120 pesän ruokintaan kului noin 4 kg siitepölyä. Ruokinnassa oltiin kuitenkin liiankin varovaisia ennenäikaista emotuotantoa välttääksenne, joten optimaalisempi siitepölyn kulutus on suurempaa.

Ruoan kulutukseen vaikuttavat erilaiset seikat, kuten lajikohtaiset erot. Esimerkiksi kangas-, mantu- ja kivikkokimalaisen siitepölyn tarve on pienempi kuin kontukimalaisen. Myös saman lajin sisällä voi olla vaihtelua pesien ruoankulutuksessa, koska esimerkiksi kimalaisten aktiivisuus ja korkeampi lämpötila kasvattavat ruoan kulutusta. Vastaavasti sairaudet ja viileä lämpötila laskevat kulutusta. Kannattaa aloittaa kasvatusten harjoittelu ensin yhdellä lajilla ja taitojen kehittyessä ottaa kokeiluun toinen laji.

Vaihtoehtoja

Jos tuoretta siitepölyä ei ole tarpeeksi käytettävissä, voidaan käyttää mehiläisille kehitettyjä siitepölyä korvaavia ruokia, joista jotkut ovat oikein kelvollisia myös kimalaisten ruokintaan [21]. Toinen vaihtoehto on siirtää pesä ulos pian emon munittua, jolloin emo voi kerätä tuoretta siitepölyä luonnosta. Tämän voi tehdä, jos lämpötilat eivät varmasti laske nolnaan tai miinukselle öisinkään. Jos siitepölyä on tarjolla, pesä kannattaa siirtää vasta ensimmäisten työläisten synnyttyä.

6. Parittaminen, talveuttaminen ja herättäminen

6.1 Parittaminen

Parittamisen ajankohta

Kun pesiin syntyy uusia emoja ja kuhnureita, ne poimitaan paritettavaksi. Emojen ja kuhnurien on kehityttävä sukukypsiksi ennen parittamista. Ainakin kontukimalaisemoilla mahdollinen aika pariutumiselle on 2–11 (keskimäärin kuuden) päivän ikäisinä ja koirilla 6–27 (keskimäärin 12) päivän ikäisinä [23, 24]. Yli viikon vanhoilla emoilla pariutumisen onnistuminen alkaa laskea huomattavasti.

Uudet emot ja kuhnurit kannattaa poimia pesistä erilleen, jos haluaa välttää niiden sekoittamisen vanhempiin yksilöihin. Vastasyntyneet eroavat vanhemmista yksilöistä ulkonäöltään ja käyttäytymiseltään. Niille on tarjottava sokerivettä ja siitepölyä. Paritteluvalmiit yksilöt viedään paritustiloihin.

Paritustila ja olosuhteet

Paritus on helppo tehdä paritushäkissä. Häkin voi rakentaa itse puusta ja metalliverkosta, jolloin siitä voi tehdä tarpeisiinsa sopivan kokoisen (kuva 18). Häkin voi myös ostaa [25, 26]. Kangasverkkoiisiin häkkeihin yksilöitä ei voi jättää liian pitkiksi ajoiksi (päiviksi), sillä kimalaiset voivat puretua verkon läpi. Pitkäkestoisuutensa ja helpomman siivottavuuden takia metalliverkko on suositeltavampaa.

Vaihtoehtoisesti isommassa tuotannossa voidaan käyttää erillistä paritteluhuonetta, jolloin kasvattaja myös säästyy yksilöiden valikoimiselta ja paritteluun poimimiselta [27]. Paritushuoneen etuna on, ettei tarvitse murehtia yksilöiden iäkiä. Uusia kuhnureita ja kuningattaria tuottavat pesät voi viedä huoneeseen, avata lentoaukot ja antaa kimalaisten paritella vapaasti silloin, kun tulevat sopivaan ikään. Huoneen lattialle voi laittaa esimerkiksi ruokinnan ja multa- tai turvekasan, jonne paritelleet emot hakeutuvat suojaan. Kasasta ne on helppo kerätä talteen.

Kimalaisille on oltava tarjolla ruokaa, ja pariutumistilassa on oltava joko luonnonvalo tai keinovalot. Kirkas keinovalaistus riitti hankkeen kasvatuksissa. Luonnossakin kimalaisten pariutuminen tapahtuu ulkona päiväsaikaan. Pariutuminen voi tapahtua huoneenlämmössä.



Kuva 18. Erilaisia kimalaisten paritusratkaisuja. Häkin voi rakentaa itse esimerkiksi puusta ja metalliverkosta, kuten norjalainen kimalaiskasvatusyritys on tehnyt (vasemmalla), tai pariutumiselle voi rakentaa kokonaisen huoneen (ylhällä oikealla; <http://www.polskitrzmie.com.pl/>). Häkkejä voi myös ostaa (alhaalla oikealla; <https://www.amazon.com/>).

KOKEMUSNURKKAUS

Paritelleet emot eivät juurikaan lennä, ja siksi ne on helppo poimia pois paritushäkistä. Norjan kasvattamossa parittelemassa olevat parit poimittiin pinseteillä kannelliseen purkkiin (pinseteillä poimimisessa on iso riski häiritä parittelua, joten varovaisuutta!) Aina, kun kannen nosti pois, paritelleet koiraat lensivät pois etsimään uutta emoa, ja paritelleet emot jäivät purkin pohjalle.



Puolassa eräässä kasvattamossa on erillinen paritteluhuone, jossa kimalaiset voivat lentää ja pariutua vapaasti. Paritelleet emot hakeutuvat lattialla olevaan multakasaan, josta ne

on helppo poimia talteen. Kuhnurit voi jättää paritushäkkiin tai tilaan odottamaan seuraavaa päivää ja uusia paritettavia emoja, kunhan niille on ruokaa tarjolla.

Parittelu

Kasvattiemoillamme kesti muutaman minuutin oppia lentämään paritushäkissä. Kimalaiset voivat lentää tovin etsiessään itsellensä kumppania. Samalla kuhnurit kosiskelevat kuningattaria [28]. Kimalaisille voi tarjota vapaan pariutumisen, toki valikoiden yksilöt niin, ettei sukulaisia laiteta pariutumaan keskenään. Parittelu kestää kontukimalaisella ja kartanokimalaisella noin 20–40 minuuttia [29, 30], mutta jotkut emoistamme parittelivat jopa vain muutaman minuutin (enemmän sperman siirtäminen emoon tapahtuu tyypillisesti kahden ensimmäisen minuutin aikana [29]). Parittelu kestää kauemmin, jos koiras on paritellut jo.

Kimalaiset kannattaa jättää paritteluhäkkiin ainakin muutamaksi tunniksi (jätimme 2024 paritettavat yksilöt paritushäkkiin 4–5 päiväksi, mikä helpotti paritustyötä), koska joskus pariutuminen epäonnistuu tai keskeytyy, jolloin yksilöillä on hyvä olla aikaa yrittää uudestaan (Kuva 19). Emo saattaa hylätä ensimmäisen kosiskeluyrityksen, mutta hyväksyä sen myöhemmin. Eurooppalaisten lajien naaraat parittelevat tyypillisesti vain kerran, mutta poikkeuksiakin on, kuten kartanokimalainen [5, 31]. Kuhnurit voivat paritella useamman emon kanssa. Kuhnurien erilaiset ominaisuudet sekä aikaisemmat pariutumiset voivat vaikuttaa emon talvehtimiseen ja jälkeläistuotantoon [32, 33], joten kuhnurien valikoiminen paritukseen on suotavaa. Jos sukulinjoja halutaan seurata tarkemmin, on kuningattaret ja kuhnurit hyvä merkitä ennen paritteluhäkkiin asettamista joko merkkilapuilla tai maalitusseilla, jos käytössä on yksilöitä useammasta pesästä (katso Emojen merkitseminen s. 11).



Kuva 19. Parittelevia kimalaisia.

KOKEMUSNURKKAUS

Noin kolmasosa hankkeen paritetuista emoista saatiin talvehtimaan. Luku ei ole suuri. Joskus parittelu voi epäonnistua erilaisista syistä. Merkkejä epäonnistuneesta parittelusta ovat:

- 1) Parittelua ei tapahdu. Paritushäkissä voi olla eri lajien yksilöitä (suosittelemme käyttämään kimalaisiasiantuntijaa tai DNA-viivakoodausta lajien määrittämiseksi), yksilöt ovat liian vanhoja tai liian nuoria, tai yksilöissä voi olla muuta ongelmaa. Tarkkuutta lajinmääritykseen ja yksilöiden ikään!
- 2) Emo kuolee seuraavan kahden päivän sisällä parittelun jälkeen. Näin voi käydä, jos emo on liian pieni verrattuna koiraseen, jolloin koiras voi jäädä jumiin ja itseään irti riuhtoessaan repiä emoa rikki.
- 3) Levoton parittelu, jossa koiras pyristelee tai rummuttaa emoa. Rummuttelulle emme tiedä syytä, mutta yhdistämme rauhallisen ja paikoillaan olevan parittelun hyvin sujuvaan pariutumiseen ([Katso video rummutteluparittelusta](#)).

6.2 Talveuttaminen

Talvehtiminen on välttämätön vaihe emon elämässä onnistuneen muninnan kannalta (joskin on havaintoja ja tutkimuksia siitäkin, kuinka kimalaiset voivat parittelun jälkeen ryhtyä munimaan ilman talvehtimistä [34]). Erilaiset tekijät ennen talvehtimistä, kuten talvehtimistä edeltävä massa ja ikä [35], voivat vaikuttaa talvehtimisen onnistumiseen ja kimalaisten selviytymistodennäköisyyteen.

Emojen valmistaminen talveutukseen

Paritelleet emot lihotetaan eli niille annetaan runsaasti ruokaa tulevina päivinä, koska ne valmistavat ruumistaan talvehtimaan. Alle 0,6 grammaa painavat emot eivät selviydy talvehtimisestä [36]. Selvitimme kaksi vaihtoehtoa, joilla kontukimalaisia suositellaan valmisteltavan talveutukseen. Yhdessä vaihtoehdossa neljä päivää lihotusta on riittävä, ja emot voi siirtää suoraan talvehtimislämpötilaan [5]. Toisessa tavassa suositellaan 2–4 viikon lihotusta, jonka aikana lämpötilaa lasketaan tasaisesti talveutuslämpötilaan [4].

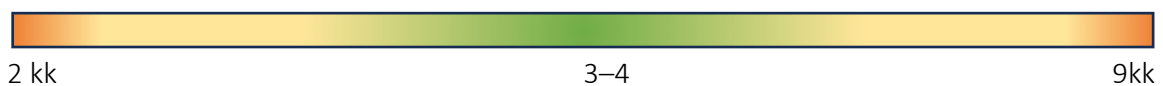
Lihotuksen aikana tai sen jälkeen emot laitetaan joko omiin säiliöihinsä tai useampi emo samaan säiliöön (tässä vaiheessa ne eivät enää tappele keskenään). Säiliönä voi toimia esimerkiksi rei'itetty muovipurkki tai tulitikkuaski [4, 37], jossa ilma pääsee kiertämään. Käytimme kostutettua hammppukuiviketta, mutta myöhemmin opimme, etteivät emot tarvitse mitään erityistä materiaalia säiliöidensä sisään. Mitä vähemmän emon ympärillä on kostuvaa materiaalia, sen parempi.

Talveutusolosuhteet ja aika

Talvehtimistilan on oltava pimeä. Optimaalinen lämpötila on välillä 2–5 astetta [5, 38] 2,5 asteen johtaessa suurimpaan selviytymisprosenttiin ainakin *Bombus ignitukse*lla [31]. Ilmankosteuden on

oltava välillä 70–80 % [4, 5, 39, 40]. Talvehtimisessa riskinä on yhtäältä emon kuivuminen ja toisaalta homehtuminen. Optimikosteus voi olla vaikea saavuttaa, mutta talveuttaminen voi onnistua myös hieman alhaisemmassa ilmastokosteudessa. Lämpötila sen sijaan ei saisi poiketa annetusta suosituksesta, koska joko emot eivät vaivu hibernaatioon tai ne jäätyvät.

Optimaalinen aika emojen talvehtimiselle on 3–4 kuukautta [4, 5]. Emoien todennäköisyys selvitä elossa lyhenee mitä pidemmäksi talvehtimisaika kasvaa [41, 42]. Talvehtiminen voi kuitenkin kestää alle 2–8 kuukautta (Kuva 20) [4, 5, 28, 36, 41–43], mikä on eduksi, kun rytmittää kimalaissukupolvien kasvatusta ympärivuotisessa kimalaiskasvatuksessa (katso Kasvatusten syklisyys ja ajanhallinta, s. 38).



Kuva 20. Paritettujen emojen optimaalinen talvehtimispituus on 3–4 kuukautta. Kaksi kuukautta voi olla riittävä. Emot voivat talvehtia jopa 9 kuukautta. Emoien selviytymisen todennäköisyys kuitenkin heikkenee talvehtimisen keston pidentyessä.

KOKEMUSNURKKAUS

Talveutimme emot ensin neljän päivän lihotuksella. Selviytymisprosentti oli vain 25 %. Huonoon menestykseen vaikuttivat myös ongelmat talveutustilojen olosuhteiden ylläpidossa. Aluksi käytimme olosuhdekaappeja säädettävällä lämpötilalla ja kosteudella, mutta laitteet eivät kyenneet ylläpitämään vaadittuja olosuhteita, ja kosteus vaihteli paljon laskien ajoittain 40 prosenttiin. Samoin kävi kylmähuoneelle. Lopulta käytimme tavallista jääkaappia, jonka lämpötilan sai säädettyä halutulle tasolle. Laakea vesiastia jääkaapin pohjalla kostutti tilaa, joskaan 70–80 prosentin kosteutta sillä ei saavutettu. Näin saimme vakaat olosuhteet lopputalvehtimisen ajaksi. Vaikuttaa siltä, että korkeamman kosteuden ylläpito vaatisi enemmän aktiivista kostutustyötä, esimerkiksi veden suihkuttamista tilaan säännöllisesti. Kostutuksen kanssa on kuitenkin oltava tarkkana: Kolmannessa talveutustilassa kostutimme tilaa todennäköisesti liikaa, koska useampi emo paljastui homeiseksi.



Saimme eräältä kimalaiskasvattajalta vinkiksi toisenlaisen tavan talveuttaa kimalaiset. Talveutuksessa kuningattaret laitetaan omiin filmipurkkeihinsa tai vastaaviin, joissa on hiukan kostutettua kookosrouhetta. Purkkien kansissa on useita reikiä ilmanvaihtoa varten. Purkit laitetaan pystyasennossa samaan muovilaatikkoon, joka laitetaan kellumaan vedellä täytettyyn suurempaan muovilaatikkoon. Jääkaapin lämpötila on aluksi noin kuusi astetta ja sitten kuukauden kuluttua 0–4 astetta talveuttamisen loppuun asti. Tätä menetelmää emme ehtineet kokeilla.

6.3 Herättäminen

Emot voi ottaa suoraan talveutuksesta huoneenlämpöön, jolloin ne heräävät noin kymmenen minuutin sisällä (kannattaa kuitenkin tarkistaa liikkumattomat emot esimerkiksi puolen tunnin päästä myöhään heränneiden varalta). Tutkimuksissa on myös osoitettu hiilidioksidin olevan eduksi emojen talvehtimisen lyhentämisessä ja muninnan aktivoimisessa [44], mutta sitä emme hankkeessa käyttäneet.

Heränneet emot kannattaa merkitä heti, kun ne ovat kohmeessa ja hitaita liikkeissään (katso Emojen merkitseminen, s. 11). Kun emot myöhemmin munivat ja uusia syntyy, ei niitä sekoiteta toisiinsa merkkien ansiosta. Tämä on erityisen tärkeää aluksi, kun keskitytään kannan jalostamiseen.

Emot on laitettava heti ruokinnalle eli niille on tarjottava sokerivettä ja siitepölyä. Tämän voi tehdä kahdella tapaa [4, 5, 9, 10]:

- 1) Jos emoille on tarjota nuoria, jopa vastasyntyneitä, seuralaismehiläisiä tai -kimalaisia, emot voi laittaa seuralaisten kanssa omiin starttilaatikkoihinsa. Seuralainen stimuloi emon munintakäyttäytymistä ja auttaa myöhemmin jälkeläisten hoidossa. Kivikkokimalainen (*Bombus lapidarius*) vaikuttaa olevan herkkä startattava ja hyötyy suuresti, jos se saa seuralaisen lisäksi toukan sisältävän kennon heti hoidettavakseen.
- 2) Jos emoille ei ole seuralaisia, ne voi laittaa pariiksi päiväksi samaan laatikkoon. Emoien feromonit voivat kiihdyttää munasarjojen kehittymistä ja munimisen alkamista. Emoja ei kuitenkaan kannata pitää yhdessä montaa päivää, etteivät ne munasarjojen kypsyttyä ryhdy tappelemaan keskenään.

Riittävä ruoka ja lämpötila (noin 27–30 astetta) takaavat nopean munasarjojen kehittymisen ja siten pesänrakennuksen aloittamisen.

KOKEMUSNURKKAUS

Vuonna 2023 siirsimme 68 paritettua emoa neljän päivän lihotuksen jälkeen suoraan talveutusolosuhteisiin. Emot laitettiin rei'itettyihin muovipurkkeihin ja hampukuivikkeeseen noin neljän asteen lämpötilaan (huom. alun ongelmat talveutuslaitteiston kanssa). Herätimme emot eli otimme ne suoraan kylmästä huoneenlämpöön 4–5 kuukauden talvehtimisen jälkeen. Vain 17 % selvisi elossa ja valitettavan moni oli kuollut ja homehtunut. Yhdessä purkissa oli epämääräisen näköistä tummanruskeaa ainetta, mutta iloksemme yksi sellaisen purkin asukkaista oli elossa ja tokeni hyvin. Merkatut emot laitettiin samaan läpinäkyvään rei'itettyyn muovirasiaan ja niille tarjottiin ruokaa. Varmistimme vielä ne emot kuolleiksi, jotka eivät olleet vironneet heti alussa. Kuolleet pakastettiin ja elossa selvinneet vietiin kasvatushuoneisiin aluksi 26 asteen lämpötilaan ja 60 %:n ilmankosteuteen. Parin päivän yhdessäolon jälkeen ne laitettiin omiin starttilaatikoihinsa ja parin viikon jälkeen lämpötila nostettiin 29 asteeseen.



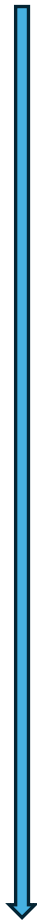
Vuonna 2024 talveutimme 24 emoa. Emoja lihotettiin kylmähuoneessa kaksi viikkoa, jonka aikana lämpötilaa laskettiin kolmen päivän välein kohti talvehtimislämpötilaa eli neljää astetta. Ilmankosteus oli noin 70 %. Kahden viikon kuluttua emot laitettiin tulitikkurasioihin, joiden tilavuudesta noin 70 % oli flokkia, ja rasiat laitettiin talvehtimisjäkäappiin. Emot herätettiin lokakuussa kahden kuukauden talvehtimisen jälkeen. Niistä ei selvinnyt yksikään. Tällä kertaa yllätti kuivuus, joka ilmeisesti tappoi emot.

7. Kasvatusten syklisyys ja ajanhallinta

7.1 Syklisyys

Kasvatustoiminta alkaa keväällä, jolloin on paras aika pyydystää kimalaisemoja kasvatukseen (katso Emoien pyydystäminen, s. 11). Pyydystäminen on välttämätöntä etenkin kasvatustoiminnan alussa, kun emoja ei saa vielä muualta. Kaikki löydettävät yksilöt ovat myös varmuudella kuningattaria. Kasvatustoiminnassa on kuitenkin hyvä pyrkiä tuottamaan mahdollisimman suuri osaa seuraavan sukupolven kimalaisista omilla kasvatuksilla, koska uusien pyydystäminen voi heikentää luonnonpopulaatioita, ja toisen sukupolven kasvatetut yksilöt ovat perimältään soveltuvampia kasvatusolosuhteisiin. Lisäksi uusien emojen integroiminen kasvattikimalaisiin on kallista: emot on pidettävä erillisessä kasvatuslinjassa muutaman sukupolven ajan, jotta vältetään niiden mukana kulkeutuvien tautien leviäminen koko kasvatukseen. Tämä vaatii omia tiloja ja kasvatusvälineitä uusille emoille. Norjalainen kimalaisyrittäjä Bombus AS hakee uusia kimalaisia emoja luonnosta noin neljän vuoden välein ylläpitääkseen kasvatustensa geneettistä monipuolisuutta [5].

Kun kasvatukset aloitetaan keväällä huhti-toukokuussa eli pyydystetyt emot ”startataan”, pesät aloittavat uusien emojen ja kuhnurien eli koiraiden tuotannon. Yhteiskunnat ovat pölytykseen sopivan kokoisia tyypillisesti noin 2–3 kuukauden kuluttua tästä (eri tekijöiden, kuten siitepölyn määrän ja saatavuuden sekä kasvatustilan lämpötilan vaikuttaen pesän kehitysnopeuteen). Uusien emojen parittaminen tapahtuu siis kesä-elokuun aikana (joskin joskus pesät tuottavat emoja ja kuhnureita ennenaikaisesti ja joskus tuotantoa tapahtuu pitkällekin syksyyn). Parituksen jälkeen emot talveutetaan. Talveutus voi kestää 2–9 kuukautta, mutta optimaalinen aika on 3–4 kuukautta (katso Talveuttaminen, s. 34). Tällöin emot herätetään syys-joulukuussa, ja pian herättämisen jälkeen ne startataan. Ja näin alkaa toinen sykli, jossa uudet emot ja kuhnurit ovat valmiita paritukseen ja pesät pölytystyöhön talvella (Kuva 21).



| | 1. linja | 2. linja | 3. linja |
|--------|---------------------------------------|--|--|
| Huhti | Emojen pyydystäminen ja starttaaminen | | |
| Touko | | | |
| Kesä | Siirto isoon pesälaatikkoon | | |
| Heinä | | | |
| Elo | Paritukset ja talveutus | | |
| Syys | | | |
| Loka | | | |
| Marras | Emojen herättäminen ja starttaaminen | | |
| Joulu | | | |
| Tammi | Siirto isoon pesälaatikkoon | | |
| Helmi | | | |
| Maalis | Paritukset ja talveutus | | |
| Huhti | | Täydennyspyydystykset ja starttaaminen | |
| Touko | | | |
| Kesä | Emojen herättäminen ja starttaaminen | Siirto isoon pesälaatikkoon | |
| Heinä | | | |
| Elo | Siirto isoon pesälaatikkoon | Paritukset ja talveutus | |
| Syys | | | |
| Loka | Paritukset ja talveutus | | |
| Marras | | Emojen herättäminen ja starttaaminen | |
| Joulu | | | |
| Tammi | Emojen herättäminen ja starttaaminen | Siirto isoon pesälaatikkoon | |
| Helmi | | | |
| Maalis | Siirto isoon pesälaatikkoon | Paritukset ja talveutus | |
| Huhti | | | Täydennyspyydystykset ja starttaaminen |
| Touko | Paritukset ja talveutus | | |
| Kesä | | Emojen herättäminen ja starttaaminen | Siirto isoon pesälaatikkoon |

Kuva 21. Kasvatuksissa on parhaimmillaan monta kasvatussykliä käynnissä samaan aikaan ja pesiä eri kehitysvaiheissa.

7.2 Ajanhallinta

Kasvatusten syklisyyteen voi ja kannattaa vaikuttaa. Koska emoja voi talveuttaa hyvin eri mittaisina aikoina, paritusten ja pölytysvalmiiden pesien ajoitusta voidaan hallita ja ajoittaa. Lisäksi voi valita, parittaako heti ensimmäisiä pesiin syntyviä emoja vai myöhemmin syntyviä, jolloin voi vaikuttaa talveutuksen alkamisajankohtaan. On hyödyllistä ylläpitää eri aikaan kulkevia kasvatussyklejä, koska pölytystarvetta voi esiintyä ympäri vuoden – jopa talvella, jolloin Suomessakin kasvatetaan kasvihuonetomaattia. Tämä mahdollistaa myös sen, että parittelukykyisiä pesiä on suuremmalla todennäköisyydellä käytettävissä samanaikaisesti riippumatta kunkin pesän sisäisten kehitysnopeuksien vaihtelusta, eli vältetään tilanteet, joissa olisi pelkästään pariutumiskykyisiä koiraita, muttei naaraita, tai toisin päin.

Kasvatustyöhön kuluva aika voi olla haastava arvioida, mutta tiedämme norjalaisen kimalaiskasvatustyön kasvattavan pesiä noin 7000 emosta vuodessa kahdella vakituisella

työntekijällä ja kolmannella ruuhka-aikojen apulaisella [5]. Hankkeemme ensimmäisen vuoden kasvatuksissa oli 120 pesää. Kasvatuksissa käytiin joskus joka päivä, joskus joka toinen päivä, ja yksi käyntikerta vaihteli 15 minuutin ja kahdeksan tunnin välillä riippuen työvaiheesta. Suurta vaihtelua työmäärässä aiheutti se, että kasvatuksissa oli menossa vain yksi kasvatussykli kerrallaan. Jos käynnissä olisi kaksi tai useampi sykliä, työmäärä olisi suurempi, mutta se jakautuisi tasaisemmin. Tähän työaikaan sisältyivät myös useat logistiset ja pesien valmistamiseen liittyvät työt, jotka eivät yritystasolla enää olisi läsnä (esimerkiksi pesälaatikot kannattaa lopulta teettää sen sijaan, että ne rakentaisi itse).

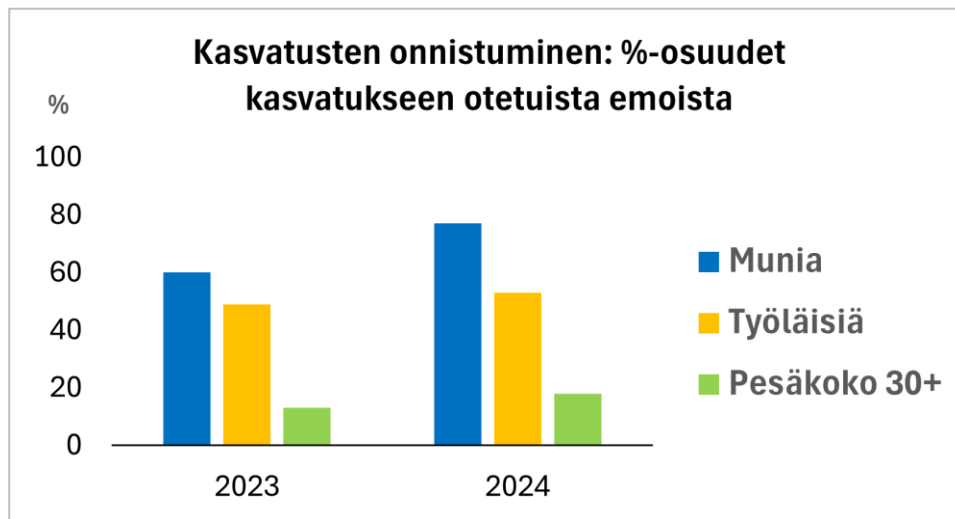
Eniten aikaa vieviä työvaiheita ovat emojen pyydystäminen (paitsi tämä työvaihe jää pois, kun kasvatukset saa vakiinnutettua), pesien siirto starttilaatoista isompiin pesälaatikoihin ja paritukset. Myös siivous vie runsaasti aikaa, mutta se ei aiheuta suuria yksittäisiä työkuormituksia, vaan vaatii aikaa joka päivä. Mitä suurempi on pesän yksilömäärä, sitä useammin pitää sen jäljiltä siivota ruuankulutuksen ja ulostamisen kasvaessa. Siivoukseen tarvittavaan aikaan voi vaikuttaa työtilojen huolellisella suunnittelulla, jolla minimoidaan pesälaatikoiden liikuttamisen tarvetta siivouksen aikana. Myös kimalaisten ruokinta voi olla hidasta, mutta tätä voidaan helpottaa käyttämällä pitempään säilyviä sokerinesteitä sekä myöhemmin vakiinnuttamalla siitepölyruokinnan ja minimoimalla pakolliset ruokintakerrat, kun oman kimalaiskannan tarpeet tulevat tutuiksi. Työt nopeutuvat kokemuksen ja varmuuden karttuessa.

8. Hankkeen kasvatukset 2023 ja 2024

Opimme kahden kasvatusvuoden tuloksena, että karttuva kokemus tuo menestystä. Toisen vuoden kasvatukset onnistuivat paremmin kuin ensimmäisenä vuotena, kun tarkastellaan munimaan alkaneiden emojen, työläisiä tuottaneiden pesien ja yli 30 yksilöä suuriksi kasvaneiden pesien osuutta kasvatukseen saaduista emoista (Kuva 22). Munimaan alkaneiden emojen osuus toisena vuonna oli noin 80 %, mikä ylittää ainakin norjalaisen kimalaiskasvattamon onnistumisprosenttiin [5].

Työläiset ovat ne, jotka lopulta hoitavat enimmäkseen pölytystyön, joten mitä suurempi osuus pesistä saadaan tuottamaan työläisiä, sen enemmän myytävää yrittäjällä on. Norjalainen kasvatusyrittäjä neuvoi, että emoja olisi oltava kasvatuksissa kaksi kertaa enemmän kuin mitä aikoo myydä, koska aina osa emoista ja pesien aluista epäonnistuu, ja osa pesistä käytetään paritukseen.

Ostettavat tuontikimalaispesät sisältävät tyypillisesti 30–60 yksilöä. Hankkeen kasvatuksissa emme saaneet yli 30 yksilön pesiä kovinkaan montaa. Syinä voi olla yleinen kokemattomuus pesien hoidosta, mutta kotimaiset lajit voivat myös vaatia erilaisia hoitotoimenpiteitä, joista emme ole vielä tietoisia. Valtaosa saatavilla olevasta kasvatustiedosta nimittäin koskee kontukimalaista, joka on Suomessa vieraslaji.



Kuva 22. Kimalaiskasvatuksen onnistumisen indikaattoreita voidaan pitää muun muassa munivien emojen, työläisiä tuottavien pesien ja tarpeeksi suureksi kasvavien pesien osuutta kasvatuksista.

9. Kimalaisten patogeeneit

Kimalaisissa voi esiintyä patogeenejä, jotka voivat tuhota kasvatukset tai levitä kasvattikimalaisten mukana luonnonpölyttäjiin [45]. Siksi hyvä hygienia ja tautien säännöllinen testaaminen on erittäin tärkeää:

- Kasvatuslaatikot on suunniteltava niin, että ne päästävät kimalaisten jätökset mahdollisimman hyvin pois.
- Laatikoiden alla on hyvä olla jätöksiä imevää paperia tai vastaavaa materiaalia.
- Kasvatustilojen pinnat (pölydät, seinät, lattiat) on desinfioitava päivittäin
- On estettävä uusien patogeeneiden pääseminen kasvatukseen esimerkiksi kasvattamalla luonnosta haetut emot erillään muista kasvateista
- Siitepöly kannattaa sädettää.

Kimalaisten riesana on patogeeneiden lisäksi muita lajeja, jotka jollain tavalla hyötyvät kimalaisista tai niiden pesistä aiheuttaen kimalaisille haittaa, kuten loiskimalaiset ja pieni pesäkuoriainen (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kimalaisten tuholaisia ja loisia sekä niiden haittoja. Taulukko on käännetty teoksesta *Managing alternative pollinators: A Handbook for Beekeepers, Growers, and Conservationists* s. 53 [13].

| Kimalaisten taudinaiheuttajia | |
|--|---|
| TUHOLAISET JA LOISET | HAITTA |
| Vahakoiset (<i>Galleria mellonella</i> , <i>Aphomia sociella</i> ja <i>Vitula edmandsii</i>) | Tuhoaa pesärakennelmaa |
| Pieni pesäkuoriainen (<i>Aethina tumida</i>) | Syö siitepölyä, tuhoaa pesärakennelmaa |
| Loiskimalaiset (<i>Bombus</i> spp., alasuku: <i>Psithyrus</i>) | Tappaa kuningattaren, yhteiskunta kasvattaa sen jälkeläiset |
| Loispistiäiset (<i>Melittobia</i> spp.) | Tappaa toukat ja kotelot, voi tuhota yhteiskunnan |
| Loispunkit (<i>Locustracarus buchneri</i>) | Tarttuu aikuisiin, levittää viruksia |
| Yksisoluiset sisäloiset (<i>Nosema bombi</i> , <i>Crithidia bombi</i> ja <i>Apicystis bombi</i>) | Tarttuu aikuisiin, tuhoaa yhteiskunnan |
| Sisäiset sukkulamadot (<i>Sphaerularia bombi</i>) | Tarttuu kuningattariin, voi estää muninnan |

Kimalaisilla esiintyy myös harmittomia ulkopunkteja, jotka kulkevat kimalaisten kyydissä alueelta toiselle ja syövät kimalaispesissä muun muassa siitepölyä ja pienempiä niveljalkaisia, mutta eivät vahingoita kimalaisia [46]. Kasvatustemme alussa näimme muutamalla luonnosta poimitulla yksilöllä näitä punkkeja. Punkit kuitenkin katosivat emoista ja niiden starttipesistä pian kasvatusten alun jälkeen. [Katso video punkeista.](#)

9.1 Sairaat ja kuolevat kimalaiset

Huonosti voivat ja kuolemaa tekevät kimalaiset hengittävät syvään eivätkä syö. Ne käpertyvät liikkumattomiksi kieli hieman ulkona suusta. Kimalaisia kuolee etenkin kasvatusten alussa runsaammin. Hankkeen kasvatuksissa kuoli kuljetuksen aikana tai heti sen jälkeen muutama yksilö (Oulun kasvatuksissa 4 % ensimmäisenä vuonna ja toisena vuonna 12 %). Joskus aiemmin aktiivinen ja terveen oloinen emo saattaa odottaa kasvattajaa kuolleena pesän pohjalla seuraavana

hoitopäivänä ilman mitään havaittavaa syytä. Jos emo on starttaamisen jälkeen kaksi viikkoa hyvin passiivinen, jokin on todennäköisesti vinossa.

9.2 Siitepöly ja patogeenit

Kimalaisten ruokinnassa käytetään mehiläisten keräämää siitepölyä. Siitepöly voi sisältää tauteja, jotka voivat siirtyä sen kautta kasvattikimalaisiin ja sairastuttaa niitä [22, 47]. Siksi kimalaisille ruoaksi tarjottava siitepöly on syytä säteilyttää. Säteilytyksessä siitepölyn ravintoarvo heikkenee hieman, mutta valtaosa patogeeneista kuolee [4].

Jos säteilyttäminen ei ole mahdollista, siitepölyruokinnassa on ehdottomasti suosittava kotimaista siitepölyä, koska ulkomailla tuotettu siitepöly voi sisältää vieraita tauteja, joita vastaan kotimaisille pölyttäjiille ei ole kehittynyt vastustuskykyä. Näin voidaan pienentää sekä kasvattikimalaisiin että luonnonpölyttäjiin kohdistuvaa tautiriskiä.

10. Lajienvälisiä eroavaisuuksia

Kontukimalainen on maailmalla yleisin kasvattikimalainen ja siten sen kasvattamisesta on eniten tietoa. Muitakin lajeja voi kuitenkin kasvattaa kaupalliseen käyttöön [40, 43, 44].

Kimalaislajeilla on eroavaisuuksia käyttäytymisessä ja kasvutavassa. Nämä erot voivat vaikuttaa kimalaiskasvattajan lajinvalintaan. Suosittelemme kasvattamaan temperamentiltaan lauhkeita ja helposti käsiteltäviä kimalaisia tai valikoimaan lajin sisällä tällaisia yksilöitä kasvatuksiin, jos tarkoituksena on myydä kimalaisia puutarhoihin.

Kasvattajan olisi hyvä keskittyä yhteen lajiin etenkin kasvatusten alussa, jotta oppisi käytöksen ja kehityksen ja siten myös kontrolloimaan kasvatuksia paremmin. Myös paritus helpottuu, kun kasvatukset sisältävät vain yhtä lajia eikä tarvitse painia lajien tunnistushaasteiden kanssa. Kasvatusten alussa on järkevää valikoida parhaimmat pesät seuraavien sukupolvien tuottajiksi, ja silloin tarjolla on hyvä olla mahdollisimman suuri valikoima pesiä.

Kimalaislajien tunnistaminen toisistaan on tietyillä lajeilla vaikeaa ja saattaa vaatia ammattilaista tunnistusta, jälkeläistuotannon odottamista (esimerkiksi mantukimalaisen kuhnurien keltainen naamakarvoitus paljastaa lajin helposti) tai jopa geneettistä määrittystä. Esimerkiksi kangas- ja mantukimalaiset muodostavat ulkonäöltään ja käytökseltään samankaltaisen ryhmän, jonka erottaminen toisistaan nopeasti on vaikeaa tai jopa mahdotonta ilman geneettistä määrittystä tai jälkeläisten synnyn odottamista [7].

10.1 Kontukimalainen (*B. terrestris*)

- Kasvatuksissa kansainvälisesti käytetyin laji
- Nopea kasvamaan, luotettava ja tekee suuria yhteiskuntia
- Vaatii muita enemmän ruokaa
- Ympäristöuhka monessa eri maassa, myös Suomessa, ja niiden maahantuonti on useissa maissa kielletty
- Kuhnurit vaikea erottaa työläisistä
- Temperamentiltaan soveltuu hyvin kasvatettavaksi. Ei eroa juurikaan mantu ja kangaskimalaisesta



10.2 Kangaskimalainen (*B. cryptarum*)

- Kontukimalaista vaativampi, mutta selviää kehityksensä alussa vähemmällä siitepölymäärällä
- Kuhnurit on vaikea erottaa työläisistä
- Tekee kohtuullisen kokoisia yhteiskuntia



10.3 Mantukimalainen (*B. lucorum*)

- Toiminnallisesti identtinen kangaskimalaisen kanssa
- Kuhnurit helppo erottaa työläisistä. Mantukuhnureilla keltainen parta ja keltaista muutenkin levinneenä ympäri kehoa. Tuntuvat loistavan pesässä muiden joukosta. Paras tapa erottaa mantut ja kankaat toisistaan
- Ovat herkkiä liian ruoan määrälle. On mahdollista, että ruokinnassa siitepölyn saannin luonnollisuuden simuloiminen parantaisi sen keräämistä ja käyttämistä
- Todennäköisesti tuottaa vähemmän kuningatarferomonia kuin kontukimalainen ja siksi kuhnurituotanto alkaa usein varhain, jos työläiset eivät pääse pian lentämään
- Mitä nopeammin saadaan tuottamaan ensimmäiset jälkeläiset, sitä paremmin pesä kehittyy muutenkin



10.4 Sorokimalainen (*B. soroensis*)

- Toiminnallisesti samankaltainen kuin mantu ja kangas, mutta aikaisempaa kokemusta ja tietoa on hyvin vähän
- Kuningatar helppo tunnistaa taaemman keltaisen raidan halkaisevasta mustasta katkelmasta, joka voi joskus olla haastavaa nähdä kimalaisen pitäessä siipiään selkäänsä vasten
- Kuhnurit helppo erottaa työläisistä (Samankaltaiset kuin mantukimalaisella)
- Kuhnurit helppo erottaa työläisistä



10.5 Kartanokimalainen (*B. hypnorum*)

- Erinomainen pesänrakentaja (muistuttaa ehkä eniten kontukimalaista, mutta ei ehkä kuitenkaan yhtä tehokas)
- Työläiset taipuvaisia aggressiivisuuteen, joten ei välttämättä sovellu kasvihuonepölytykseen. Noin 20 % [11] työläisistä on lauhkeita, joten jalostuspotentiaalia on
- Uudet emot kykenevät aloittamaan muninnan ja pesänrakennuksen ilman talveutusta
- Kuhnurit vaikea erottaa työläisistä
- Kartanokimalainen on vaikea saada diapaussiin laboratorio-olosuhteissa saamamme kimalaiskasvattajan neuvon ja omien kasvatuskokemustemme mukaan



10.6 Pensaskimalainen (*B. pratorum*)

- Pesänrakentajana verrannollinen kartanokimalaiseen
- Luonteeltaan vastaa mantu-, kangas- ja kontukimalaista, mutta kasvatus kokemuksien perusteella vaikuttaa herkältä häiriötekijöille
- Vaikuttavat olevan muita mainittuja lajeja taipuvaisempia ja
- kykenevämpiä kiipeämiseen ja karkailuun



Tekijänoikeuksien haltija: Pentti Ketola, Lisenssi: CC-BY-NC-4.0

10.7 Kivikkokimalainen (*B. lapidarius*)

- Luonteeltaan ja pesänrakentamiseltaan samankaltainen kuin mantu-, kangas- ja kontukimalainen, mutta rajallisten kokemuksien perusteella "lujaluontoisempi". Eivät häiriinny seuralaiskimalaisesta, vaan näyttävät niille pian, kuka hallitsee. Ovat kuitenkin herkkiä stressaantumaa käsittelystä ja muutoksista kasvatusympäristössä
- Ei vielä tietoa pölytystehokkuudesta
- Keräyskausi asettuu mahdollisesti muita mainittuja lajeja myöhempään aikaikkunaan (n. 1–2 viikkoa), ajoittuen voikukkien kukinnan ajalle. Vaatii seuralaisen ja mahdollisesti elävää kennostoa aloittaakseen muninnan ja pesän hoidon. Kokemustemme mukaan hyvin harva niistä aloittaa muninnan ilman kennostoa. Eivät vaikuttaneet häiriintyvän seuralaisista, mutta pitivät seuralaiset kurissa. Tappoivat seuralaiset vasta viikkoja starttaamisen jälkeen, toisin kuin muut lajit, joilla seuralaistappoa tapahtui aiemmin.



Tekijänoikeuksien haltija: Pekka Malinen, Lisenssi: CC-BY-NC-SA-4.0

Lähteet

1. Ruutiainen, I., Mäntysaari, N. & Borshagovski, A-M. (2024). Kimalaisten tuottaminen yritysmuotoisesti. Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hankkeen selvitys kimalaisliiketoiminnan edellytyksistä. Suomen mehiläishoitajain liitto SML ry, Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hanke. https://hunaja.net/wp-content/uploads/2024/12/Ruutiainen-Mantysaari-ja-Borshagovski_Kimalaisten-tuottaminen-yritysmuotoisesti.pdf
 2. Kustannuslaskelmat kimalaisten kasvattamiseen (2024). Suomen mehiläishoitajain liitto SML ry, Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hanke.
 3. Ylösmäki, M. (2024). Tuotannosta poistetun sikalan muuttaminen kimalaiskasvatustilaksi. Suomen mehiläishoitajain liitto SML ry, Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hanke. Viitattu 21.12.2024. <https://hunaja.net/wp-content/uploads/2024/11/Tuotannosta-poistetun-sikalan-muuttaminen-kimalaiskasvatustilaksi.pdf>
 4. Jozef van der Steen (2023). Alveus AB Consultancy. Haastattelu 20.12.2023.
 5. Loyning M. (2023). Bombus Pollinering AS. Haastattelu 22.3.2023.
 6. Mäkelä, K. & XaXi Products (2024). Pesälaatikon 3D-prototyyppi. Suomen mehiläishoitajain liitto SML ry, Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hanke. Viitattu 22.12.2024. <https://hunaja.net/pesalaatikon-3d-prototyyppi/>
 7. Parkkinen, S., Paukkunen, J. & Teräs, I. (2022). Suomen kimalaiset (3. painos). Docendo.
 8. Kimalaisten tunnistaminen (2023). Suomen mehiläishoitajain liitto SML ry, Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hanke. Viitattu 21.12.2024. <https://hunaja.net/kimalaisten-tunnistaminen/>
 9. Gurel F. & Gosterit A. (2008). Effects of different stimulation methods on colony initiation and development of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) queens. *Applied Entomology and Zoology* 43:113-117. <https://doi.org/10.1303/aez.2008.113>
 10. Vogt F. D., Heinrich B. & Plowright C. (1998). Ovary development in bumble bee queens: the influence of abdominal temperature and food availability. *Canadian Journal of Zoology* 76:2026-2030. <https://doi.org/10.1139/z98-146>
 11. Kaarnama, E. (2024). Haastattelu 31.3.2024.
 12. Strange, J. P. (vuosi tuntematon) Raising bumblebees at home: A Guide to Getting Started USDA-ARS, Pollinating Insect Research Unit. Logan, UT. <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/20800500/BumbleBeeRearingGuide.pdf>
 13. Mader, E., Spivak, M. & Evans, E. (2010). Managing Alternative Pollinators: A Handbook for Beekeepers, Growers, and Conservationists. SARE Handbook 11, NRAES-186. <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Managing-Alternative-Pollinators.pdf>
 14. Duchateau, M. J. & Velthuis, H. H. W. (1988). Development and reproductive strategies in *Bombus terrestris* colonies. *Behaviour*, 107:186-207. <https://www.jstor.org/stable/4534729>
 15. S-kaupat.fi. Säilöntätabletti 20 kpl 20 g Vitabalans. Viitattu 21.12.2024. <https://www.s-kaupat.fi/tuote/sailontatabletti-20-kpl-20-g-vitabalans/6410530011003>
 16. K-ruoka.fi. Santa Maria Natriumbentsoaatti, pussi 30g. Viitattu 21.12.2024. <https://www.k-ruoka.fi/kauppa/tuote/santa-maria-natriumbentsoaatti-30g-7311311004377>
 17. Laboratoriumdiscounter.com. Sodium Benzoate 99.9 +% NF / FCC / EP / BP / JP, food grade. Viitattu 21.12.2024. https://www.laboratoriumdiscounter.nl/en/sodium-benzoate-999-nf-fcc-ep-bp-ip-food-grade.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAjp-7BhBZEiwAmh9rBcoAOsDRgJL8hjMiF1sdtAoe7kpZxmS2SU28_uM3p23RwycA4cyfexoCgPQAvD_BwE
 18. Nicolson, S. W. (2022). Sweet solutions: nectar chemistry and quality. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B* 377: 20210163. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0163>
 19. Pikatukku.valioaimo.fi. Nordic Sugar Neste 77 25kg. Viitattu 21.12.2024. <https://pikatukku.valioaimo.fi/fi/Etusivu/Teolliset-elintarvikkeet/Sokerit,-siirapit-ja-makusiirapit/Sokerit/Nordic-Sugar-Neste-77-25kg/p/253583>
 20. Ptáček, V. & Pernová, E. (2002). Different food for *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera, Apidae), colonies reared in laboratory. In Sallus Apis mellifera - 2nd Europ. Scient. Apicult. Confer. Godollo, Hungary, KÁTKI. p. 69.
 21. Bortolotti, L., Pošćić, F. & Bogo, G. (2020). Comparison of Different Pollen Substitutes for the Feeding of Laboratory Reared Bumble Bee (*Bombus Terrestris*) Colonies. *Journal of Apicultural science* 64:91-104. <https://doi.org/10.2478/jas-2020-0013>
-

22. Graystock, P., Jones, J.C., Pamminer, T., Parkinson, J.F., Norman, V., Blane, E.J., Rothstein, L., Wäckers, F., Goulson, D. & Hughes, W.O.H. (2016). Hygienic food to reduce pathogen risk to bumblebees. *Journal of Invertebrate Pathology* 136:68–73. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2016.03.007>
 23. Tasei J. N., Moinard C., Moreau L., Himpens B. & Guyonnaud S. (1998). Relationship between aging, mating and sperm production in captive *Bombus terrestris*. *Journal of Apicultural Research* 37:107–113. <https://doi.org/10.1080/00218839.1998.11100962>
 24. Amin M. R., Than K. K. & Kwon Y. J. (2010). Mating status of bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) with notes on ambient temperature, age and virginity. *Applied Entomology and Zoology* 45:363–367. <https://doi.org/10.1303/aez.2010.363>
 25. Fruugo.com Oy. Viitattu 24.7.2024. https://www.fruugo.fi/korkea-suuri-perhosen-elinymparisto-hakki-kokoontaitettava-terraario-pop-up-linches-hyonteis-ja-perhosverkko-inserttien-nostamiseen/p-192059441-409382634?language=fi&ac=croud&asc=pmax&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAoeGuBhCBARIsAGfKY7ysY6CALUbl_3mGx2TcTCgbyl0CBbDvMVQeZo4fn9RZTC_Bw6l9pQEaAkmSEALw_wcB
 26. Veldshop.nl B.V. Bugdorm 4M4590 Insect Rearing Cage. Viitattu 24.7.2024. https://www.veldshop.nl/en/bugdorm-4m4590-insect-rearing-cage.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAoeGuBhCBARIsAGfKY7xTAXPF5kAacl2oLOGTvlE1tQo0iiGFuf_gpmYF60Yg_kOttUAbsjqwaAnPiEALw_wcB
 27. Polski Trzmiel. Viitattu 24.7.2024. <http://www.polskitrzmiel.com.pl/>
 28. Wildlife Preservation Canada. Viitattu 24.7.2024. https://wildlifepreservation.ca/wp-content/uploads/2023/10/WPC_BeeLab_griseocollis_mating_trial_spd_up_2023-1.mp4
 29. Duvoisin N., Baer B. & Schmid-Hempel P. (1999). Sperm transfer and male competition in a bumblebee. *Animal Behaviour* 58:743–749. <https://doi.org/10.1006/anbe.1999.1196>
 30. Estoup A., Scholl A. Pouvreau A. & Solignac M. (1995). Monandry and polyandry in bumble bees (Hymenoptera; Bombinae) as evidenced by highly variable microsatellites. *Molecular Ecology* 4:9–94. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1995.tb00195.x>
 31. Schmid-Hempel R. & Schmid-Hempel P. (2000). Female mating frequency in *Bombus ssp.* from Central Europe. *Insectes Sociaux* 47:36–41. <https://doi.org/10.1007/s000400050006>
 32. Gosterit A. & Gurel F. (2016). Male remating and its influences on queen colony foundation success in the bumblebee, *Bombus terrestris*. *Apidologie* 47:828–834. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0438-6>
 33. Baer B. & Schmid-Hempel P. (2005). Sperm influences female hibernation success, survival and fitness in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Proceedings of the Royal Society B*. 272:319–323. <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2958>
 34. Beekman M., van Stratum P. & Veerman A. (1999). Selection for non-diapause in the bumblebee *Bombus terrestris*, with notes on the effect of inbreeding. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 93:69–75. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1999.00563.x>
 35. Treanore E. & Amsalem E. (2020). The effect of intrinsic physiological traits on diapause survival and their underlying mechanisms in an annual bee species *Bombus impatiens*. *Conservation Physiology* 8:coaa103. <https://doi.org/10.1093/conphys/coaa103>
 36. Beekman M., van Stratum P. & Lingeman, R. (1998). Diapause survival and post-diapause performance in bumblebee queens (*Bombus terrestris*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89:207–214. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1998.00401.x>
 37. Kärkkäinen. Viitattu 24.7.2024. https://www.karkkainen.com/verkkokauppa/farnia-50-kpl-tulitikkurasia?id=101526919&gad_source=1&gclid=EA1aIQobChMlr5D1wvVhwMVrACiAx0lBzD5EAQYASABEgKC_P_D_BwE
 38. Nasir M., Ata-ul-Mohsan M. N., Saeed A. S., Ahmad S. S. M., Aziz M. A. M. A., Ahmad M. A. A. M. & Ahmad M. (2019). Effect of different diapause conditions on *Bombus terrestris* colony characteristics. *Journal of Zoology* 51:1273–1280. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.4.1273.1280>
 39. Yoon H. J., Lee K. Y., Kim M. A., Ahn, M. Y. & Park, I. G. (2013). Optimal Cold Temperature for the Artificial Hibernation of *Bombus ignitus* Queen Bumblebees. *International Journal of Industrial Entomology* 26:124–130. <https://doi.org/10.7852/ijie.2013.26.2.124>
 40. Bučánková A., Komzáková O. Sabolová T. & Ptáček V. (2011). Notes on distribution of *Bombus cryptarum* (Hymenoptera, Apoidea) in Moravian territory (Czech Republic) and its laboratory rearing. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 59:69–74. <https://doi.org/10.11118/actaun201159060069>
-

41. Gosterit, A. & Gurel F. (2009). Effect of different diapause regimes on survival and colony development in the bumble bee, *Bombus terrestris*. *Journal of apicultural research* 48:279-283. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.4.08>
 42. Yoon H. J., Lee K. Y., Hwang J. S. & Park I. G. (2010). Chilling temperature and humidity to break diapause of the bumblebee queen *Bombus terrestris*. *International Journal of Industrial Entomology* 20:93-98.
 43. Bučánková, A., and Ptáček, V. (2010). Experiences in rearing of *Bombus lucorum* L. (Hymenoptera: Apoidea) in captivity. *Úroda* 12:621–624. <https://www.semanticscholar.org/paper/Experiences-in-rearing-of-Bombus-lucorum-L.-in-Bu%C4%8D%C3%A1nkov%C3%A1-Pt%C3%A1%C4%8Dek/d856f408a2125f0ed038db0c83c7c870047255e7>
 44. Amsalem E. & Grozinger C. M. (2017). Evaluating the molecular, physiological and behavioral impacts of CO2 narcosis in bumble bees (*Bombus impatiens*). *Journal of Insect Physiology* 101:57-65. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2017.06.014>
 45. Borshagovski A.-M. & Sorvari, J. (2024). Tuontikimalaisten käytön riskit ja kotimainen kimalaiskasvatus. Suomen mehiläishoitajain liitto SML ry, Kotimaisia pölyttäjiä kaupallisille puutarhaviljelmille -hanke. Viitattu 21.11.2024. <https://hunaja.net/wp-content/uploads/2024/10/Borshagovski-ja-Sorvari-2024.-Tuontikimalaisten-kayton-riskit-ja-kotimainen-kimalaiskasvatus.pdf>
 46. Bumblebee Conservation Trust. (2024). What are mites and why do some bumblebees have them? Viitattu 6.11.2024. <https://www.bumblebeeconservation.org/learn-about-bumblebees/faqs/mites/>
 47. Arbetman, M. P., Meeus, I., Morales, C. L., Aizen, M. A. & Smagghe, G. (2013). Alien parasite hitchhikes to Patagonia on invasive bumblebee. *Biological Invasions* 15:489–494. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0311-0>
-