

GUIDE till att föda upp humlor

*Anna-Maria Borshagovski, Kaarle Mäkelä och Erkki Kaarnama
Finlands biodlares förbund rf
Projektet Inhemska pollinerare i yrkesträdgårdarna
23.12.2024*



Suomen
Mehiläishoitajain Liitto
SML ry



Luke
LUONNONVARAKESKUS



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Innehållsförteckning

Inledning	3
1. Uppfödningstrymmen och utrustning	4
1.1 Uppfödningstrymmen	4
1.2 Parningutrymme	4
1.3 Overvintringsutrymme	5
1.4 Utrustning	5
1.5 Säkerhet	6
2. Kort om uppfödning	7
2.1 Startfasen	8
2.2 Startbofasen	8
2.3 Fas i större bolåda	8
2.4 Parning	8
2.5 Övervintring och väckning	9
2.6 Förberedelser inför försäljning	9
2.7 Utvecklingen av ett humlesamhälle i bilder	9
3. De kritiska stegen i bytveckling och uppfödning	10
3.1 Starten	11
Fångsten	11
Märkning av drottningar	11
Startbo och sällskapsbin	11
3.2 Startbofasen	13
Äggläggning	14
Larver	16
Första arbetarna	17
3.3 Fas i stor bolåda	19
Att flytta samhället till en större bolåda	19
Mikroindivider	19
Drottningproduktion	20

Produktion av haploida ägg	22
Arbetarkonkurrens.....	22
Boets slut	23
4. Manipulation av samhällen	23
5. Utfodring av humlor	24
5.1 Sockervatten	24
Recept.....	24
Åtgång.....	26
Alternativ	26
5.2 Pollen	27
Recept och starten.....	27
Att öka utfodringen.....	29
Kvalitet och hygien.....	30
Åtgång.....	30
Alternativ	30
6. Parning, övervintring och väckning av humlor	31
6.1 Parning	31
Tidpunkt för parning	31
Parninsutrymme och förhållanden	31
Parning.....	33
6.2 Övervintring	34
6.3 Väckandet	36
7. Cykliskhet och tidshantering vid uppfödning av humlor.....	38
7.1 Uppfödningens cykliskhet	38
7.2 Tidshantering	39
8. Uppfödning inom projektet åren 2023 och 2024	40
9. Humlors patogener	41

9.1 Sjuka och döende humlor	42
9.2 Pollen och patogener	43
10. Skillnader arter emellan	43
10.1 Mörk jordhumla (<i>B. terrestris</i>).....	44
10.2 Skogsjordhumla (<i>B. cryptarum</i>).....	44
10.3 Ljus jordhumla (<i>B. lucorum</i>)	44
10.4 Blåklockshumla (<i>B. soroensis</i>)	45
10.5 Hushumla (<i>B. hypnorum</i>)	45
10.6 Ängshumla (<i>B. pratorum</i>).....	46
10.7 Stenhumla (<i>B. lapidarius</i>)	46
Källa	47

Bilder: Anna-Maria Borshagovski (SML rf), Kaarle Mäkelä eller Erkki Kaarnama, ifall inte annat uppges.

Video: Kaarle Mäkelä och Erkki Kaarnama

Inledning

Inhemska pollinerare i yrkesträdgårdarna är ett samarbetsprojekt mellan Finlands biodlarförbund SML och Finlands Naturresursinstitut som syftar till att öka den inhemska pollineringen på odlingar genom att utveckla bruket av bipollinering i växthus och växttunnlar och genom att kartlägga förutsättningar för inhemska humleuppfödning. Utöver dessa instruktioner för uppfödning av humlor har projektet bl.a. utarbetat en rapport om uppfödning av humlor som affärsverksamhet [1] och gjort beräkningar för produktionskostnader [2] för att göra det så lätt som möjligt för nya uppfödare att komma igång med verksamheten. Vi önskar alla lycka till med uppfödningens verksamheten!

1. Uppfödningstrymmen och utrustning

I det här kapitlet beskrivs allmänna krav på uppfödningstrymmena. Man kan läsa mera om prisuppskattningar och byggnadskrav för uppfödningstrymmena i den utredning som projektet givit ut om hur en lantgårdsbyggnad kan byggas om till uppfödningstrymmen för humlor [3].

1.1 Uppfödningstrymmen

Temperaturen och luftfuktigheten i uppfödningstrymmena bör kunna justeras till en lämplig nivå (24–29 °C, en luftfuktighet på 60–65 % [4]). Utrymmet bör kunna mörkläggas, men rött ljus kan användas: humlor ser inte rött ljus, men det fungerar som arbetsbelysning (Bild 1). Lampor med vanligt vitt ljus kan tidvis tändas för att underlätta arbetet. Alla vibrationer och all direkt kontakt stressar humlorna, så bord eller hyllor som bona står på bör vara stadiga. Ytmaterialen ska gärna vara lätta att hålla rena, eftersom utrymmet måste rengöras och desinficeras dagligen.



Bild 1. Projektets uppfödningtrum vid Uleåborgs universitet.

1.2 Parningstrymme

Parningsutrymmet kan hålla rumstemperatur [5] och ska ha tillgång till naturligt ljus eller artificiell belysning som simulerar naturligt ljus. Parningen kan ske i parningsburar eller i ett parningsrum (Se Parning, s. 32).

1.3 Övervintringsutrymme

När man göder drottningarna för övervintring behöver man ett utrymme där temperaturen kan justeras från uppfödningstemperatur till närapå övervintringstemperatur. Även övervintringsutrymmets förhållanden ska vara justerbara (2,5–4 °C, luftfuktighet på 70–80 % [4, 5]). Rummet bör kunna mörkläggas, och även i det här uttrymmet rekommenderas rött arbetsljus. Ett annat alternativ är att använda ljustäta övervintringsbehållare, eftersom ljus kan störa humlorna. Utrymmet kan vara till exempel ett kylrum eller ett miljösimuleringskåp.

1.4 Utrustning

Utrustning som visat sig vara praktisk vid uppfödning (Bild 2):

- Håvar med långt skaft för att fånga drottningar
 - Långa pincetter (30cm) för hantering av humlor och mat
 - Skedar med långt skaft för hantering av mat
 - Olika slags burkar för fångst och förflyttning av humlor
 - Ämbar eller liknande behållare för framställning av sockerlösning, ifall man inte köper färdig sockerlösning
 - Utrustning för märkning av humlor: märkningscylinder, märken eller märkfärg.
 - Kaffekvarn, mixer el. dyl. för malning av pollenkorn
 - Isoleringmaterial för bon, så som flock eller otvättad ull
 - Bidräkt och bihandskar
 - Pannlampa med rött ljus (ett bekvämt tillägg till den röda belysningen)
 - Frys för konservering av pollen och döda humlor
 - Luftfuktare (om det inte finns ett integrerat luftfuktningssystem i utrymmet)
 - Värmeelement eller liknande (om det inte finns ett integrerat värmesystem i utrymmet)
 - Våg för vägning av pollenbollar och humlor
 - Bolådor (kan byggas själv, låta byggas eller beställas)
 - Koldioxid (inte nödvändigt, men behändigt i nödfall, t.ex. för att söva ner boet)
-



Bild 2. Utrustning för uppfödning av humlor.

1.5 Säkerhet

När man föder upp humlor är stick en säkerhetsrisk som skötarna utsätts för. Man kan skydda sig mot stick genom att använda en skyddsdräkt för biodlare. Genom att använda långa pincetter när man hanterar humlor och deras föda, är det lättare att hålla ett tryggt avstånd till humlorna. Bolådor kan byggas så att man minimerar risken för att humlorna rymmer [6] Det är sällan nödvändigt att öppna bolådor, men gör man det bör det ske i rött ljus. Utfodring kan göras genom en mindre utfodringslucka utan större risk även i dagsljus. För eventuella stick är det bra att ha allergimedicin och en adrenalinpenna mot anafylaktisk reaktion i uppfödningstrymmet. Varje uppfödare rekommenderas att lägga upp en plan för hur man bör handla ifall någon blir stucken och eventuellt får en allvarigare allergisk reaktion.

Arbets säkerheten ökar allteftersom uppfödarens färdigheter utvecklas. Ifall man jobbar noggrant och tålmodigt uppkommer risksituationer endast i allvarliga undantagsfall (t.ex. om ett bo faller och öppnas). Varje uppfödare råkar ut för förrymda humlor, men det i sig är ingenting att vara orolig för. En förrymd humla är relativt ofarlig och oftast likgiltig gentemot människor. Ifall en humla rymt från skötarens direkta hantering eller efter att man stört boet betydligt, är humlan oftare benägen att sticka.

Vid en plötslig risksituation bör skötaren prioritera sin egen säkerhet och därtill sträva till att minimera antalet förrymda individer för att undvika att situationen eskalerar. Ifall det är möjligt bör man förhindra att ytterligare individer rymmer och lämna utrymmet så snabbt som möjligt. Därefter bör man vänta några minuter tills förrymda individer lugnat ner sig. Ta på dig skyddsdräkten innan du återvänder till utrymmet.

2. Kort om uppfödning

De typiska arbetskedena i uppfödningen av humlor (Bild 3) följer delvis humlornas naturliga livscykel och dess kritiska skeden i samhällena. Uppfödningen består av en rad faser: fångsten av vilda drottningar när man börjar uppfödningen, startandet av drottningar och startbon, en fas i en större bolåda, parning och övervintring av nya drottningar samt väckning och startande av övervintrade drottningar. Uppfödaren bör själv bedöma i vilken fas av uppfödningssyckeln hen erbjuder humlor till försäljning.

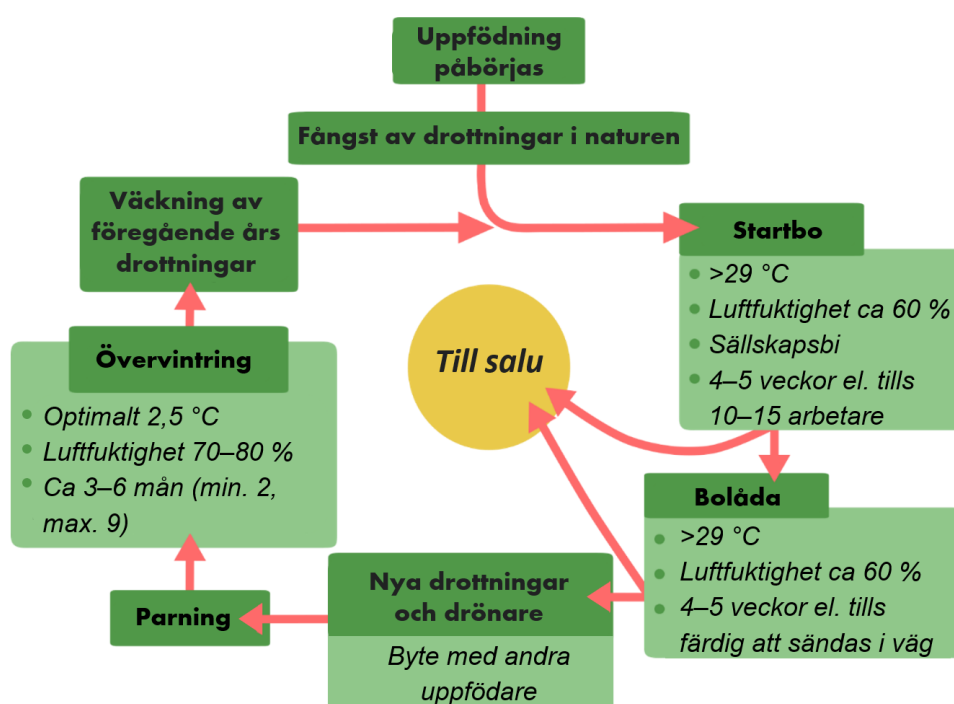


Bild 3. Man kan dela uppfödning av humlor in i några steg, som följer samhällets naturliga utveckling. Uppfödaren kan fundera över produktifiering i varje steg i produktion.

Under varje uppfödningssfas bör man upprätthålla god hygien samt övervaka humlornas hälsa och beteende samt göra sjukdomsanalyser. Därtill har varje fas sina specifika arbetsuppgifter.

2.1 Startfasen

- Fångst av drottningar
- Märkning av drottningar
- Tillverkning av startlådor (eller beställning)
- Tillverkning av föda och utfodring
- Förflyttning av drottningar till startlådor

2.2 Startbofasen

- Tillverkning av föda med 2–3 dagars mellanrum samt utfodring
- Övervakning av pollenbollens färskhet, byte till en ny vid behov
- Övervakning av ägglägnings-/ruvningsbeteendet
- Kontroll av antal yngel och arbetare som föds
- Byte av underlagspapper (ifall man använder sådant under bona)
- Desinficering av ytor
- Rengöring och desinficering av utrustning
- Val av bon för fasen i större bolåda
- Val av bon för försäljning

2.3 Fas i större bolåda

- Utfodring med 2–3 dagars mellanrum
- Bevakning av uppkomsten av drönarceller och drottningceller
- Att plocka upp nya drottningar och drönare för parning
- Byte av underlagspapper (ifall man använder sådant under bona)
- Desinficering av ytor
- Rengöring och desinficering av utrustning
- Val av bon för försäljning
- Val av bon för parning

2.4 Parning

- Val av drottningar och drönare för parning
 - Förberedning av parningsutrymmet för parning
 - Parning och utfodring
 - Upplockning av parade drottningar för gödning
 - Avlägsnande av drönare som parat sig flera gånger
-

2.5 Övervintring och väckning

- Gödning och förberedande av drottningar för övervintring
- Övervintring
- Monitorering av omständigheter (t.ex. temperatur och luftfuktighet)
- Väckning och utfodring av uppvaknade drottningar
- Startande av uppvaknade drottninga

2.6 Förberedelser inför försäljning

- Påfyllning av bonas sockerlösningsbehållare
- Utfodring med pollen
- Förpackning av bon

2.7 Utvecklingen av ett humlesamhälle i bilder

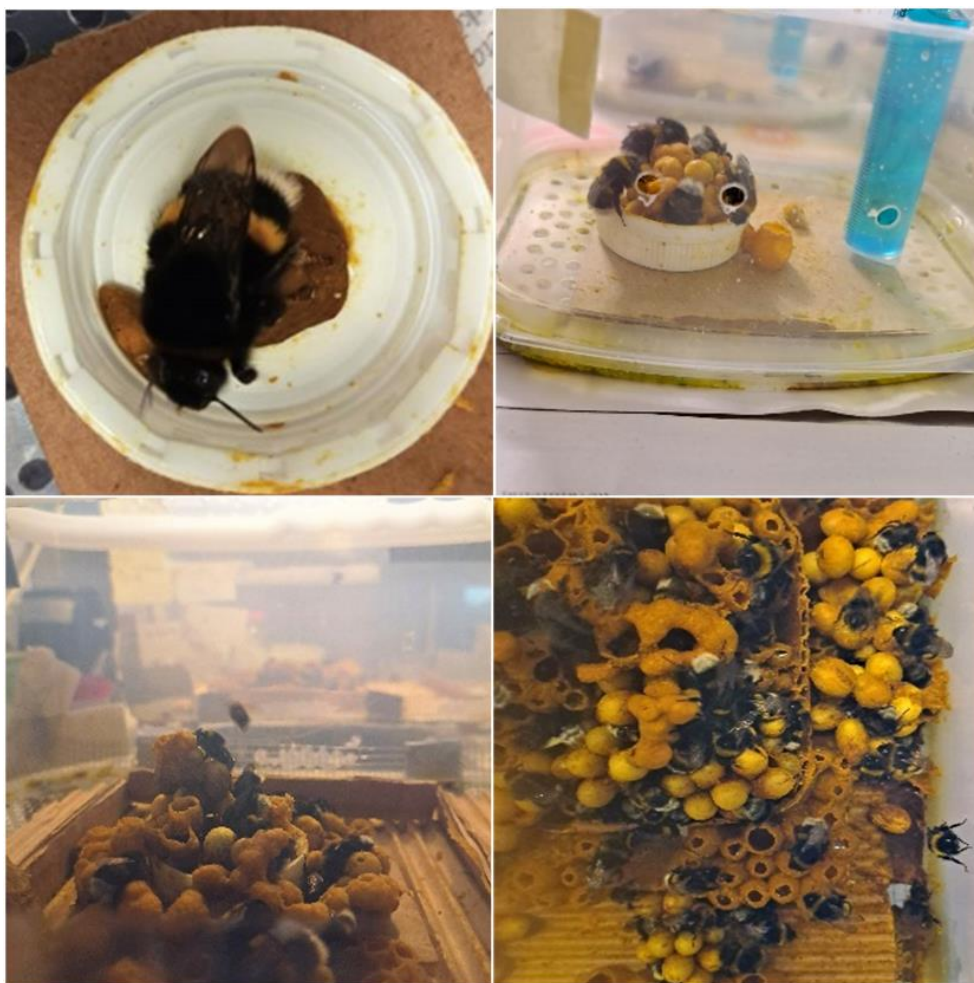


Bild 4. Humlesamhället startar med den parade drottningen och hennes ägg. Äggen utvecklas till larver som förpuppas och sen blir de första arbetarna. Det är bra att flytta boet till en större låda när de första arbetarna fötts. Arbetarna hjälper drottningen att ta hand om boet och boet växer. Förutom arbetare börjar större celler dyka upp i boet, ur dem kläcks drönare och nya drottningar.

3. De kritiska stegen i byutveckling och uppfödning

I naturen varar humlornas livscykel ett år (i Finland) [7]. Endast parade drottningar övervintrar. På våren vaknar de, äter och söker sig en boplats. När drottningarna hittat en lämplig boplats bygger de bo och lägger ägg.

De första arbetarna föds tidigt på sommaren. Nya drottningar och drönare föds senare på sommaren. Nya drottningar kan ibland lämna boet för att leta efter föda, men oftast deltar de inte i boets matförsörjning. Till slut flyger de ut för att para sig. Under hösten äter de upp sig och förbereder sig för att övervintra, medan de andra humlorna dör bort.

Drönarnas roll i samhället är mindre, eftersom de inte deltar i bobyggandet eller skötseln av larverna, men de hjälper till att hålla ynglen varma. Drönarna lämnar samhället några dagar efter sin födsel och återvänder aldrig. Drönarna dricker nektar från blommor och söker ungdrottningar att para sig med.

Det finns vissa kritiska faser i livscykeln som uppfödaren kan kontrollera för att påverka utvecklingen av sina bon och förbättra lönsamheten. Merparten av den kännedom och forskning som finns om uppfödning av humlor gäller den mörka jordhumlan (*Bombus terrestris*), så en del detaljer kan avvika när det gäller andra arter. Humlans livscykel innefattar följande kritiska faser:

- 1** Äggläggningen och arbetarproduktionen börjar
 - 2** Drottningproduktionen börjar
 - 3** Arbetarkonkurrensen börjar
 - 4** Äggläggningen av haploida ägg börjar
-

3.1 Starten

Fångsten

Den bästa tidpunkten för att fånga drottningar är på våren när snön smält, viden blommar och temperaturen ligger tydligt på plussidan. Detta eftersom alla humlor som ses på våren är övervintrade drottningar och de dessutom ännu är långsamma i sina rörelser. Humlor kan hittas på videarter och trädgårdsblommor (t.ex. blå krokusar som kan planteras i odlingsanläggningens omgivning och därmed underlätta framtida fångst). Det finns vissa arts specifika skillnader i miljöer som humlor föredrar [8]. Ifall en humla har pollen i bakbenens pollenkorvar har den redan påbörjat ett bo, och då är det svårt att få den att acceptera ett konstgjort bo. Sådana individer lönar det sig inte att fånga. Ungdrottningar kan samlas in från blommor även på sommaren och hösten, eftersom de flesta av dem är parade.

Det lönar sig att föra drottningarna till uppfödningstrymmet så fort som möjligt. Ifall det av någon orsak fördröjs eller om humlorna måste skickas t.ex. per post, kan drottningarna överleva ungefär en vecka, ifall man matar dem med fuktig sockerdeg (en mängd som till storleken motsvarar en tumnagel). En lägre temperatur saktar ner deras vitala funktioner och matkonsumtion.

De stora europeiska humleproducenterna tar sällan in nya drottningar utifrån i sin uppfödning [4]. Om de gör det, föder de upp drottningarna och bona åtskilt från de huvudsakliga uppfödningsslinjerna i några generationer för att bli av med eventuella patogener de bär.

Märkning av drottningar

Det lönar sig att märka drottningarna så snart som möjligt efter att de förts till uppfödningstrymmet. Genom att märka drottningarna undviker man att senare blanda ihop dem men nya drottningar som föds i bona.

Det bästa sättet att märka humlor är att klistra ett märke på deras rygg. För märkning behöver man en märkningsbur, märken och ett geléaktigt snabblim. Se en video och närmare anvisningar om märkning och hantering av humlor. [Se en video om märkning av humlor.](#)

Vill man hålla noggrannare koll på parningslinjerna eller satsa på förädling bör man också märka drönare.

Startbo och sällskapsbin

De infångade drottningarna är till en början stela efter övervintringen och inte särskilt känsliga för födobrist. Så snart drottningarna kommer igång och börjar bygga bo förändras deras energiåtgång radikalt. Ett dygn utan sockerlösning kan leda till drottningens död, så de bör alltid ha tillgång till sockerlösning. (Se Utfodring av humlor, s. 24).

När infångade drottningar startas, placeras de i egna små startlådor (bild 5) med en boll av pollendeg för äggläggning och utfodring samt sockerlösning.



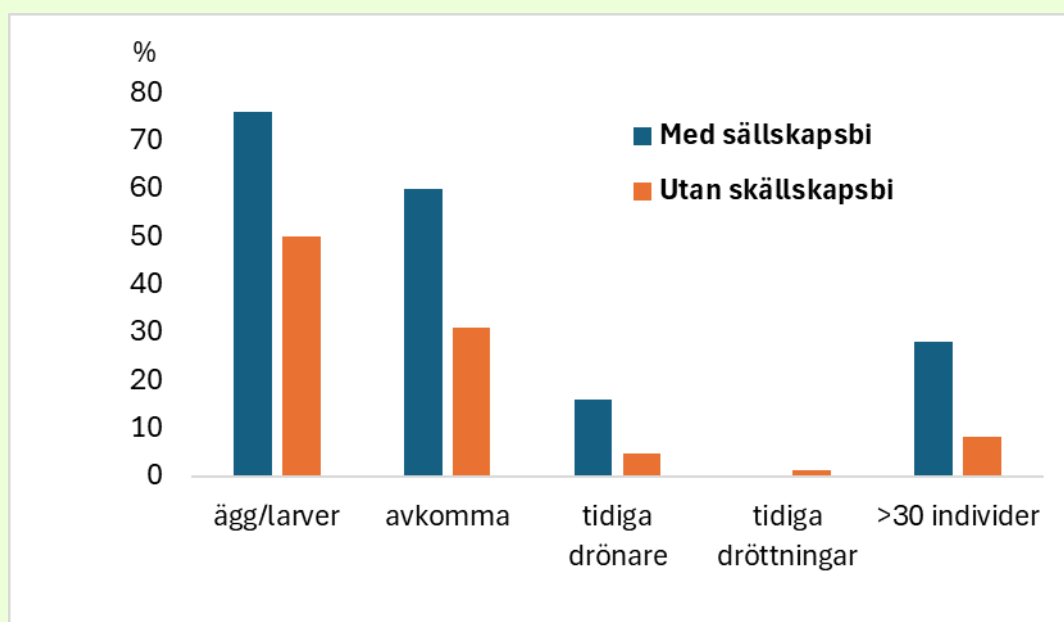
Bild 5. Startbo. Man byter ut sockerlösningen mot färsk lösning med 2–3 dagars mellanrum beroende på matkonsumtionen. En boll av pollendeg placeras i äggläggningsskopen där drottningen vanligtvis lägger ägg och där drottningen och larverna intar föda.

Det lönar sig att ge drottningen en sällskapsdam, dvs. en nyfödd humle- eller biarbetare (eller två). Även om drottningarna kan grunda bo ensam, stimulerar sällskapet drottningens äggläggning och bobyggande och ökar sannolikheten för framgång [4, 5, 9]. Sällskapsbiet bör vara så ungt som möjligt, helst nyfött, eftersom en för gammal arbetare lättare börjar slåss med drottningen och kan döda henne.

Ifall det inte finns några sällskapbin för drottningarna kan de placeras i samma låda i ett par dagar, så att feromonerna påskyndar äggstockarnas utveckling och äggläggningens starten [4, 5]. Det lönar sig ändå inte att hålla drottningar tillsammans i många dagar, för när äggstockarna mognar kan de börja slåss sinsemellan. Tillräckligt med föda och en lämplig temperatur (cirka 27–30 grader) garanterar en snabb utveckling av äggstockarna och därmed starten av bobyggandet [4, 10].

PRAKTISKA ERFARENHETER

Under vår uppfödning år 2024 märkte vi att sällskapsbin kan ha en positiv inverkan på boutvecklingen. Av de drottningar som haft sällskapsbin producerade en större andel ägg och larver och kläckt avkomma än av de drottningar som varit utan sällskapsbin. Därtill producerade drottningar med sällskapsbin oftare drönare i förtid, men däremot inte drottningar. Bon med sällskapsbin uppnådde en storlek på 30 individer dubbelt så ofta som bon med ensamma drottningar. 25 av drottningarna hade sällskapsbin, medan 84 drottningar var ensamma.



Vi konstaterade också att om drottningen erbjuds ett sällskapsbi från ett äldre bo, som redan uppnått sin konkurrenspunkt (dvs. redan hade nya drottningceller), så var sannolikheten för att sällskapsbiet började slåss med henne större. Det är alltså inte endast individens unga ålder som skyddar mot slagsmål, utan hela samhällets utvecklingsfas påverkar.

3.2 Startbofasen

Startlådefasen räcker cirka 4–5 veckor eller tills de första arbetarna föds. Fasen omfattar alla stadier av i humlas utveckling från ägg till vuxen (Bild 6).



Bild 6. Humlans ägg, larv och en puppa som utvecklats till fullbildad form.

Äggläggning

Äggläggningen börjar inom två veckor efter att övervintringen slutat [11–13], men om förhållandena inte är optimala kan äggläggningen senareläggas betydligt. I våra uppfödningar år 2023 observerade vi äggläggning i genomsnitt 22 dagar efter att drottningen flyttats till startboet, men en något högre temperatur i början av uppfödningen kunde ha försnabbat äggläggningen. Äggstadiet varar i ungefär tre dagar.

Drottningar lägger vanligtvis ägg i pollendegsbollen som lagts ut till dem eller i en äggläggingskopp (Bild 7), men många lägger ägg var som helst i startboet. Äggläggningen kan till en början vara svår att upptäcka, och därför bör pollendeg, vaxkonstruktioner eller vaxsmulor inte avlägsnas förrän man är säker på att det inte är fråga om ägg som är täckta med vax. I osäkra fall är det bättre att placera en ny pollendegsboll i boet bredvid den första, ifall den blivit skämd (se Utfodring av humlor. 24). Det säkraste tecknet på att det finns ägg är drottningens ruvningsbeteende (Bild 8).



Bild 7. I den ena bilden har drottningen lagt ägg på pollendegsbollen och täckt dem med vax. Äggen kan vara svåra att se genast efter att de lagts, men de växer med tiden. Bredvid finns också en nektarkopp av ljusare vax som humlor bygger för att förvara maten i.



Bild 8. Pollendegsboll innan äggläggning (vänster), och en drottning som ruvar sina första ägg som den lagt på pollendegsbollen (höger).

Drottningen påbörjar samhället med att lägga två separata och vid olika tider lagda hopar av ägg [4]. Efter denna långsammare fas ökar äggläggningstakten. Efter att de första arbetarna fötts lägger drottningen ägg i jämn takt under resten av sin livscykel (Bild 9).

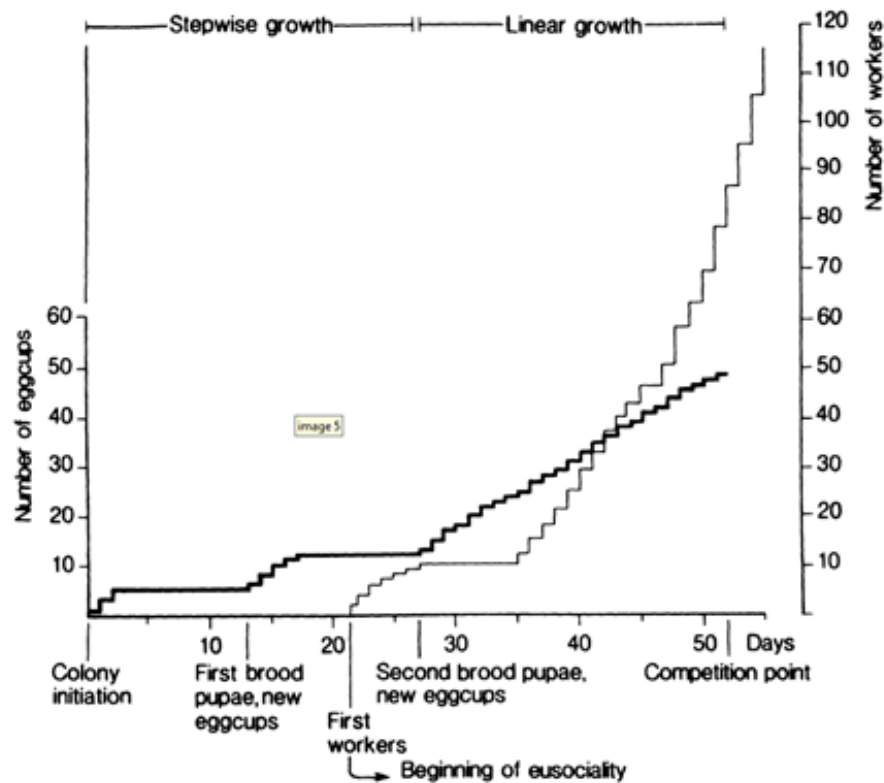


Bild 9. Genomsnittlig samhällsutveckling för den mörka jordhumlan. På den vänstra y-axeln antalet äggkoppar, på den högra y-axeln antalet arbetare och på x-axeln antalet dagar samt kritiska utvecklingsfaser.

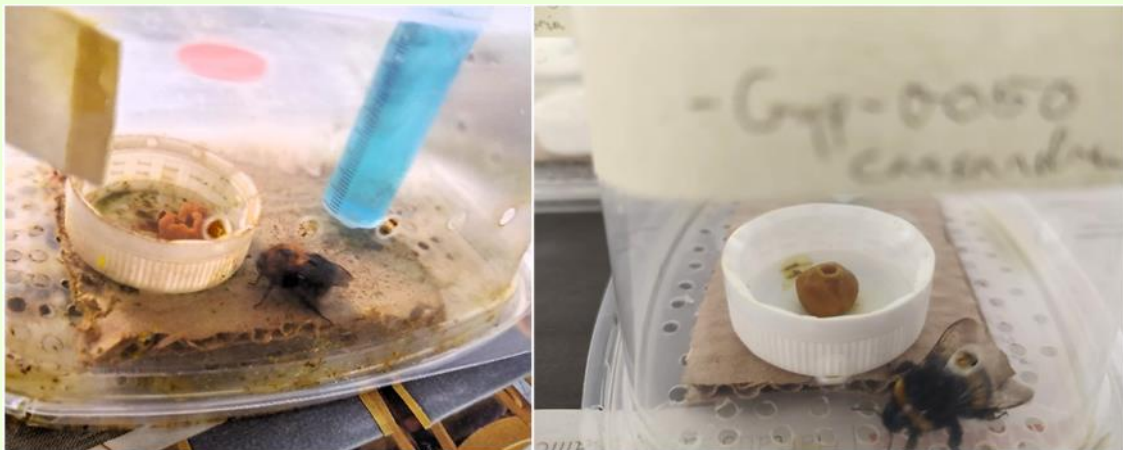
Larver

När larver kläcks från äggen ökar matkonsumtionen fort. Larverna är känsliga för torka och beröring. Drottningen matar larverna och bygger vaxceller till deras skydd. När larverna vuxit och är redo att förpuppas, täcker drottningen vaxcellerna. Larverna förpuppas och förbereder sig för att födas som vuxna individer. I det här skedet är drottningarna de enda vuxna individerna i startlådorna.

PRAKTISKA ERFARENHETER

Drottningar kan i vissa fall äta upp sina ägg (Bild7), lägga nya och äta upp dem igen, vilket vi också erfor i vårt projekt. Det finns vissa orsaker som kan leda till ett sådant ogynnsamt beteende [4]:

- Födan är av dålig kvalitet eller det finns för lite av den, och drottningen äter upp äggen pga. proteinbrist.
- Äggens kvalitet eller kondition kan vara dålig. Om drottningen tror att äggen är odugliga, äter hon upp dem.
- För kalla, varma eller torra förhållanden kan döda äggen, och då äter drottningen upp dem.
- Äggätandet kan också vara ett stressbeteende.



a) Hushumlan har ätit upp sina ägg. b) Drottningen har gjort ett hål att lägga ägg i.

Första arbetarna

Ca 3–4 veckor efter äggläggning föds de första arbetarna [11–13]. Man skiljer nyfödda humlor från vuxna humlor på basis av deras utseende och beteende (Bild 10). Nyfödda har endast lite pigment i sin behåring, så håren är vitskiftande. Det tar cirka en halv dag för behåringen att mörkna. Behåring och vingar är fuktiga efter födseln, men torkar snart. Den nyfödda humlan är hjälplös och klumpig och söker därför skydd under cellverket eller i dess hål och kliver tidvis upp på det för att äta. Sannolikheten för att bli stucken av en nyfödd humla är mycket liten.

I början av uppfödningsscykeln finns det endast startlådor (Bild 11). Efter att de första arbetarna fötts flyttas boet och dess invånare till en större bolåda, så att boet får utrymme att växa. I det här skedet lönar dig sig att kassera dåliga drottningar som inte lägger ägg, så att man inte flyttar dem till större, skrymmande kupor i onödan.

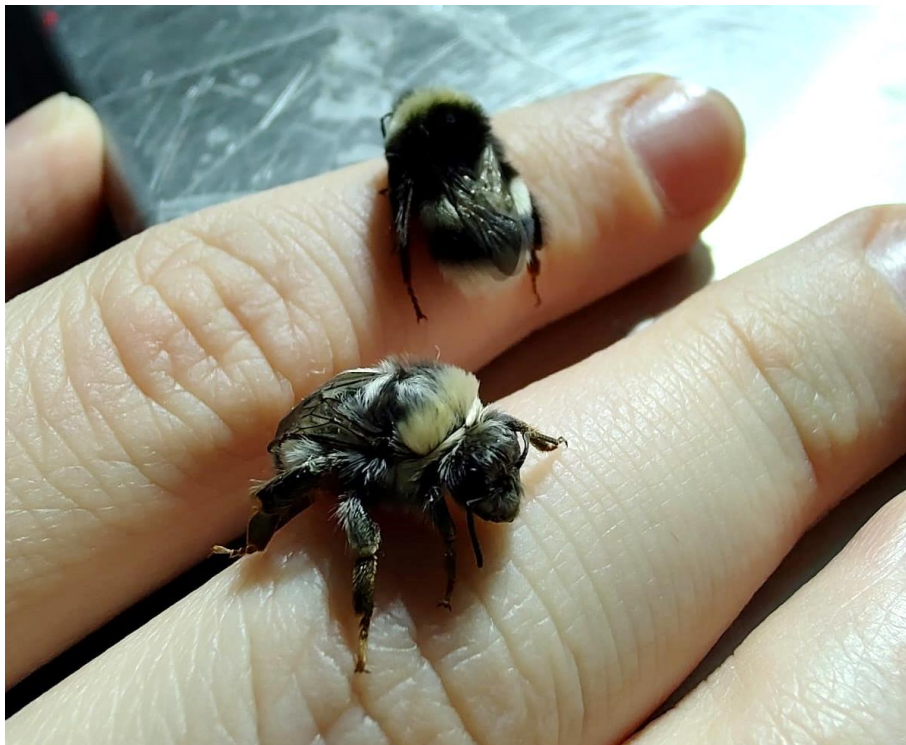


Bild 10. Två nyfödda humlor. Den främre är ännu fuktig i pälsen medan den bakre redan är torr och lurvig.



Bild 11. Drottningarna är startade och placerade i sina egna startlådor för att lägga ägg.

3.3 Fas i stor bolåda

En stor bolåda ger humlesamhället utrymme att växa. Hos kommersiella uppfödare är den stora bolådan ofta densamma som sedan skickas till beställaren (Bild 12).

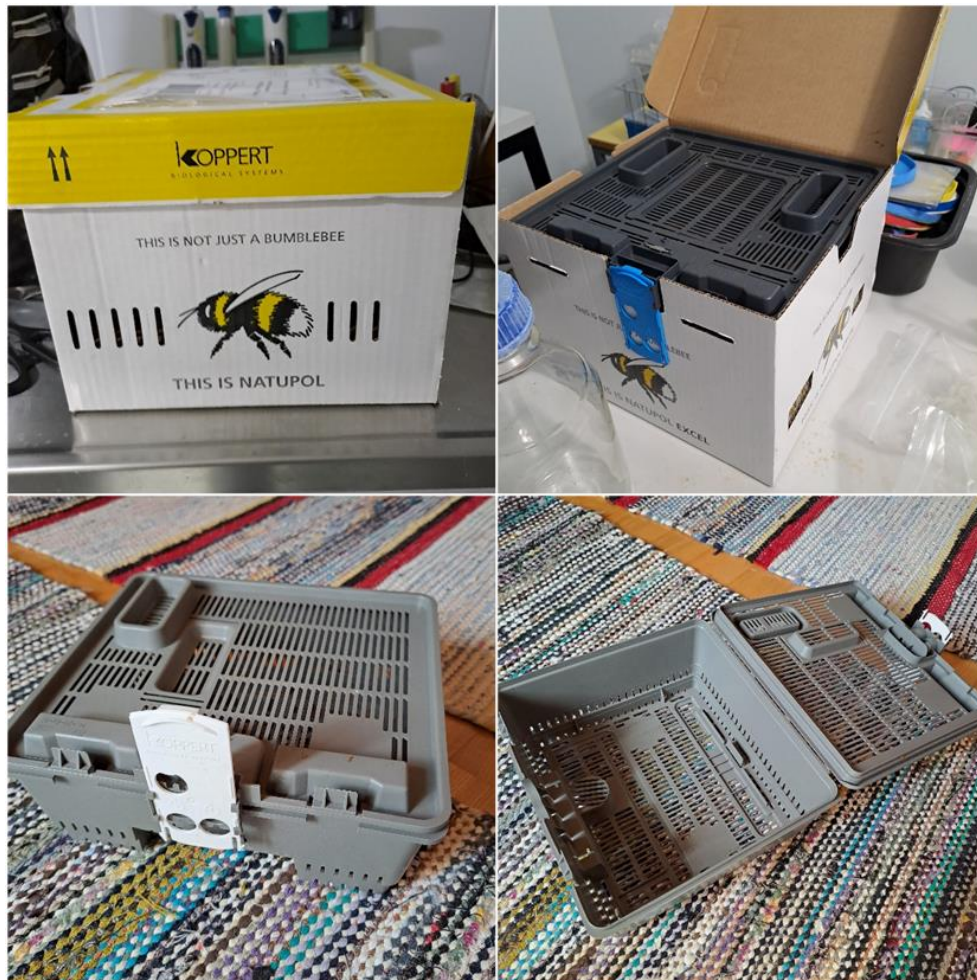


Bild 12. Kommersiell bolåda för humlor.

Att flytta samhället till en större bolåda

[Se video på överflyttning.](#)

[Se video på ett stort humlebo.](#)

Mikroindivider

Humlor som är under en centimeter långa kallas för mikroindivider (Bild 13). Den minsta individen i vårt projekt var 3–4 mm lång. Våldigt små individer kan lätt rymma, eftersom de rymts ut ur mycket små springor i boet. Förekomsten av mikroindivider i boet kan tyda på att mängden eller kvaliteten

på födan är för låg. I startfasen är mikroindivider inte ett problem, eftersom de sköter boet tillsammans med drottningen. Senare kan mikroindividerna vålla problem, eftersom de oftast inte lämnar boet för att leta efter pollen och pollinera, utan stannar kvar för att ta hand om boet [11].



Bild 13. Arbetarnas storlek kan avvika mycket från drottningens. Till vänster en drottning av mörk jordhumla och till höger en mikroarbetare av samma art.

Drottningproduktion

Drottningproduktionen utlöses av några olika faktorer. Den viktigaste av dessa är förhållandet mellan mängden larver och arbetare i boet. När proportionen är lägre än 3:1 (larv/arbetare) producerar boet arbetare, men när proportionen överskrids blir några av larverna drottningar [14]. Proportionen kan variera något mellan olika arter. Hos till exempel hushumlan (*B. hypnorum*) är relationstalet 2.

Den gamla drottningens närvaro hejdar också i viss mån drottningproduktionen. Det förekommer dock variation i dessa faktorer: drottningproduktionen kan börja fast grundardrottningen finns kvar i boet, och en viss proportion mellan larver och arbetare leder inte alltid genast till drottningproduktion.

Kommersiella uppfödare strävar efter att producera så mycket arbetare som möjligt, eftersom ett större antal arbetare garanterar en effektivare pollinering. Om drottningproduktionen startar för tidigt (Bild 14), saktar produktionen av arbetare ner eller så upphör den helt och hållet.

Proportionen mellan arbetare och larver kan manipuleras manuellt. Det lönar sig också att flytta boet och humlorna till en större låda så snart som möjligt, så att drottningproduktionen inte startar i förtid p.g.a. trängsel i boet. Även genetiken har stor inverkan, och när samhällena föråldras påbörjas drottningproduktionen automatiskt (Bild 15).



Bild 14. Ibland börjar drottningproduktionen (vit pil) av okänd anledning redan under den första generationens utveckling. Drottningcellerna är stora och äggformade, medan arbetarcellerna är mindre och rundare.



Bild 15. Drottninglarven kan vara tre gånger större än en arbetarlarv.

Produktion av haploida ägg

När drottningen lägger haploida, dvs. obefruktade, ägg, utvecklas de till drönare. Drönarproduktionen börjar 6–32 dagar efter att de första arbetarna fötts [4, 14]. En ökning i drönarlarvernans mängd – naturligt eller manuellt tillkommen – påskyndar den konkurrenspunkt då arbetarna börjar konkurrera med drottningen. Den allmänna uppfattningen är att produktionen av diploider (honor) inte återupptas efter att produktionen av haploider (hanar) påbörjats, men i själva verket kan åtminstone drottningproduktion ske samtidigt.

PRAKTISKA ERFARENHETER

Drönare kan identifieras med hjälp av vissa kännetecken, t.ex. antennernas längd (längre än hos arbetare), bakkroppens form (rundare än hos arbetare) och pollenborg (drönare saknar dem). Vi fann att formen på bakkroppen var den egenskap som var lättast att använda som basis för identifiering. Identifieringen på basis av antennernas längd var något mer osäker. Ett annat sätt att identifiera en drönare är att fånga den med pincett, trycka den mot bordet och klämma försiktigt på bakkroppen med en penna, så att de inre delarna av drönarens könsorgan avslöjas (ser ut som vit smörja). Drönare kan också kännas igen på bakkroppens päls: drönarnas behåring är fluffigare och riktad mer utåt, vilket gör att en drönares kontur ser mer diffus ut än en arbetares, vars hår är mera tydligt indelat i kroppssegment och ser ut att vara kammat mot kroppen. Frånvaron av pollenborgar var svårt och tidskrävande att fastslå. Utöver dessa kännetecken fann vi att drönarna hade ett stort behov av att lämna boet. Rymlingarna var i 95 % av fallen drönare.



Bilder: Paukkunen 2019. Humlarnas levnadsätt och identifiering av arter.

Arbetarkonkurrens

Arbetarkonkurrensen är en fas som infaller mycket nära början av drottningproduktionen. Arbetarna börjar äta drottningens ägg och försöker lägga sina egna icke-befruktade ägg, för att konkurrera med drottningen [4, 14]. Konkurrenspunkten nås ungefär en månad efter det att de första arbetarna fötts, vanligtvis först efter att de första drottninglarverna utvecklats och efter produktionen av de första haploida äggen. En riklig mängd arbetare och närvaron av drönare tidigarelägger dock konkurrenspunkten.

Det är ogynnsamt för uppfödningen om konkurrensunkten infaller för tidigt, särskilt i kupor avsedda för försäljning, eftersom arbetarna då äter upp äggen och inte sköter ynglen, vilket gör att arbetarproduktionen lider. Det lönar sig att observera den individuella utvecklingen av boet för att förutsäga boets användbarhet för pollinering, och vid behov påverka boudvecklingen, t.ex. genom att erbjuda humlorna i tid en större bolåda, särskilt om man vill skapa större samhällen.

Boets slut

Med tiden kommer arbetarna att konkurrera ut drottningens egen äggproduktion, och slutligen producerar boet endast drönare, oavsett i vilket utvecklingskede grundardrottningen är. Till slut dör samhället ut när den gamla drottningen dör och arbetarna föråldras. I naturen dör samhällena på grund av miljöfaktorer när hösten framskrider.

4. Manipulation av samhällen

Humlesamhällen kan delas och slås ihop på samma sätt som bisamhällen. Ett litet samhälle lönar det sig inte att dela, men man kan till exempel ta ett tiotal yngelceller och placera dem i en ny bolåda med några arbetare. I ett sådant bo kan man placera en drottning som väckts eller fångats i naturen. I vårt projekt började de nyinfångade drottningarna snabbare lägga ägg i avläggare än om de endast fick en pollendegsboll (inom ungefär en vecka). Utvecklingen var även annars snabbare, och boet hann producera flera arbetare innan drönarproduktionen kom i gång.

Man kan också slå ihop humlesamhällen. Tidigare har man slagit ihop samhällen av den ljusa jordhumlan genom att söva ner dem med etylacetat och avlägsna drottningen från det ena samhället och sedan placera båda samhällena i en och samma bolåda. Arbetarna slogs inte utom lite i början, och livet i boet fortsatte bra. Förmodligen ändrade etylacetatet lukterna i samhällena såpass mycket att lukten av det främmande samhället inte längre störde humlorna. Samhället utvecklades väl.

Man kan också ge enskilda larvceller till drottningar som startas för att påskynda drottningens äggläggning och väcka vårdinstinkten. I vårt projekt märkte vi att vissa drottningar lät bli att lägga ägg i till och med flera veckor, men när de fick en larvcell började de genast lägga ägg.

PRAKTISKA ERFARENHETER

Vi beställde två lika stora och en månad gamla humlesamhällen för vår uppfödning. Med dem testade vi hur bolådans storlek påverkade påbörjandet av drottningproduktionen. Det ena samhället flyttades över i en stor bolåda, det andra i en mindre bolåda. Det första började aldrig producera drottningar, medan det andra påbörjade drottningproduktionen mycket snart. Bolådans rymlighet är därmed en faktor som påverkar påbörjandet av drottningproduktionen.

I ett bo upptäckte vi att drottningen genast i början producerade en ny drottning, i motsats till det vanliga, men fortsatte sedan en normal arbetarproduktion. Vi upptäckte också att drottningproduktionen återupptogs i vissa bon efter att drönarproduktionen påbörjats.

5. Utfodring av humlor

5.1 Sockervatten

Recept

Som utfodring använde vi en 50-procentig sockerlösning. Man kan också använda en 60-procentig sockerlösning. Fördelen med den senare är en längre hållbarhet och större energikoncentration, men den kan också kristallisera sig snabbare och då bli oanvändbar för humlorna. Humlorna äter sockerlösning direkt från utfodringsystemet men lagrar också sockerlösning i nektarceller som de bygger. I naturen fyller de cellerna med nektar.

För att förebygga jäsning av sockerlösningen tillsatte vi konserveringsmedel, natriumbensoat, enligt anvisning [15–17]. Konserveringsmedel är viktigt särskilt vid tillverkning av större mängder sockerlösning som förvaras i en större behållare i varma uppfödningstrymmen.

Man kan också tillsätta lite livsmedelsfärg i sockerlösningen för att lättare hålla koll på foderåtgången både i vanligt och i rött ljus. Tack vare livsmedelsfärgen sparar man tid då man med en snabb titt kan bedöma bonas foderläge. Utan färg kan en tom och en full foderspruta se förvillande lika ut. Blå karamellfärg i sockerlösningen gör det lättare att bedöma mängden sockerlösning i rött ljus (Bild 16).

50-procentig sockerlösning (1:2 w/v*)

1 del kristallsocker (t.ex. 400 g)

2 delar vatten (t.ex. 800 ml)

½-1 konserveringstablett (natriumbensoat) per liter färdig sockerlösning

Värm upp vattnet. Lös upp socker och konserveringsmedel i vattnet. Av 400 g socker och 800 ml vatten blir det ca 1,2 liter färdig sockerlösning. Serveras avsvalnad till humlorna avsvalnad. Förvaras i kylskåp. Jäst sockerlösning får inte serveras till humlorna.

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

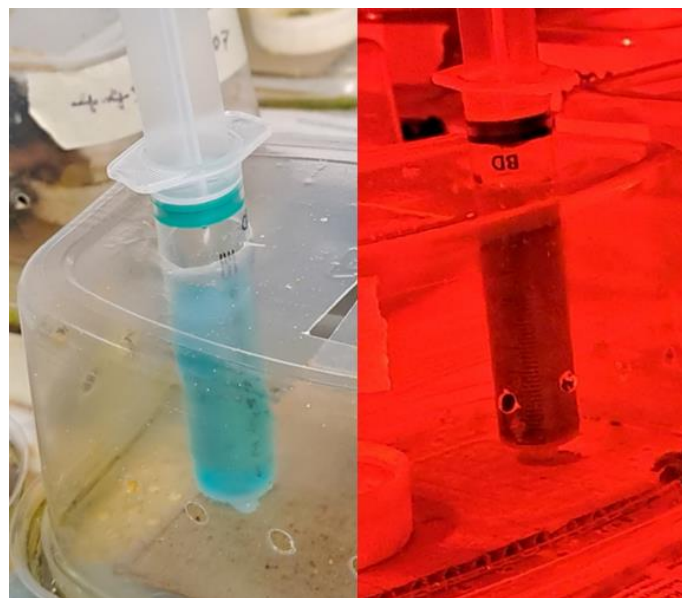


Bild 16. Blå mat färg har tillsatts i sockervattnet så att sockervattnet syns bättre under rött ljus.

Åtgång

Många faktorer påverkar åtgången av sockerlösning, t.ex. humlearten och individuella skillnader i aktivitet. Därför är följande siffror på åtgång endast riktgivande:

	Åtgång ml / dygn
Startbo (endast drottning)	1
Minibo (1–9 individer)	5
Litet bå (10–29 individer)	125
Medelstort bo (20–50 individer)	250

Med hjälp av de här siffrorna kan man göra en grov bedömning av sockeråtgången beroende på mängden drottningar, längden på de olika utvecklingskedena och mängden bon i olika utvecklingskedan. Här ett exempel där man börjat med 100 drottningar:

- 100 drottningar i startbon, drottningfasen 10 dagar = 1,0 l
- 25 drottningar dör -> 75 blir minibon, längd på fasen 28 dagar = 10,5 l
- Utvecklingen stagnerar i 20 minibon -> 55 små bon, längd på fasen 21 dagar = 144 l
- 35 säljs som små bon -> 20 fortsätter utvecklas till medelstora bon, längd på fasen 7 dagar varefter de säljs. = 35 l

Åtgången sockerlösning allt som allt ca 191 l, alltså ca 64 kg socker.

- därtill tillsätts 1,5 liter sockerlösning som vägkost i alla sålda humlebon = 83 l, alltså ca 28 kg socker.

Allt som allt är åtgången socker alltså 92 kg.

Alternativ

Vuxna humlor behöver kolhydrathaltig föda. Vilda humlor förser sig med kolhydrater genom att samla nektar från ett mångsidigt urval växter. Växternas nektar innehåller olika sockerarter som glukos, sukros och fruktos. Nektarns sammansättning varierar hos olika växtarter. Sockerhalten kan variera mellan 10 och 70 procent [18]. Vid kommersiell humleuppfödning kunde man överväga om man borde mata humlorna med en sockerlösning bestående av olika sockerarter. Man kunde till exempel ge dem en invertsockersirap på olika sockerarter som man kunde späda ut till önskad vattenhalt [19].

PRAKTISKA ERFARENHETER

Humlorna ska alltid ha sockerlösning till sitt förfogande. Vi hittade ibland döda drottningar på bobotten en dag efter att vi inspekterat dem, och ofta var orsaken att sockerlösningen tagit slut. Utan sockerlösning kan drottningen dö på mindre än ett dygn. Ibland kan humlorna täppa till matningshålet med pollen eller vax och på så sätt själva hindra sig från att få föda. Vi vet inte om de täpper till hålet avsiktligt eller om det sker av misstag när de dricker sockerlösning med pollendeg i "mungiporna". Det lönar sig alltså att alltid kontrollera att matningshålet är öppet och rent, eller att använda ett matningssystem som inte kan täppas till..



5.2 Pollen

Recept och starten

När man gör pollendegen måste man pröva sig fram för att hitta en lämplig proportion av pollen och sockerlösning, eftersom pollenets torrhetsgrad påverkar mängden vätska som behövs. En lämplig pollendeg känns som varm modellera.

För att starta boet används en pollendeg som drottningen brukar lägga sina första ägg i och täcker dem med vax. När larverna utvecklas matar drottningen dem med pollendeg. Ibland kan drottningen lägga ägg, äta upp dem, lägga nya ägg och äta upp dem igen och fortsätta sitt märkliga beteende.

Ibland har drottningen sönder bollen, vilket gör att hon inte längre kan lägga ägg i den. Då är det bäst att ta bort den krossade bollen när man lägger in en ny, för den gamla degen härsknar med tiden om den lämnas kvar i boet. Degbollen kan med tiden också torka, vilket gör den oduglig som äggläggningsunderlag (Bild 17). Därför bollen värt att ändra var 2–3 dag, om inga ägg har lagts på den. Ifall pollendegen blir mörkare till färgen är det ett tecken på att den torkat. Långa pincetter är bra verktyg för ändamålet.

Pollendegen

1 del 50-procentig sockerlösning

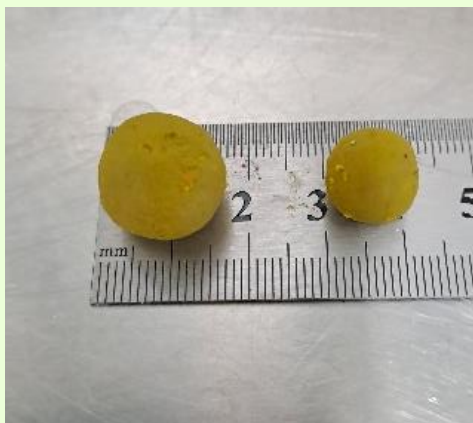
2 delar finmalt pollen

Finmal pollenet och tillsätt det i sockerlösningen. Blanda degen tills den är jämn. Tillsätt pollen tills du kan rulla degen till en boll utan att det nämnvärt kladdar mellan fingrarna.



Bild 17. Projektet testade effekten av torkning på utseendet av pollen. Pollenbollar gjordes en per dag i 24 dagar och lämnades vid rumstemperatur. Pollen torkar med tiden och övergår från ljusgul (nederst till vänster) till mörkbrunt (överst till höger).

PRAKTISKA ERFARENHETER



I vår uppfödning märkte vi att drottningarna verkade mest nöjda med pollendegsbollar som vägde ca 4 g och var ca 20 mm i diameter. I början gjorde vi mindre bollar, men de torkade snabbare och drottningarna var inte så villiga att lägga ägg i dem. När vi senare ville bromsa tillväxten av några humlebon med 10–25 individer, matade vi dem med en mindre pollenboll varannan dag.

Att öka utfodringen

I början konsumeras inte mycket pollen. När drottningen lagt sina första ägg och larverna börjar utvecklas, ger man dem en mängd pollendeg som motsvarar 1/3–1/5 av larvcellernas volym (mängden varierar p.g.a. olika faktorer som påverkar åtgången av föda). Man kan ge dem pollenföda varannan dag. En paus på ett par dagar i pollenutfodringen förstör ännu inte boet, men gör att larvernas utveckling störs och blir långsammare.

När det finns 10–15 arbetare i boet och man flyttar samhället till en större låda, matkonsumtionen ökar upp till 20–40 gånger. Man kan mata humlorna med pollen i stället för pollendeg. Med pollendeg är det lätt att kontrollera födomängden, och pollenbollar är lätta att hantera, men pollen är lätt att ge och att dosera beroende på åtgång. Malet pollen lämpar sig som sådant dåligt för utfodring, eftersom det härsknar snabbare och lätt faller ner genom boets bottengaller. Arbetarna kastar bort en del pollen, så man ska vara beredd på svinn. Det lönar sig att ge ordentligt med mat men inte överdriva, så att det inte blir mycket svinn och så att det inte blir mycket pollen som härsknar i bona.

Ifall man vill göda upp samhällen fort lönar det sig att mata dem dagligen. När samhället växer till 10 individer och uppåt, ökar födoåtgången märkbart. Den optimala mängden föda lär man sig genom erfarenhet. Ifall man matar humlorna för mycket pollen, kan det utlösa en för tidig produktion av drönare och drottningar. Särskilt den ljusa jordhumlan (*Bombus lucorum*) är känslig beträffande födomängden och dess kvalitet. Efter äggläggningen lönar det sig att mata ljusa jordhumlor med pollen i stället för pollendeg. Vi lärde oss dock nyligen att förhållandet mellan arbetarnas mängd och yngelmängden i humlesamhället är avgörande för huruvida drottning- och drönarproduktionen sätts igång. Detta behöver studeras ytterligare.

Kvalitet och hygien

Enligt forskning är färskt pollen livsviktig föda för humlor och för samhällets utveckling [20, 21]. Perga (bibröd) eller pollensubstitut i form av jäst ger inte en lika gynnsam samhällsutveckling som pollen. Också färskfryst pollen fungerar bra. Pollenet ska gärna ha ett mångsidigt växtursprung. Torkat pollen duger åtminstone åt den mörka jordhumlan som är mindre känslig gällande sin föda, men resultaten blir också där bättre med färskt pollen. Det lönar sig att ta kontakt med traktens biodlare och fråga ifall de skördar pollen från sina bikupor.

Hygienen är en faktor som bör beaktas vid anskaffning av pollen eftersom pollenet är den andra betydande vektorn för sjukdomar vid sidan av pollinerare [22]. Pollenet kan bestrålas för att förstöra eventuella patogener. Man får absolut inte mata humlor med pollen från sjuka bikupor.

Åtgång

Vi använde ca 4 kg pollen för utfodringen av 120 humlebon, men vi var onödigt försiktiga med utfodringen för att förhindra en för tidig produktion av drottningar, så en optimal pollenåtgång är förmodligen större än så.

Födoåtgången påverkas av ett antal faktorer, bl.a. skillnader mellan olika humlearter. Till exempel skogsjordhumlan, den ljusa jordhumlan (lundjordhumlan) och stenhumlan behöver mindre mängder pollen än den mörka jordhumlan. Även inom samma art kan födobebehovet variera kupor emellan, eftersom t.ex. humlornas aktivitet och en högre temperatur ökar födoåtgången. Sjukdomar och en lägre temperatur å sin sida minskar födoåtgången. Det lönar sig att börja öva uppfödning av humlor med en enda humleart, för att eventuellt ta in en art till när man börjar ha koll på hur det fungerar.

Alternativ

Ifall man inte har tillgång till färskt pollen kan man använda vissa pollensubstitut för honungsbin som duger väl också som foder för humlor [21]. Ett annat alternativ är att flytta ut boet när drottningen börjat lägga ägg då hon kan samla in pollen själv från naturen. Det förutsätter dock att temperaturen inte sjunker till noll eller minusgrader under natten. Ifall man har tillgång till pollen lönar det sig att flytta ut boet först när de första arbetarna kläckts.

6. Parning, övervintring och väckning av humlor

6.1 Parning

Tidpunkt för parning

När nya drottningar och drönare föds i boet, plockas de ut för parning. Drottningar och drönare ska vara könsmogna innan de paras. För drottningar av arten mörk jordhumla är parningen möjlig när de är 2–11 (i genomsnitt 6) dagar gamla, och för drönare när de är 6–27 (i genomsnitt 12) dagar gamla [23, 24]. När drottningens ålder överstiger en vecka sjunker möjligheten för en lyckad parning avsevärt.

Nya drottningar och drönare bör avlägsnas från bona ifall man vill undvika att de blandas ihop med äldre individer. Nyfödda individer skiljer sig från de äldre både till utseende och beteende. De måste få tillgång till sockerlösning och pollen. De individer som är redo för parning förs till parningsutrymmet.

Parningsutrymme och förhållanden

Parningen går lätt att genomföra i en parningsbur. Man kan själv bygga en bur i en lämplig storlek för sina behov av trä och metallnät (Bild 18). Burar kan också köpas färdiga [25, 26]. Om man använder burar med tygnät, bör man inte lämna individer i dem i flera dagar, eftersom humlor kan äta sig igenom nätet. Metallnät är att rekommendera på grund av sin hållbarhet och för att det är lättare att hålla rent.

Alternativt vid större produktionsmängder kan man använda ett separat parningsrum, och för ett mindre antal parningar kan en stor bolåda också räcka [27]. Fördelen med ett parningsrum är att man inte behöver bry sig om individernas ålder. Man kan föra bona med nya drönare och drottningar in i rummet, öppna flygöppningarna och låta humlorna para sig fritt när de är i lämplig ålder. På golvet kan man lägga ut en utfodringsstation och en jord- eller torvhög där parade drottningar kan söka skydd. De är lätta att plocka fram ur mullhögen.

Humlorna ska ha tillgång till föda och parningsutrymmet bör lysas upp av antingen naturlig eller artificiell ljus. För vårt projekt räckte stark takbelysning. I naturen parar sig humlor utomhus under dagtid. Parningen kan ske i rumstemperatur.



Bild 18. Olika parningsalternativ för humlor. Man kan själv bygga en bur av t.ex. trä och metallnät, som ett norskt humleuppfödningföretag har gjort (till vänster), eller så kan man bygga ett helt parningsrum (uppe till höger). Burar kan också köpas (nere till höger).

PRAKTISKA ERFARENHETER

Parade drottningar brukar inte flyga mycket och är därför lätta att plocka ut ur buren. I den norska uppfödninganläggningen plockades de parande paren upp med pincetter och lades i en burk med lock (det finns en stor risk för att parningen störs, så var försiktig!) När locket lyftes, flög drönarna iväg för att leta efter en ny ungdrottning, och de parade drottningarna blev kvar på botten av burken.



I en uppfödninganläggning i Polen finns ett separat parningsrum där humlor kan flyga och para sig fritt. Parade drottningar söker sig till en jordhög på golvet där de är lätta att plocka upp. Drönare kan lämnas i en parningsbur eller ett parningsutrymme till nästa dag, i väntan på nya drottningar att para sig med, så länge de har tillgång till mat.

Parning

Det tog några minuter för våra drottningar att lära sig flyga i en parningsbur. Humlorna kan flyga omkring ett tag när de letar efter en partner. Samtidigt uppvaktar drönarna drottningarna [28]. Man kan låta humlorna para sig fritt bara man väljer drönare som inte är släkt med ungdrottningarna. För den mörka jordhumlan och hushumlan (*Bombus hypnorum*) varar parningen mellan 20 och 40 minuter [29, 30], men några av våra drottningar parade sig i endast några minuter (största delen av sperman överförs till drottningen under de första två minuterna [29]). Parningen tar längre tid om drönaren redan parat sig innan.

Det lönar sig att lämna humlorna i parningsburen i minst några timmar (år 2024 lämnade vi dem i parningsburen i fyra till fem dagar, vilket underlättade arbetet) eftersom parningen ibland misslyckas eller avbryts, och då har individerna tid att försöka igen (Bild 19). Drottningen kanske avvisar det första uppvaktningsförsöket men accepterar det senare. De europeiska arternas honor parar sig vanligtvis bara en gång, men det finns undantag, som hushumlan [5, 31]. Drönarna kan para sig med flera ungdrottningar. Drönarnas olika egenskaper och tidigare parningar kan påverka drottningarnas övervintring och fortplantningskapacitet [32, 33], och därför är det önskvärt att man väljer ut drönarna för parningen. Ifall man vill ha närmare koll på släktlinjerna, bör drottningar och drönare märkas med lappar eller märkningstusch innan de placeras i parningsburen, ifall man använder individer från olika bon (Se Märkning av drottningar, s. 11).



Bild 19. Humlor som parar sig.

PRAKTISKA ERFARENHETER

Ca en tredjedel av våra parade drottningar övervintrade. Antalet är inte stort. Ibland kan parningen misslyckas av olika skäl. Tecken på att parningen misslyckats:

- 1) Ingen parning sker. Det kan hända att det i parningsburen finns individer av olika arter (vi rekommenderar att man använder sig av en humleexpert eller DNA-streckkodning för att artbestämma dem) eller att individer är för gamla eller för unga eller har något annat problem. Var noga med bestämning av art och individernas ålder!
- 2) Drottningen dör inom två dagar efter parningen. Det kan hända om honan är för liten jämfört med hanen, så att hanen fastnar och sliter sig loss och därmed skadar honan.
- 3) Rastlös parning där hanen sprattlar eller trummar på honan. Vi vet inte varför hanen trummar, men en lugn och stilla parning verkar bli mera framgångsrik ([Se video av parning](#)).

6.2 Övervintring

Övervintring är en nödvändig fas för att drottningen ska kunna lägga ägg (även om det finns fall och studier där humlor börjat lägga ägg efter parning även utan övervintring [34]). Olika faktorer före övervintringen, t.ex. drottningens vikt och ålder [35], kan påverka hur övervintringen lyckas och sannolikheten för att hon överlever.

Hur man förbereder drottningar för övervintring

De parade drottningarna göds (de alltså ges alltså rikligt med mat) under några dagar före de ska gå i dvala, eftersom de förbereder sin kropp för övervintringen. Drottningar som väger mindre än 0,6 g överlever inte övervintring [36]. Vi kom fram till två alternativa rekommendationer för att förbereda mörka jordhumlor för övervintring. I den ena räcker det med fyra dagars gödning, och sedan kan drottningarna genast placeras i övervintringstemperatur [5]. I den andra rekommenderas 2–4 veckors gödning samtidigt som temperaturen långsamt och jämnt sänks till övervintringstemperatur [4].

Under eller efter gödningen placeras drottningarna antingen i egna behållare eller flera drottningar i samma behållare (i det här skedet slåss de inte längre mot varandra). Behållaren kan vara t.ex. en plastburk med hål eller en tändsticksask [4, 37] där luften kan cirkulera. Vi använde till en början fuktat hampaströ, men insåg senare att drottningar inte behöver strö eller annat material i sina behållare. Ju mindre fuktbindande material runt drottningen desto bättre.

Övervintringsförhållanden och tid

Övervintringsutrymmet ska vara mörkt. Den optimala temperaturen ligger mellan 2 och 5 plusgrader [5, 38]. En temperatur på 2,5 grader leder till den högsta överlevnadsprocenten, åtminstone hos *Bombus ignitus* [31]. Luftfuktigheten ska vara mellan 70 % och 80 % [4, 5, 39, 40]. Under övervintringen finns det en risk för att drottningen torkar ut eller möglar. Det kan vara svårt att uppnå en optimal fuktighet, men övervintringen kan också lyckas med en något lägre luftfuktighet. Temperaturen bör inte avvika från rekommendationen, eftersom drottningarna då antingen inte sjunker i dvala eller fryser till is.

Den optimala tiden för övervintring av drottningar är 3–4 månader [4, 5]. Möjligheten för drottningar att överleva minskar ju längre övervintringstiden blir [41, 42]. Övervintringen kan dock vara kortare än 2–8 månader (Bild 20) [4, 5, 28, 36, 41–43], vilket är en fördel när man tajmar uppfostringen av humlegenerationer vid kontinuerlig uppfostring av humlor året om (Se Uppfostringens cykliskhet och timing, s. 38).



Bild 20. Den optimala övervintringstiden för parade drottningar är 3–4 månader. Två månader kan vara tillräckligt. Drottningar kan övervintra i upp till 9 månader. Drottningarnas förutsättningar att överleva minskar dock när övervintringstiden förlängs.

PRAKTISKA ERFARENHETER

Först prövade vi övervintra drottningar som götts upp under fyra dagar. Överlevnadsprocenten var endast 25 %. Den dåliga framgången påverkades också av problemen med att upprätthålla optimala förhållanden i övervintringsutrymmet. Till en början använde vi ett miljösimuleringskåp med justerbar temperatur och fuktighet, men utrustningen kunde inte upprätthålla de föreskrivna förhållandena och fuktigheten varierade kraftigt och sjönk tidvis till 40 %. Samma sak hände i kylrummet. Till slut använde vi ett vanligt kylskåp med temperaturen justerad till önskad nivå (bild). Ett lågt vattenfat längst nere i kylskåpet höll utrymmet fuktigt fast det uppnådde inte den rekommenderade luftfuktigheten på 70–80 %. På så sätt fick vi stabila övervintringsförhållanden för slutet av övervintringen. Vi misstänker att upprätthållandet av en högre luftfuktighet skulle kräva mera aktivt arbete, till exempel genom att regelbundet spreja vatten i kylskåpet.



Man bör ändå vara försiktig med fuktningen: I vårt tredje övervintringsutrymme fuktade vi förmodligen för mycket, eftersom flera drottningar möglade.

En humleuppfödare tipsade oss om ett annat sätt att övervintra humlor. Där läggs drottningarna i egna filmburkar eller liknande behållare med lite fuktat kokoskross. Burkarnas lock har flera hål för ventilation. Alla burkar placeras upprätt i en plastlåda som flyter i en större plastlåda fylld med vatten. Temperaturen i kylskåpet är till en början cirka 6 grader och sedan efter en månad 0–4 grader ända fram till slutet av övervintringen. Den här metoden hann vi inte testa.

6.3 Väckandet

Efter övervintringen kan drottningarna genast tas fram i rumstemperatur. Då vaknar de inom cirka tio minuter (det lönar sig ändå att kontrollera orörliga drottningar efter t.ex. en halvtimme, för en del kan vakna långsammare). Studier har också visat att koldioxid är fördelaktigt när det gäller att förkorta övervintringen av drottningar och att aktivera äggläggning [44], men det använde vi inte i det här projektet.

Det lönar sig att märka drottningarna så fort de vaknat, när de ännu är stela och långsamma i sina rörelser (Se Märkning av drottningar, s. 11). När drottningar senare lägger ägg och nya drottningar föds, blandar man inte ihop dem. Detta är särskilt viktigt i början när man koncentrerar sig på förädlingen av stammen.

Drottningarna ska omedelbart matas, alltså ha tillgång till sockerlösning och pollen. Det kan göras på två sätt [4, 5, 9, 10]:

- 1) Om det finns unga, till och med nyfödda, sällskapsbin eller -humlor att erbjuda drottningarna, kan drottningarna läggas i startlådor tillsammans med sällskapsbina. Sällskapsbina stimulerar drottningens ägglägningsbeteende och hjälper senare till att sköta ynglen. Stenhumlan (*Bombus lapidarius*) verkar ha lätt för att komma igång och har stor nytta av att förutom sällskapsbin omedelbart få en cell med larv att ta hand om.
- 2) Ifall man inte har sällskapsbin, kan drottningarna placeras i samma låda i ett par dagar. Drottningarnas feromoner kan stimulera äggstockarnas utveckling och ägglägningsstarten. Drottningarna bör ändå inte hållas tillsammans i många dagar, eftersom de kan börja slåss då äggstockarna mognar.

Tillräckligt med mat och en lämplig temperatur (cirka 27–30 grader) garanterar en snabb utveckling av äggstockarna och därmed start av bobygandet.

PRAKTISKA ERFARENHTER

År 2023 flyttade vi 68 parade drottningar till övervintringsförhållanden efter fyra dagars gödning. Drottningarna placerades i perforerade plastburkar med hampströ i ungefär 4 graders temperatur (beakta att vi i början hade problem med övervintringsapparaturen). Vi väckte drottningarna genom att flytta dem direkt från kylan till rumstemperatur efter en 4–5 månader lång övervintring. Endast 17 % överlevde och tyvärr var många döda och mögliga. En av burkarna innehöll en suspekt mörkbrun smörja, men till vår glädje var en av burkens invånare vid liv och återhämtade sig. Märkta drottningar placerades i samma genomskinliga, perforerade plastlåda och serverades mat. Vi kontrollerade senare de drottningar som inte genast vaknat upp, för att försäkra oss om att det inte fanns levande individer bland dem. De döda exemplaren djupfrysades, och de som överlevt fördes till en början till ett uppfödningrum med en temperatur på 26 grader och en luftfuktighet på 60 %. Efter ett par dagar i samma plastlåda placerades drottningarna i egna startlådor, och efter ett par veckor höjdes temperaturen till 29 grader.



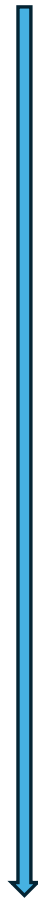
År 2024 övervintrade vi 24 drottningar. Drottningarna göddes i kylrummet i två veckor, och under tiden sänktes temperaturen var tredje dag mot övervintringstemperaturen, dvs. fyra grader. Luftfuktigheten var cirka 70 %. Efter två veckor placerades drottningarna i tändsticksaskar med ca 70 % flock, och askarna placerades i övervintringskylskåpet. Drottningarna väcktes i oktober efter två månaders övervintring. Ingen av dem överlevde. Den här gången var det antagligen torkan som dödade drottningarna.

7. Cykliskhet och tidshantering vid uppfödning av humlor

7.1 Uppfödningens cykliskhet

Uppfödningens verksamhet inleds på våren, eftersom som det är den bästa tiden att fånga humledrottningar för uppfödning (Se Fångsten, s. 11). Särskilt i början av uppfödningens verksamhet måste man fånga drottningar i naturen, eftersom de ännu inte går att få tag på på annat sätt. På våren är alla individer som hittas också med säkerhet drottningar. I fortsättningen lönar det sig att själv försöka föda upp en så stor del som möjligt av nästa generationers humledrottningar, eftersom fångandet av vilda individer i längden kan försvaga vilda populationer och andra generationens uppfödda humlor genetiskt är bättre lämpade för uppfödningförhållanden. Därtill är det dyrt att integrera nya drottningar i uppfödningen, eftersom de måste hållas i en separat uppfödninglinje under några generationer för att undvika spridning av eventuella sjukdomar till hela uppfödningen. Det förutsätter skilda utrymmen och redskap för nya drottningar. Den norska humleuppfödaren Bombus AS fångar in nya humlor i naturen ungefär vart fjärde år för att upprätthålla den genetiska mångfalden [5].

När uppfödningen inleds på våren, i april–maj (dvs. de infångade drottningarna "startas", se kapitel Startande av drottningar), börjar bona producera nya drottningar och drönare. Efter omkring två till tre månader är samhällena vanligtvis av lämplig storlek för pollinering (olika faktorer som mängden av och tillgången till pollen samt temperatur i uppfödningstrymmet påverkar hur snabbt boet utvecklas). Nya drottningar kan därmed paras i juni–augusti (ibland producerar bona drottningar och drönare i förtid och ibland långt in på hösten). Efter parningen övervintras drottningarna. Övervintringen kan ta mellan två och nio månader, men den optimala tiden är mellan tre och fyra månader (Se Övervintring av drottningar, s. 34). Då väcks drottningarna i september–december, och strax efter väckningen startas de. Så börjar följande cykel där nya drottningar och drönare är redo att para sig och ge upphov till nya bon som kan användas för pollinering under vintern (Bild 21).



	1. sats	2. sats	3. sats
April	Fångst av drottningar och startfasen		
Maj	Överföring till stor bolåda		
Juni			
Juli			
Augusti	Parning och övervintring		
September			
Oktober			
November	Väckning av drottningar och startfasen		
December	Överföring till stor bolåda		
Januari			
Februari			
Mars	Parning och övervintring		
April		Kompletterande fångst av drottningar och startfasen	
Maj			
Juni	Väckning av drottningar och startfasen	Överföring till stor bolåda	
Juli			
Augusti	Överföring till stor bolåda	Parning och övervintring	
September			
Oktober	Parning och övervintring		
November		Väckning av drottningar och startfasen	
December			
Januari	Väckning av drottningar och startfasen	Överföring till stor bolåda	
Februari			
Mars	Överföring till stor bolåda	Parning och övervintring	
April			Kompletterande fångst av drottningar och startfasen
Maj	Parning och övervintring		
Juni		Väckning av drottningar och startfasen	Överföring till stor bolåda

Bild 21. I bästa fall finns det många uppfödningssyklar samtidigt och samhällen i olika utvecklingsfaser.

7.2 Tidshantering

Uppfödningens cykliskhet går att påverka, och det är också att rekommendera. Eftersom övervintringen av drottningar kan variera betydligt i längd, kan tidpunkten för parning och när bona är färdiga för pollinering styras och schemaläggas. Dessutom kan man välja ifall man genast parar de första drottningarna som föds eller de som är födda senare. På så sätt kan man påverka tidpunkten när övervintringen börjar. Det är till fördel att uppfödningssyklerna överlappar, eftersom behovet av pollinering kan förekomma året runt – även på vintern då växthuset odlas också i Finland. Då har man också med större sannolikhet tillgång till parningsbara bon samtidigt, oberoende av variationer i bonas utvecklingstakt. På så sätt undviker man situationer där det endast finns parningsbara drönare men inte ungdrottningar, eller tvärtom.

Det kan vara svårt att bedöma hur mycket tiduppfödning av humlor kräver, men vi vet att ett norskt företag föder upp bon från omkring 7000 drottningar per år med två fast anställda och en tredje

person som hjälp när det är som brådst [5]. Under det första året hade vi i vårt projekt 120 bon. Vi besökte uppfödningstrymmena varje eller varannan dag, och ett besök varade från 15 minuter till åtta timmar beroende på arbetsskedet. Den stora variationen i arbetsbördan berodde på att det bara pågick en uppfödningscykel i taget. Om man skulle ha två eller flera överlappande cykler i gång, skulle den totala arbetsbördan vara större men den skulle fördelas jämnare. Arbetstiden omfattade också sådana logistiska och borelaterade arbeten som inte längre skulle vara aktuella i professionell uppfödning (t.ex. det lönar det sig att låta tillverka bolådor i stället för att själv bygga dem).

De mest tidskrävande arbetsskedena var att fånga drottningarna (men det skedet uteblir när uppfödningen väl kommit igång), parningen och att flytta bona från startboxar till större bolådor. Också städningen tar mycket tid, men den innebär inga stora arbetsinsatser, utan mindre dagliga sysslor. Ju fler invånare ett bo har, desto oftare måste man städa det när matkonsumtionen och avföringsmängden ökar. Man kan påverka tid det tar att städa genom en god planering av arbetsutrymmena för att minimera behovet av att flytta bolådorna under städningen. Också matningen är tidskrävande, men den kan underlättas genom att man använder sockerlösningar med längre hållbarhet och senare genom att optimera pollenmatningen och minimera utfodringsgångerna när man lärt känna sin egen humlestams behov. Arbetet går snabbare när man blir mera erfaren och van.

8. Uppfödning inom projektet åren 2023 och 2024

Efter två år av uppfödning konstaterade vi att erfarenhet ger framgång. Under det andra året lyckades uppfödningen bättre än under det första året när man tittar på andelen drottningar som började lägga ägg, antalet bon som producerade arbetare och antalet samhällen på över 30 individer (Bild 22). Andelen drottningar som började lägga ägg under det andra året var omkring 80 %, vilket motsvarar framgångsprocenten hos en norsk humleuppfödare [5].

Arbetarna sköter ju i slutändan det mesta av pollineringsarbetet, så ju fler samhällen uppfödaren får att producera arbetare, desto mera har hen att sälja. En norsk uppfödare gav rådet att man borde ha dubbelt så många drottningar som man ämnar sälja samhällen, eftersom en del av drottningarna och starterna misslyckas och en del av samhällena används för parning.

De importerade humlekuporna innehåller vanligtvis 30–60 individer. I vårt projekt lyckades vi producera endast ett fåtal kupor med fler än 30 individer. Vår brist på erfarenhet av vård av humlesamhällen kan vara en orsak till det, men det kan också hända att inhemska humlearter kräver annorlunda skötselåtgärder som vi ännu inte känner till. Största delen av den kunskap om humleuppfödning som vi för tillfället har gäller den mörka jordhumlan, som är en invasiv art i Finland.

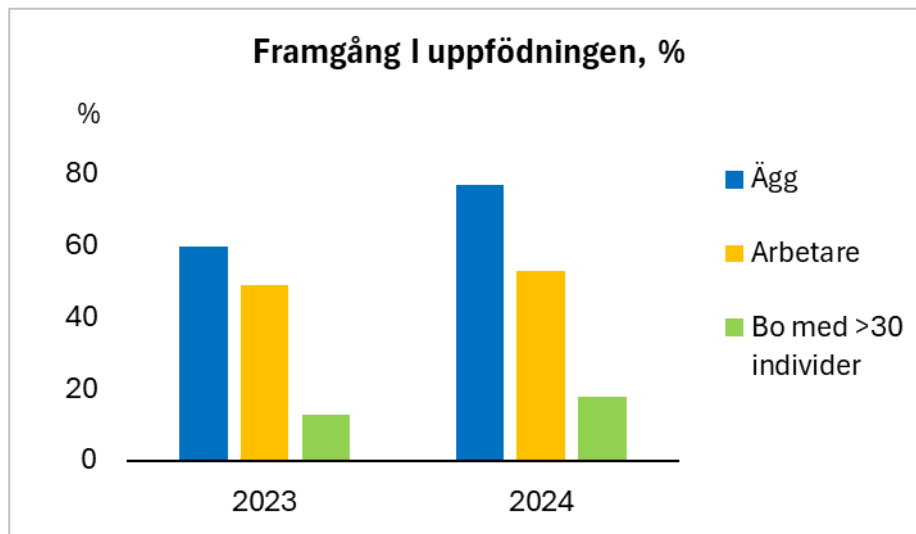


Bild 22. Andelen äggläggande drottningar, arbetarproducerande samhällen och tillräckligt stora samhällen kan ses som indikatorer för en framgångsrik uppfödning av humlor.

9. Humlors patogener

Humlor kan bära patogener som kan förstöra uppfödningen av humlor eller spridas via uppfödda humlor till vilda pollinerare [45]. Därför är det mycket viktigt med god hygien och regelbunden testning av sjukdomar:

- Uppfödningsslådorna bör vara utformade så att så mycket som möjligt av avföringen faller ner under lådorna.
- Under lådorna är det bra att ha skyddspapper eller liknande material som absorberar avföringen.
- Ytorna i uppfödningstrymmena (bord, väggar, golv) bör desinficeras dagligen.
- Man bör förhindra att nya patogener kommer in i uppfödningen, t.ex. genom att föda upp drottningar som fångats i naturen separat från andra.
- Det är bra att bestråla pollenet.

Förutom patogener finns det arter som på ett eller annat sätt drar nytta av humlor eller deras bon och skadar humlor, till exempel snylthumlor och den lilla kupskalbaggen (Tabell 1).

Tabell 1. Humlors skadedjur och parasiter och skador de vållar. Tabellen är översatt från *Managing alternative pollinators: A Handbook for Beekeepers, Growers, and Conservationists* s. 53 [13].

Patogener hos humlor	
SKADEDJUR OCH PARASITER	SKADA
Vaxmott (<i>Galleria mellonella</i> , <i>Aphomia sociella</i> och <i>Vitula edmandsii</i>)	Förstör boets vaxkonstruktioner
Lilla kupskalbaggen (<i>Aethina tumida</i>)	Äter pollen, förstör boets vaxkonstruktioner
Snylthumlor (<i>Bombus</i> spp., <i>Psithyrus</i>)	Dödar drottningen, samhället foder upp dess avkomma
Steklar (<i>Melittobia</i> spp.)	Dödar larver och puppor, kan förgöra samhället
Trakékvalster (<i>Locustracarus buchneri</i>)	Angriper vuxna individer, sprider virus
Protozoer (<i>Nosema bombi</i> , <i>Crithidia bombi</i> ja <i>Apicystis bombi</i>)	Angriper vuxna individer, förgör samhället
Nematoder (<i>Sphaerularia bombi</i>)	Angriper drottningar, kan förhindra äggläggning

Humlor bär också på harmlösa kvalster, som färdas på humlor från ett område till ett annat och äter pollen och mindre ledfotingar i humleboet, men de skadar inte humlorna [46]. När vi började vår uppfödning påträffade vi kvalster på några av de vilda humlorna vi fångat. Kvalstren försvann från drottningarna och deras startbon snart efter att uppfödningen kommit igång. [Se en video om kvalster.](#)

9.1 Sjuka och döende humlor

Humlor som är sjuka och döende andas fortare och äter inte. De kryper ihop och förblir orörliga med tungan lite ut ur munnen. Humlor dör i större utsträckning särskilt när man påbörjar en uppfödning. I vår uppfödning dog några individer under eller omedelbart efter transporten (i Uleåborg 4 % under det första året och 12 % under det andra året). Ibland kan en drottning som

tidigare varit aktiv och verkat frisk ligga död på boets botten nästa dag utan någon uppenbar orsak. Om drottningen är mycket passiv två veckor efter starten är det troligt att något är på tok.

9.2 Pollen och patogener

Humlor utfodras med pollen som samlats in av tambin. Pollenet kan innehålla patogener som kan överföras till humledrottningarna och göra dem sjuka [22, 47]. Därför bör pollen som humlor matas med bestrålas. Vid bestrålning minskar pollenets näringsvärde något, men de flesta patogener dör [4].

Ifall det inte är möjligt att bestråla pollenet ska man i mån av möjlighet använda inhemskt pollen för pollenutfodring, eftersom utländskt pollen kan innehålla främmande patogener som inhemska pollinerare inte är motståndskraftiga mot. På så sätt minskar man sjukdomsrisker både för sina humlor och vilda pollinerare.

10. Skillnader arter emellan

Den mörka jordhumlan är den mest uppfödda humlearten i världen, och därför finns det mest kunskap om dess uppfödning. Andra arter kan också födas upp för kommersiellt bruk [40, 43, 44].

Humlearter skiljer sig åt gällande beteende och tillväxtsätt. Dessa skillnader kan påverka valet av vilken art man vill föda upp. Vi rekommenderar att man föder upp arter som är lätthanterliga och milda till sitt temperament, eller att man inom arten väljer sådana individer för fortsatt uppfödning, när man ämnar sälja humlor till trädgårdar.

När man startar uppfödningens verksamhet lönar det sig att först koncentrera sig på en art för att bli bekant med dess beteende och utveckling och därmed också ha en bättre kontroll på uppfödningen. Det underlättar också parningsarbetet att handskas med endast en art, då man inte behöver identifiera olika arter. I början av uppfödningen är det klokt att välja ut de bästa samhällena för produktion av kommande generationer, och då är det bra att ha ett så stort urval av samhällen som möjligt.

Vissa humlearter är svåra att skilja ifrån varandra och kan kräva identifiering av en specialist, produktion av avkomma för identifiering (t.ex. gula hår i den ljusa jordhumledrönarens ansikte är ett lätt igenkänningstecken) eller till och med genetisk artbestämning. Skogsjordhumlan och den ljusa jordhumlan är till exempel så identiska till utseende och beteende att det är svårt eller till och med omöjligt att skilja dem åt utan genetisk artbestämning eller granskning av avkomma [7].

10.1 Mörk jordhumla (*B. terrestris*)

- Den är den internationellt mest använda arten för uppfödning.
- Snabb och säker tillväxt, bildar stora samhällen
- Den kräver mera föda än andra.
- Den är ett miljöhot i många olika länder inklusive Finland, och import av dem är förbjuden i flera länder.
- Det är svårt att skilja drönare ifrån arbetare.
- Temperamentet lämpar sig väl för uppfödning, skiljer sig föga från den ljusa jordhumlan och skogsjordhumlan.



10.2 Skogsjordhumla (*B. cryptarum*)

- Den är mer krävande än den mörka jordhumlan, men i början av utvecklingen klarar den sig med mindre pollen.
- Det är svårt att skilja drönare ifrån arbetare.
- Den bildar relativt stora samhällen



10.3 Ljus jordhumla (*B. lucorum*)

- Funktionellt är den identisk med skogsjordhumlan.
- Det är lätt att skilja på drönare och arbetare. Drönare har gult skägg och gult även annanstans på kroppen. Drönarna ser nästan ut att skina bland andra individer i samhället. Drönarnas gulhet är det bästa sättet att skilja på skogsjordhumla och ljus jordhumla.
- De är känsliga för för mycket föda. Det är möjligt att en simulering av naturligt intag av pollen i utfodringen skulle förbättra insamlingen och intagandet av det.
- Den producerar förmodligen färre drottningferomoner än den mörka jordhumlan, och därför börjar drönarproduktionen ofta tidigt om arbetarna inte får komma ut och flyga.
- Ju snabbare man får fram den första avkomman, desto bättre blir samhället.



10.4 Blålockshumla (*B. soroensis*)

- Funktionellt är den lik den ljusa jordhumlan och skogsjordhumlan, men det finns väldigt lite tidigare erfarenheter av och kunskap om uppfödning av arten.
- Drottningen är lätt att känna igen på att den bakre gula randen bryts av mitt bakpå, men det kan vara svårt att se om humlan håller vingarna mot ryggen.
- Det är lätt att skilja på drönare och arbetare (liknande som hos den ljusa jordhumlan).



10.5 Hushumla (*B. hypnorum*)

- Den är en utmärkt bobyggare (är kanske mest lik den mörka jordhumlan på den punkten, men är kanske inte lika effektiv).
- Arbetarna är benägna att vara aggressiva, så lämpar sig kanske inte för pollinering i växthus. Omkring 20 % av arbetarna [11] är milda till sitt temperament, vilket innebär att det finns potential för förädling.
- Nya drottningar kan påbörja äggläggning och bobyggande utan övervintring.
- Det är svårt att skilja drönare ifrån arbetare.
- Enligt en humleuppfödare och utifrån våra egna erfarenheter kan det vara svårt att få hushumlan att gå i vintervila i laboratorieförhållanden



10.6 Ängshumla (*B. pratorum*)

- Som bobyggare är den jämförbar med hushumlan.
- Till sin karaktär motsvarar den ljus och mörk jordhumla och skogsjordhumla, men utifrån våra erfarenheter verkar den vara känslig för störande faktorer.
- Den verkar vara mer benägen och kapabel att klättra och rymma än andra nämnda arter



10.7 Stenhumla (*B. lapidarius*)

- Till sitt temperament och bobyggande påminner den om ljus och mörk jordhumla och skogsjordhumla, men utifrån vår begränsade erfarenhet verkar den mera viljestark. Drottningarna låter sig inte störas av sällskapsbina, utan visar dem snabbt vem det är som regerar i boet. De är dock känsliga för hantering och förändringar i uppfödningssmiljön.
- Det finns ännu ingen information om dess pollinerings effektivitet.
- Den optimala fångstperioden infaller eventuellt ca 1–2 veckor senare än för andra arter (runt maskrosens blomning). Den behöver sällskapsbin och eventuellt celler med yngel för att börja lägga ägg och bygga bo. Enligt våra erfarenheter börjar mycket få av dem lägga ägg utan yngelceller. De verkade störas av sällskapsbin, men kan hålla dem i schack. De dödade sällskapsbina först flera veckor efter starten, till skillnad från andra arter som dödade sällskapsbina tidigare.



Källa

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_3mGx2TcTCgbrYl0CBbDvMVQeZo4fn9RZTC_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. & Smaghe, G. (2013). Alien parasite hitchhikes to Patagonia on invasive bumblebee. *Biological Invasions* 15:489–494. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0311-0>
-