INSTITUTIONEN FÖR BIOLOGI OCH MILJÖVETENSKAP

FÖDOPREFERENSER HOS BIN

En jämförelse mellan pollenpreferenser hos nordiskt honungsbi och Buckfast

Elvira Ljungberg

Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig kandidatexamen med huvudområdet biologi

BIO602, Examenskurs i biologi, 15 hp

Grundnivå

Termin/år: Ht 2022

Handledare: Åslög Dahl, Institutionen för biologi och miljövetenskap

Examinator: Håkan Pleijel, Institutionen för biologi och miljövetenskap

Omslagsbild på Apis mellifera mellifera av SJ Richards, 8 september 2017. Rättigheter: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en.

Innehållsförteckning

Sammanfattning 2
Abstract 2
Introduktion 3
Pollination och andra ekosystemtjänster 3
Insektsdöd 3
Nordiskt honungsbi och Buckfastbi 3
Pollenpreferenser hos bin 4
Syfte 4
Material och metod 4
Insamling och preparering av pollen 4
Bestämning av pollen 5
Klassificering av växttaxa 5
Statistisk analys 5
Diversitetsanalys 6
Literatursök 6
Resultat 6
Besökta växter 6
Variation under säsongen 9
Diskussion 11
Besökta växter 11
Relationen till inhemsk och införd flora och till vilda pollinatörer 11
Variation under säsongen 12
Begränsningar 12
Slutsats 13
Tackord 13
Referenslista 14

Sammanfattning

Det ursprungliga honungsbiet i Sverige, nordiskt honungsbi (*Apis mellifera mellifera*), dog under 1800-talet ut i vilt tillstånd. Underarten fanns dock kvar hos biodlare i stor utsträckning men från början av 1900-talet började biet långsamt ersättas av andra bisorter för att mot århundradets slut nästan vara helt utdött i landet. Idag är hybriden Buckfast det vanligast förekommande tambiet. Vi saknar kunskap om nordiskt honungsbi och Buckfast har olika födopreferenser och därav olika relation till den lokala floran. Syftet med studien var därför att undersöka om de två bisorterna besöker olika växter, samt att undersöka variationen i polleninsamlingen under olika delar av säsongen. Pollenprover från kupor i Botaniska trädgården i Göteborg samlades in från respektive bisort. Pollenet bestämdes till familj, släkte eller art genom mikroskopering i ljusmikroskop med 400x förstoring. Frekvenserna av besök hos olika växtslag samt frekvenserna besök hos inhemsk respektive importerad flora analyserades med Pearson's chi-square test. För att jämföra variationen av pollenslag under säsongen användes Shannons diversitetsindex. Totalt bestämdes 41 växttaxa som tillhörde 22 olika familjer. Mest pollen hörde till familjerna Rosaceae, Ericaceae, Brassicaceae och Salicaceae. Det fanns en signifikant association mellan bisort och fördelning av pollenslag, liksom mellan bisort och inhemsk respektive importerad flora. Inhemsk flora dominerade för båda bisorterna men utgjorde en betydligt större andel i det pollen som det nordiska biet samlat in och pollen från införd flora var fem gånger så vanligt hos Buckfast. Resultaten tyder på att det finns en skillnad i binas födopreferenser vilket skulle kunna ha en ekologisk betydelse för den lokala floran. Diversitetindexet var lägre för Buckfast i början av säsongen men under sensommaren var de två bisorternas värden lika.

Nyckelord: *Apis mellifera*, Buckfast, födopreferens, pollinering, pollenanalys, inhemsk flora.

Abstract

The original honeybee in Sweden, the European dark bee (*Apis mellifera mellifera)*, was lost form the wild during the 19th century. The subspecies survived through beekeeping but began to be exchanged for other honeybees from the beginning of the 20th century and was almost locally extinct a century later. The hybrid Buckfast is the most widespread honeybee in Sweden today. We lack knowledge about whether the European bee and Buckfast has got different feeding preferences and therefore different relations to the local flora. The purpose of the study was to examine if the two types of bees visited different flora and how the collection of pollen varied during the season. Pollen was collected from the bees from hives in the Gothenburg Botanical Garden. The pollen was identified using a light microscope at 400x magnification. The frequencies of visits to different kind of plants and to native and introduced species were analysed with a Pearson's chi-square test. Shannon's diversity index was used to compare the variation of pollen types during the season. 41 plant taxa belonging to 22 families was identified. Most abundant was pollen from the families Rosaceae, Ericaceae, Brassicaceae and Salicaceae. There was a significant association between type of bee and the distribution of pollen types as well as between type of bee and native/introduced flora. Native flora dominated the pollen from both the bees, but it accounted for a much larger proportion in the pollen from the European bee while pollen from introduced flora was five times as common in the samples from Buckfast. The results implies that there is a difference in the foraging preferences which could be of ecological significance for the local flora. The diversity index was lower for Buckfast in the beginning of the season but similar for the bees during late summer.

Keywords: *Apis mellifera*, Buckfast, pollen preference, pollination, pollen analysis, native flora.

Introduktion

Pollination och andra ekosystemtjänster

Som art och samhälle är vi beroende av en rad ekosystemtjänster av vilka en är pollinering. Nära 90 % av alla angiospermer tros vara beroende av djur för pollinering (Ollerton et al. 2011). I tempererade områden så som Sverige är andelen något lägre, nära 80 %. Utöver pollinering av vilda växter är vi på ett direkt plan beroende av pollinering av våra odlingar och utebliven pollinering kan innebära betydande ekonomiska förluster. Majoriteten av de 124 grödor som odlas för mänsklig konsumtion i störst utsträckning är helt eller delvis beroende av pollinerande insekter, men sett till volym producerade grödor är den största delen vindpollinerad (Klein et al. 2007). Insektspollinerade grödor är särskilt viktiga för mikronäringsämnen i form av vitaminer och mineraler (Eilers et al. 2011).

Honungsbiet (*Apis mellifera*) är den art som står för den största delen av djurpollineringen av världens odlingar (Garibaldi et al. 2013). Enligt en studie står honungsbiet för 34 % av djurpollineringen av grödor i Storbritannien (Breeze et al. 2011). Även när det gäller vilda växter är honungsbiet den art som står för flest pollinatörsbesök (Hung et al. 2018).

Honungsbiet bidrar inte bara till pollinering utan som hörs på namnet håller vi det även för honung och andra produkter såsom bivax. Målningar har avslöjat att bikupor hölls i Egypten redan 2400 år före vår tideräkning (Wreszinski, 1923 i Crane, 1999). En 9000 år gammal lerkruka med bivax i vittnar om att människan samlat in produkter från bin betydligt tidigare (Roffet-Salque et al. 2015).

Insektsdöd

Idag dör arter ut i en oroande takt. Särskilt uppmärksammad är insektsdöden. Några av hoten mot pollinatörer är förlust av habitat, förlust av växtarter, parasiter och andra sjukdomar (som bland annat sprids från biodlingar) samt bekämpningsmedel (Kluser et al. 2010). Studier har visat på en korrelation mellan utrotning av pollinatörer och djurpollinerade växter. De senare minskar i högre takt än vad själv- och vindpollinerade arter gör (till exempel Biesmeijer et al. 2006).

Ungefär en tredjedel av de vilda bina i Sverige är rödlistade (Eide et.al., 2020). Detta samtidigt som antalet samhällen med honungsbin i landet ökar (de senaste 20 åren med hela 60–70 %) och studier visar att tambin kan utgöra ett av hoten mot vilda pollinatörer (Lindström och Smith 2022). Enligt andra studier kan tambin också gynna andra pollinatörer genom att gynna den lokala floran (Park och Nieh 2017).

Fontaine et al. visade att en bredd bland pollinatörer är viktig, enligt deras resultat gynnades både frukt- och fröproduktionen av ett högre antal funktionella grupper av pollinatörer och dessutom resulterade det i större antal växtarter (2006). Vissa grödor är dessutom helt eller delvis beroende av vilda pollinatörer (Klein et al. 2007).

Nordiskt honungsbi och Buckfastbi

I Norden har man historiskt framför allt hållit en underart av honungsbiet som kallas nordiskt honungsbi (subsp. *mellifera*) och ursprungligen fanns här i vilt tillstånd (Leidenberger 2019). De sista vilda samhällena med nordiska bin i Sverige dog troligen ut under 1800-talet. Fram till början av förra seklet fanns i princip inga andra underarter i landet men därefter tog import av andra typer av honungsbin, liksom avelsarbetet, ordentlig fart. Importen av bin gick så långt att det nordiska honungsbiet nästan utrotades. I slutet av 90-talet fanns det så få som 500–800 kupor med renrasiga nordiska bin i Sverige (Föreningen Nordbi). Idag har de tack vara bevarandeprojekt ökat till upp till 1200 kupor vilket utgör ungefär 1,5 % av alla tambisamhällen i landet. I några länder har det nordiska biet försvunnit helt (Leidenberger 2019).

Buckfastbiet avlades fram av Broder Adam vid klostret Buckfast, England, som ett svar på att trakékvalstret slog ut i princip alla bisamhällen i Storbritannien (Mapes 1991). Bin från såväl

Europa som Afrika och Asien korsades (Mapes 1991) men hybriden har mest av nordiskt honungsbi i sig (Leidenberger 2019). I avelsarbetet strävades det efter egenskaper som till exempel motståndskraft mot sjukdomar, honung av god kvalité och liten tendens att sticka (Mapes 1991). Hybriden introducerades i Sverige under 60-talet och är numera det dominerande honungsbiet i landet (Leidenberger 2019).

Pollenpreferenser hos bin

När bin besöker blommor hämtar de både nektar och pollen. Pollenet blandar de med nektar och fäster i små klumpar på sina ben (Michener et al. 1978). Från nektar (och honung) får bina kolhydrater och från pollen får de i sig protein, lipider, vitaminer och mineraler (Brodschneider och Crailsheim 2010). För att ta reda på vilka växter som ett bisamhälle har besökt kan man till exempel analysera polleninnehållet i honungen (se till exempel Jones et al. 2021) eller undersöka pollen- och nektarklumparna (se till exempel Park och Nieh 2017).

Tidigare studier som har jämfört olika generalistiska biarters födopreferenser har kommit fram till varierande resultat. En studie fann till exempel att fördelningen av olika insamlade pollenslag skiljde sig signifikant mellan östasiatiskt honungsbi (*Apis cerana*) och honungsbi (*A. mellifera*) (Yang et al. 2020). En annan studie som jämförde två gaddlösa bin, *Melipona seminigra* subsp. *merrillae och M. interrupta,* fann i stället att det inte fanns någon signifikant skillnad och över 90 % av allt pollen som undersöktes kom från pollentyper som båda bisorterna hade samlat in (Ferreira och Absy 2017).

Det kan finnas flera olika förklaringar bakom bins preferenser för olika pollen, till exempel näringsinnehåll, binas förmåga att utvinna näring ur pollenet och giftiga substanser i pollen samt eventuella anpassningar till detta hos biet (Praz et al. 2008).

Syfte

Idag saknas kunskap om ifall nordiskt honungsbi och Buckfast har olika födopreferenser och därav vilken relation de har till den lokala floran, vilket den observerade förlusten av biodiversitet gör det viktigt att förstå. Man skulle kunna tänka sig att det nordiska biet som funnits här naturligt i tusentals år är anpassat till vår växtsäsong och våra inhemska växtarter, medan Buckfastbiet med gener från många olika, vitt geografiskt spridda underarter är mindre specialiserat på vår lokala flora.

Ett av syftena med studien är att undersöka om nordiskt honungsbi och Buckfastbi har olika födopreferenser och därför besöker olika växter. Nollhypotesen är att det inte är någon skillnad, eftersom bina är så pass närbesläktade. Ett annat syfte är att undersöka variationen i antalet pollenslag som samlas in av de båda typerna av bin under olika delar av säsongen. När det kommer till beteendet under säsongen är hypotesen att det kan finnas viss skillnad då det nordiska biet funnits i Sverige under lång tid och har anpassat sig till vår växtsäsong medan Buckfastbiet är en korsningsprodukt med en bred bakgrund och har introducerats i landet på senare tid.

Material och metod

Insamling och preparering av pollen

I Botaniska trädgården i Göteborg samlades pollen som trädgårdens bin fört med sig till kuporna in med hjälp av så kallade pollenfällor (Fig. 1). Pollenfällorna som användes monterades vid kupans öppning (fluster) och utgjordes av ett nät (pollenkam) som bina gick över. Pollenet kammades då av benen (på vilka bina samlat pollenet) och trillade ned i en låda där det senare kunde hämtas. Fällorna fick sitta vid flustret i ett till två dygn. Insamlingen skedde under säsongen 2021 då trädgården hade Buckfastbin och säsongen 2022 då de bytt till nordiskt honungsbi. Pollenproverna som analyserades samlades in i mitten och slutet av maj, början av juni, slutet av juli, samt i mitten och slutet av augusti. Efter skörd lades pollenet i frysen.

Preparat av pollenproverna gjordes enligt det som Barth et al. (2010) föreslagit som standardmetod. Två gram (3,5 ml) pollen överfördes till 15 ml rör. Därpå fylldes 70 % etanol på upp till 13 ml. Rören fick stå i 30 minuter för att de små klumparna som består av pollen och nektar skulle lösas upp, därefter rördes varje prov om med en ren aluminiumstav. Proverna centrifugerades i fem minuter i 2500 rpm var på supernatanten hälldes bort. En lösning av glycerol och vatten (1:1) hälldes på upp till 13 ml och proverna rördes på nytt om med rena aluminiumstavar. Glycerol tillsattes för att pollenkornen skulle konserveras utan att torkas ut. Proverna fick stå i 30 minuter och centrifugerades sedan på nytt i fem minuter och 2500 rpm.

Figur 1. Exempel på en så kallad pollenfälla vilken monteras vid bikupans öppning för insamling av pollen. Bildkälla: www.adolfsborgs.nu/produkt/pollenfalla/

En liten mängd pellet överfördes med engångspipetter till ett objektglas per prov där det spreds ut över två ytor på ca 20 x 20 mm. Glycerol-gelatin med safranin smältes och droppades på täckglas vilka sedan lades över proverna som fått stelna en kort stund. Safranin används för att färga in pollenkornets yttervägg (exinet) och gelatin för att fixera pollenkornen.

Bestämning av pollen

Ett ljusmikroskop med 400x förstoring användes sedan för att räkna och bestämma 600 pollenkorn per täckglas. Totalt räknades 1200 pollen per prov från sex prover per bisort. Kornen räknades längs en transekt. För bestämning av pollenet användes ”Bestämningsnyckel för pollen i svensk honung” (Dahl, 2014), PalDat – a palynological database (www.paldat.org), Pollen Wiki (www.pollen.tstebler.ch/) samt referenspreparat från samlingar tillhörande pollenlaboratoriet vid Institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs universitet, och referenspreparat som skapades under projektet. Pollenkornen bestämdes till art, släkte eller familj beroende på vad som var möjligt.

Klassificering av växttaxa

För varje pollenprov delades alla räknade taxa in i storleksklasser med avseende på förekomst i proverna. Klassindelningen gjordes enligt Jones et al. (2021): de pollenslag som utgjorde > 45 % klassades som dominerande, de som utgjorde 15–45 % som sekundära, 1–15 % som mindre viktiga och < 1 % som marginella.

Med hjälp av Nordens flora (Mossberg och Stenberg, 2018) och Artfakta (ArtDatabanken, SLU) delades den taxa som utgjorde $\geq$ 2 % i minst ett pollenprov in i kategorierna inhemsk, införd (efter år 1800) och inhemsk eller införd då släktet eller familjen innehöll både inhemska och införda arter. De taxa som ansågs med störst sannolikhet bidragit med pollen från inhemska arter och därför klassificerades som det var *Anemone nemorosa*, Brassicaceae, *Calluna vulgaris*, *Fagus sylvatica*, *Filipendula ulmaria*, *Plantago*, *Rubus fruticosus*, *Taraxacum*, *Tilia*, *Trifolium repens* och *Vaccinium*. De som klassificerades som införda var *Aesculus hippocastanum*, *Lathyrus odoratus*, *Spiraea* och *Syringa vulgaris*. Till kategorin antingen inhemsk eller införd fördes Apiaceae, *Malus*/*Pyrus*, *Prunus*, Rosaceae, *Rumex*, *Salix* och *Solidago*.

Statistisk analys

Det är praxis att utesluta de pollenslag som utgör en liten andel av ett pollenprov från analysen då det kan ha härrört från kontaminering. Exempel på detta är Wood och Roberts (2017) vilka räknade bort pollen som utgjorde < 1 % och Ritchie et al. (2016) som räknade bort pollen som

utgjorde < 4 %. För att följa praxis räknades pollen som utgjorde < 2 % bort från alla prover innan den statistiska analysen. Även de pollenkorn som inte kunde bestämmas till någon taxonomisk nivå räknades bort. De okända pollenkornen utgjorde mellan 0,5 och 7,3 % i proverna och totalt 2,6 % av alla räknade.

För att undersöka om fördelningarna av pollenslag och växternas ursprung skiljde sig åt mellan de två bisorterna gjordes ett Pearson's chi-square test (chi-square test for association). Valet av test baserades på att data bestod av frekvenser, replikat saknades och att testet är icke-parametriskt. Ett post hoc test baserat på ”adjusted residuals” enligt García-Pérez och Núñez-antón (2003) gjordes för att se vilka frekvenser som hade en signifikant association med bisort. På grund av upprepade tester rättades p-värdena enligt Bonferroni correction. Effektstorlek beräknades med Cramér´s V. Ett värde på $\leq$ 0,2 tolkades som en liten effekt, 0,2-0,6 som en medelstor och över 0,6 tolkades som en stor effekt (IBM).

De statistiska analyserna gjordes i IBM SPSS (version 28.0.1.1(14)).

Diversitetsanalys

För att jämföra diversiteten beräknades antal taxa i respektive prov, Shannons diversitetsindex och Pielou´s jämnhetsindex (evenness). Shannons index (H’) baseras på både antal taxa och evenness och är ett mått på alpha-diversiteten. Indexet beräknas $H' = -\Sigma (p_i \times \ln p_i)$ där p_i är andelen som ett pollenslag utgör i ett prov och ln är den naturliga logaritmen (Shannon 1948; de Souza et al. 2020). Desto högre värde diversitetsindexet har desto större är diversiteten. Evenness beräknades med Pielou´s evenness index (J‘) enligt $J' = H'/ H'_{max}$ där H’ är Shannons diversitetsindex och H'_{max} är den naturliga logaritmen av antalet taxa i provet (Pielou 1977 i de Souza et al. 2020). Jämnhetsindexet antar ett värde 0–1 där 1 innebär en helt jämn fördelning av taxa medan ett lågt värde innebär att en eller ett fåtal taxa dominerar.

Litteratursök

Litteratur söktes främst via Google Scholar, Web of Science och Göteborgs universitets egen söktjänst Supersök. Sökord som brukades i olika kombinationer var bland andra *Apis* / *Apis mellifera* / Buckfast/ bee / foraging preferences / foraging behaviour / pollen preferences / pollen analysis / pollination services.

Resultat

Besökta växter

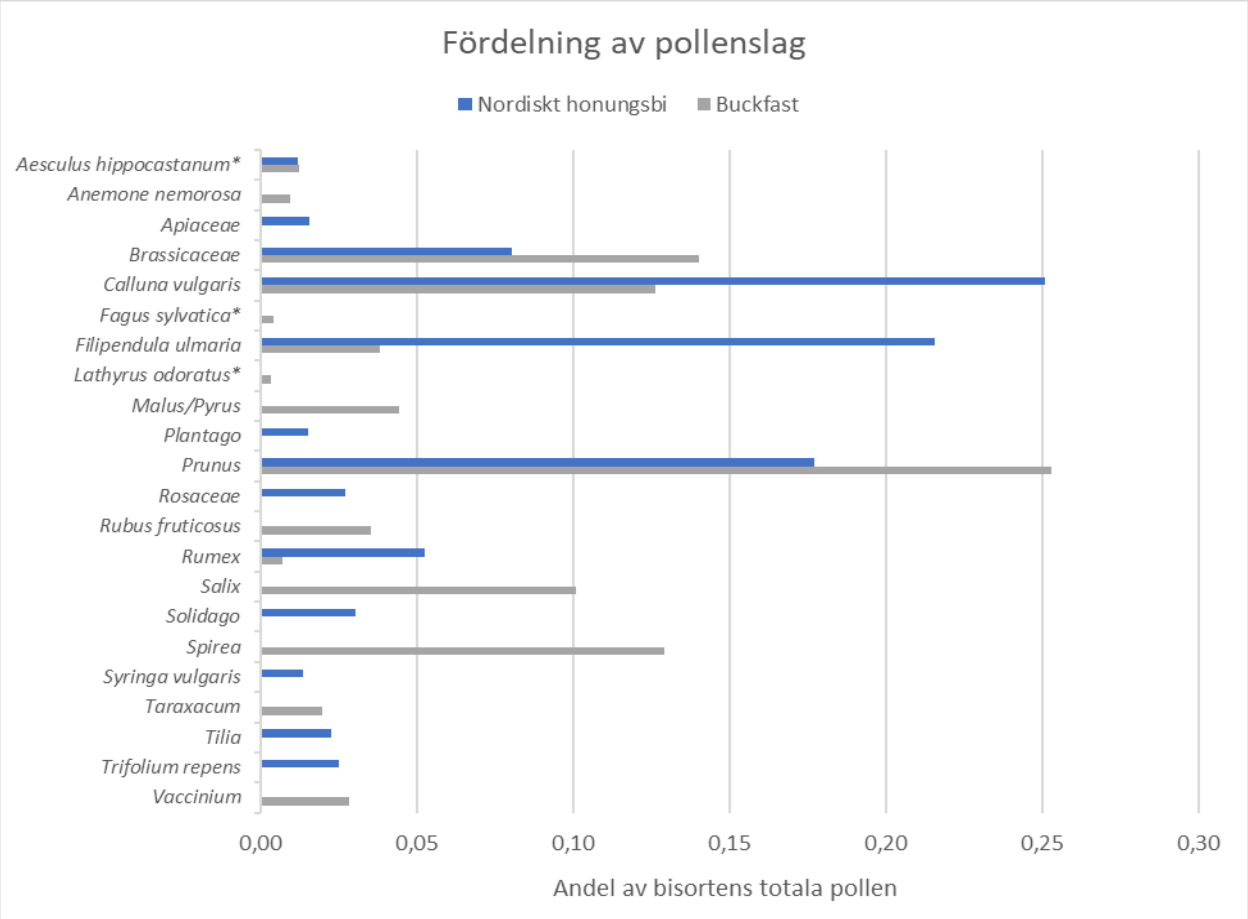
Totalt bestämdes 41 växttaxa varav tre till familj, 21 till släkte och 17 till artnivå. Sammanlagt tillhörde de identifierade pollenslagen 22 olika familjer. Störst andel pollen tillhörde, i fallande ordning, familjerna Rosaceae (med *Prunus* och *Filipendula* som dominerande släkten), Ericaceae (med släktena *Calluna* och *Vaccinium*), Brassicaceae och Salicaceae (som utgjordes av *Salix*).

Av de 41 taxa var tolv unika för nordiskt honungsbi (*Anemone hupehensis*, Apiaceae, *Chamaenerion angustifolium*, *Lotus corniculatus*, *Malva*, *Mimulus*, *Plantago*, *Salvia*, *Solidago*, *Thymus*, *Tilia*, och *Tradescantia*) och lika många för Buckfast (*Aster*, *Betula pendula*, *Helenium*, *Lathyrus odoratus*, *Malus*/*Pyrus*, *Pinus*, *Rubus fruticosus*, *Salix*, *Spiraea*, *Taraxacum*, *Trifolium pratense* och *Vaccinium*).

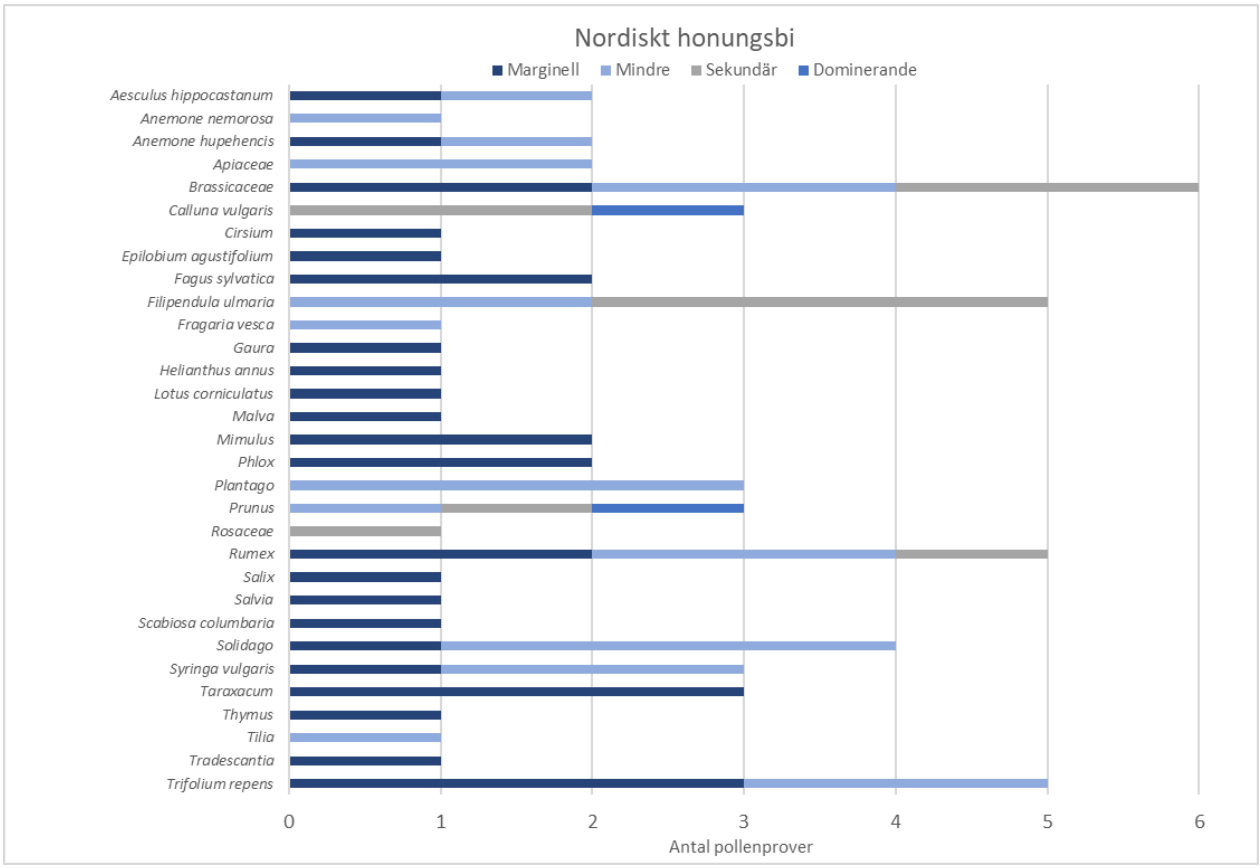
De pollenslag som utgjorde minst 2 % av de räknade pollenkornen i minst ett av proverna uppgick tillsammans till 22 taxa varav fyra unika för nordiskt honungsbi och sju för Buckfast. Ett χ^2-test visade att det fanns en signifikant association mellan bisort och fördelning av dessa 22 taxa (Fig. 2). Effektstorleken var stor (Cramérs V = 0,63). Det var bara för tre arter som fördelningen inte skilde sig signifikant åt mellan bina, nämligen hästkastanj (*Aesculus hippocastanum*), bok (*Fagus sylvatica*) och luktärt (*L. odoratus*, som visserligen bara förekom i prover från Buckfast men utgjorde en liten andel av dessa). Korsblommiga växter (Brassicaceae)

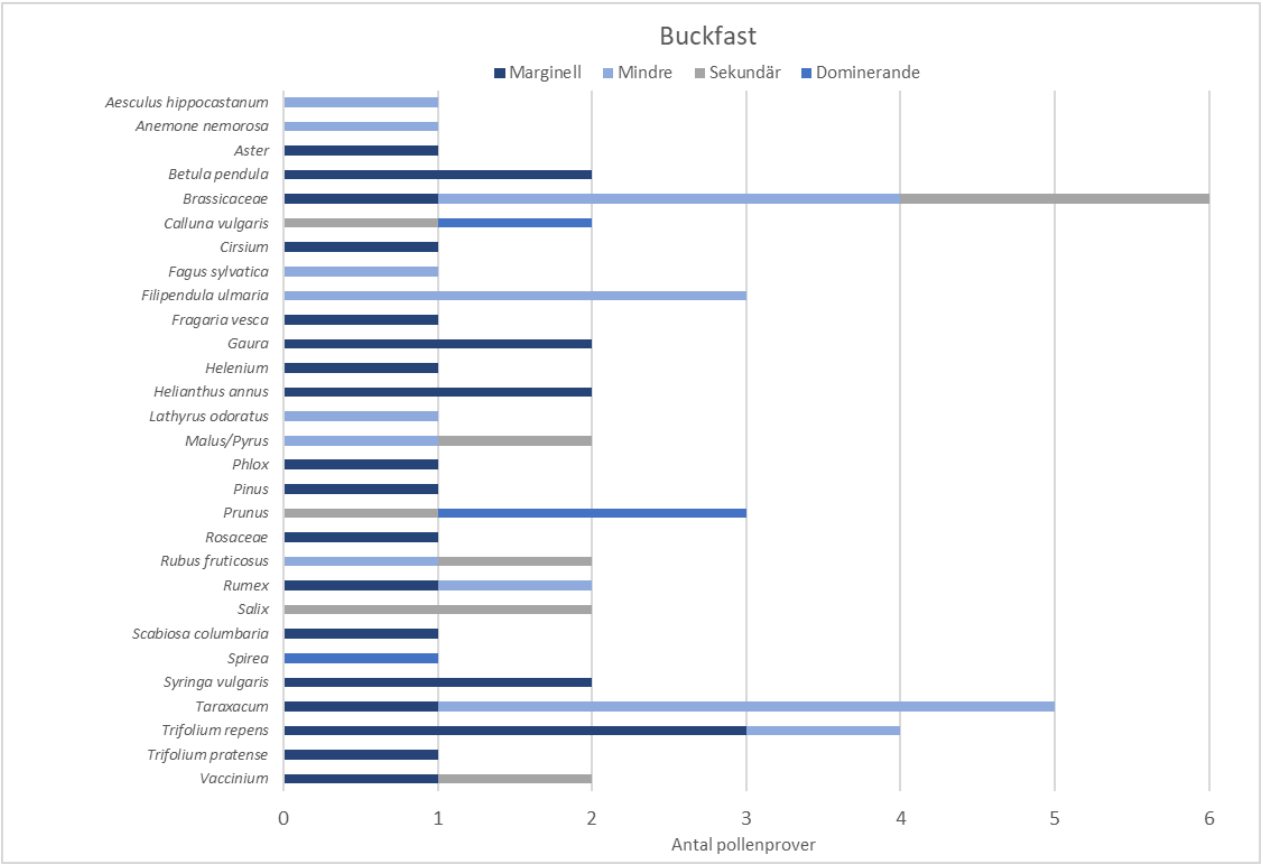
var nästan dubbelt så vanliga i pollenet som Buckfastbin samlat in medan ljung (*Calluna vulgaris*) var nästan dubbelt så vanligt hos nordiskt honungsbi och älggräs (*Filipendula ulmaria*) och skräppor (*Rumex*) var flera gånger vanligare hos det nordiska biet. Både viden (*Salix*) och spireor (*Spiraea*) var exklusiva för Buckfastproverna där de utgjorde drygt 10 % av pollenet.

Bland proverna från nordiskt honungsbi fanns två prover där ljung respektive prunusar (*Prunus*, troligen mest körsbär) klassades som dominerande (> 45 % i ett prov, samtliga pollen inkluderade, Fig. 3). Totalt fyra av proverna från Buckfast dominerades av ett pollenslag, nämligen av ljung, spireor och två gånger av prunusar. De nordiska bina hade älggräs som sekundär art (15–45 %) i tre prover och mindre viktig (1–15 %) i två medan älggräset förekom bara som mindre viktig taxa i tre av hybridernas prover. Den enda taxa som förekom i alla sex prover, och det hos båda bisorterna, var Brassicaceae. Aplar och/eller päronsläktet (*Malus*/*Pyrus*) var ett av de taxa som bara förekom hos Buckfast, där som både sekundär och mindre viktig. Kämpar (*Plantago*) förekom tre gånger som mindre viktiga hos nordiskt honungsbi men inte alls hos Buckfast. Rosväxter (Rosaceae), andra än *Fragaria vesca* och de tidigare specificerade (det vill säga *F. ulmaria*, *Malus*/*Pyrus*, *Prunus* och *R. fruticosus*) vilka räknades för sig, förekom som sekundära taxa hos det nordiska biet men bara marginell hos Buckfast. Skräppor förekom i olika andel i hela fem av de nordiska binas prover men bara i två av hybridernas. Buckfast hade inget prov som innehöll gullris (*Solidago*) medan det förekom i fyra av de nordiska binas prover. Maskrossläktet (*Taraxacum*) var vanligare hos Buckfast där det förekom i fem prover varav i fyra som mindre viktigt medan det bara var marginellt i tre prover från nordiskt honungsbi. Skogsbär (*Vaccinium*) fanns bara i prover från Buckfast varav en gång som sekundärt taxon.



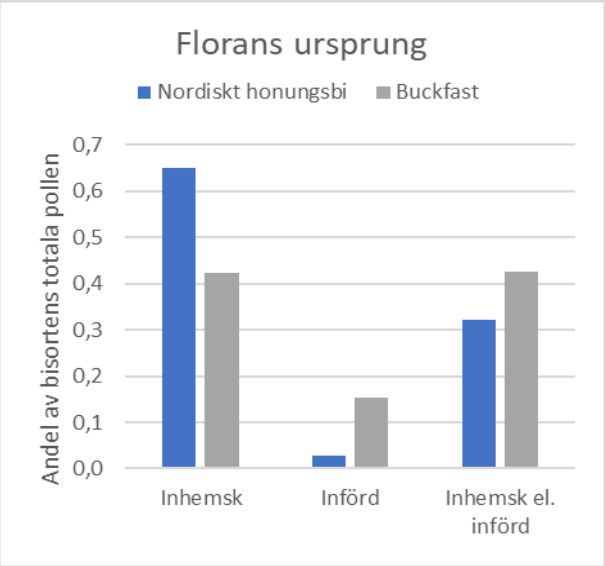
*Figur 2. Fördelning av pollenslag i pollen insamlat av nordiskt honungsbi (Apis mellifera mellifera) och hybriden Buckfast (Apis mellifera "Buckfast") och bestämt genom mikroskopering. Endast pollenslag som utgjorde ≥ 2 % av de räknade i ett prov är inkluderade (för nordiskt honungsbi inkluderades 6754 pollenkorn och för Buckfast 6853 st. från totalt tolv prover). Pearson's chi-square test visade på en signifikant association mellan bisort och fördelning av pollenslag och effektstorleken var stor (Pearson χ^2- värde = 5429, df = 21, p < 0,001, Cramér's V = 0,63). *) Pollenslag utan signifikant skillnad i fördelning mellan bisorterna, för resterande taxa var p < 0,001.*





Figur 3. Pollenslag i pollen insamlat från a) nordiskt honungsbi (Apis mellifera mellifera) och b) hybriden Buckfast (Apis mellifera ”Buckfast”). 1200 pollenkorn räknades i sex prover från respektive bisort, pollen som ej kunde bestämmas uteslöts från analysen (dessa var 222 för nordiskt honungsbi och 156 för Buckfast). Färgen representerar storleksklasser där dominerande pollen är sådant som utgjorde > 45 % av ett prov, sekundärt 15–45 %, mindre 1–15 % och marginellt < 1 %.

En jämförelse mellan inhemska och införda växtslag i respektive bis pollenprover gjordes vilket visade på en signifikant skillnad i fördelningen. När de pollenslag som utgjorde mindre än 2 % i respektive prov räknats bort kunde 65 % av det pollen som nordiskt honungsbi samlat in klassificeras som inhemskt jämfört med 42 % hos Buckfast. Pollen från införd taxa utgjorde knappt 3 % hos det nordiska biet och drygt 15 % hos Buckfast. Pollen som bestämdes till ett släkte eller en familj där de ingående arterna var av blandad härkomst uppgick till mer än en tredjedel av det totala pollenet hos båda bisorterna. Effektstorleken var medelstor (Cramér's V = 0,27).



Figur 4. Fördelningen av inhemsk och införd flora i pollenprover från nordiskt honungsbi (Apis mellifera mellifera) och hybriden Buckfast (Apis mellifera "Buckfast"). Växttaxa som kunde bestämmas och utgjorde ≥ 2 % av minst ett pollenprov inkluderades i analysen (för nordiskt honungsbi 6754 pollenkorn och för Buckfast 6853). Pearson's chi-square test visade på en signifikant skillnad i fördelning, effektstorleken var medelstor (Pearson χ^2- värde = 1017, df =2, p < 0,001, Cramér's V = 0,27).

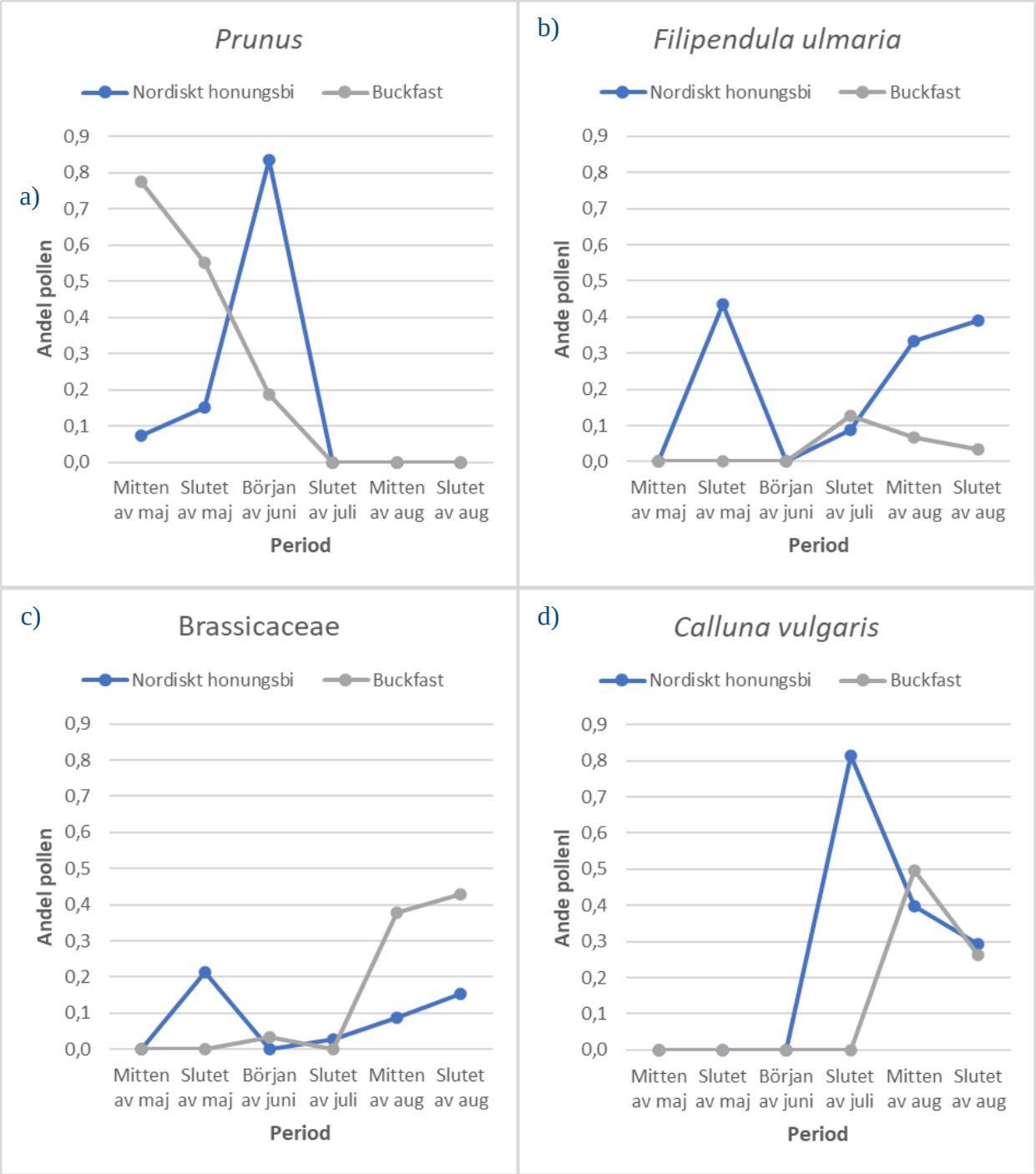
Variation under säsongen

I det pollen som Buckfastbin samlat in fanns i början av säsongen ett betydligt lägre antal växtslag och diversitet än från motsvarande tid i det pollen som samlats in av nordiskt bi (Tabell 1). I juni var förhållandet det omvända, då hade Buckfast som högst diversitet och det nordiska honungsbiet som lägst. Fram mot sensommaren var värdena lika för de två bina. Bortsett från två perioder för respektive bisort var jämnheten i fördelningen av pollenslag relativt hög.

Pollen från *Prunus* fanns i de tre tidigaste pollenskördarna från både nordiskt honungsbi och Buckfast men pollenslaget dominerade hos det förra först i juni och hos det senare redan från mitten av maj (Fig. 5). Att älggräspollen skulle finnas i ett prov så tidigt som i slutet av maj verkar osannolikt och är troligen en felbestämning. Det är mer troligt att båda bisorterna började inhämta pollenslaget i mitten av juli, därefter hämtades det i större utsträckning av nordiskt honungsbi. Nordiskt honungsbi började samla in pollen från Brassicaceae i slutet av maj. I de två följande proverna utgjorde Brassicaceae-pollen en ganska låg andel för båda bisorterna för att sedan öka i mitten av augusti och då nästan fyra gånger så mycket hos Buckfast. Det nordiska biet samlar in mycket pollen från ljung från slutet av juli, hos Buckfast utgör det en stor andel först i provet från mitten av augusti.

Tabell 1. Diversitet bland pollenslag i pollen insamlat av nordiskt honungsbi (Apis mellifera mellifera) och Buckfast (Apis mellifera "Buckfast"). Pollenslag som kunde bestämmas (till art, släkte eller familj) och utgjorde ≥ 2 % av ett prov inkluderades i analysen (för nordiskt bi 6754 pollenkorn och för Buckfast 6853). H' = Shannons diversitetsindex, ju högre värde desto fler arter och jämnare fördelning, J' = Pielou´s evenness index vilket antar ett värde 0–1 där 1 innebär en helt jämn fördelning.

	Diversitet under säsongen					
	Nordiskt honungsbi			**Buckfast**		
	Antal taxa	H'	J'	Antal taxa	H'	J'
Mitten av maj	8	1,95	0,936	4	0,647	0,467
Slutet av maj	6	1,36	0,761	2	0,678	0,978
Början av juni	2	0,276	0,398	7	1,73	0,88
Slutet av juli	4	0,543	0,392	4	0,664	0,479
Mitten av augusti	4	1,23	0,889	4	1,01	0,731
Slutet av augusti	6	1,38	0,768	5	1,32	0,821



Figur 5. Variation under säsongen i andel bland vanliga pollenslag (a) Prunus, b) Filipendula ulmaria, c) Brassicaceae och d) Calluna vulgaris) i pollen insamlat av nordiskt honungsbi (Apis mellifera mellifera) och hybriden Buckfast (Apis mellifera "Buckfast"). 1200 pollenkorn bestämdes genom mikroskopering i varje prov.

Diskussion

Besökta växter

Bara ungefär hälften av de 41 bestämda pollenslagen utgjorde minst 2 % i något av proverna. Trots att honungsbin är generalister är det alltså ett ganska litet antal pollenslag som dominerar under varje period under säsongen, vilket stämmer överens med tidigare studiers resultat (se till exempel Hawkins et al. 2015; Park och Nieh 2017). Störst andel pollen kom från familjerna Rosaceae (med *Prunus* och *Filipendula* som dominerande släkten), Ericaceae (med släktena *Calluna* och *Vaccinium*), Brassicaceae och Salicaceae (som utgjordes av *Salix*). Vanliga förekommande släkten och familjer matchar de vanligaste från två studier av pollen från honungsbin baserade på data från Storbritannien vilka tar upp *R. fruticosus*, *F. ulmaria*, *Taraxacum*, *Prunus*, *C. vulgaris*, *Trifolium*, *Brassica*, *Impatiens*, *Malus* och *Salix* som de viktigaste pollenslagen (Hawkins et al. 2015; Jones et al. 2021). Jones et al. förklarar den stora förekomsten av *Rubus*, *Trifolium repens* och *Brassica* med dessa taxas långa blomningsperioder.

Fördelningen av pollenslag skiljde sig mellan bisorterna. När de observationer som utgjorde mindre än 2 % räknats bort fanns flera observationer unika för respektive bi kvar. De taxa som bara förekom i prover från Buckfast var Apiaceae, *Plantago*, *Solidago* och *Tilia*. och de som bara förekom i prover från nordiskt honungsbi var *L. odoratus*, *Malus*/*Pyrus*, *R. fruticosus*, *Salix*, *Spiraea*, *Taraxacum*, och *Vaccinium*. Pollenproverna är, som nämnts, insamlade under två olika säsonger och från kupor som står i en botanisk trädgård. Det ligger nära till hands att tänka sig att planteringarna kan ha varierat mellan åren. De växttaxa som är unika för något av bina och skulle kunna vara från sådana planteringar är luktärt och gullris, samt möjligen någon flockblommig växt. Resterande taxa är inte typiskt sådana som förväntas hittas i planteringar som är avsedda att vara under bara en säsong, i stället är det träd och buskar (*Tilia*, *Malus*/*Pyrus*, *Salix*, *R. fruticosus*, *Spiraea*) och sådana som mer troligt är vilda än planterade (*Taraxacum*, *Plantago* och *Vaccinium*). Tillgången till olika blommor kan av andra skäl, som till exempel olika rik blomning, ha varierat i viss mån mellan åren och olika väderförhållanden kan ha påverkat hur långt bina flög under insamlingen och därav vilka arter de besökte. Med tanke på signifikansnivån och effektstorleken ($p < 0{,}001$, Cramér's $V = 0{,}63$) verkar det ändå som en rimlig slutsats att fördelningen av pollenslag faktiskt skiljer sig mellan bisorterna.

Pollen från *Salix* fanns bara i prover från Buckfast vilket kan hänga ihop med att viden är tidigt blommande och att Buckfast har större samhällen och därmed högre aktivitet under våren. Det fanns dubbelt så mycket ljungpollen i prover från de nordiska bina vilka också besökte ljungen tidigare under säsongen än vad Buckfast gjorde (Fig. 5d). Enligt projektet Bistånd till nordiska bin är nordiskt honungsbi känt för att vara flitiga pollinatörer av ljung. Att pollen från ljung är vanligare hos nordiska bin som utvecklats här är väntat då ljunghedar historiskt haft stor utbredning i delar av Europa (Larsson och Stenström 2022). Pollen från Brassicaceae samlades av nordiskt honungsbi in från slutet av maj och sedan olika mycket av de två bisorterna till och med det sista provet från slutet av augusti (Fig. 5c). Eftersom det är en hel familj och perioden sträcker sig över två månader kan man tänka sig att det rör sig om flera olika arter vilka kanske lockar de olika bina i olika grad. Även pollen från *Prunus* kan möjligen komma ifrån olika arter då Buckfast samlade in mycket pollen från släktet under maj medan de nordiska bina samlade in mycket först i juni (Fig. 5a). Att ett prov från slutet av maj faktiskt skulle innehålla pollen från *F. ulmaria* (Fig. 5d) är inte rimligt då älggräs blommar senare, antingen har provet blivit ordentligt kontaminerat eller så är det en felbestämning.

Relationen till inhemsk och införd flora och till vilda pollinatörer

Pollen från inhemsk flora var vanligare i proverna från nordiskt honungsbi medan pollen från införd flora var vanligare hos Buckfast och skillnaden var signifikant. Flera tidigare studier har visat att honungsbin pollinerar såväl inhemsk som införd flora (Hawkins et al. 2015; Jones et al. 2021).

Park och Nieh (2017) vars studie utfördes i södra Kalifornien, där inhemska honungsbin saknas, visade att importerade tambin samlade pollen från införda växter och att det pollenet utgjorde 10–65 % av det totala pollenet under olika delar av säsongen. Andelen främmande växtslag gick upp under perioder med lägre tillgång på blommande växter. Park och Nieh drog ändå slutsatsen att införda honungsbin kan bidra när det kommer till pollination, och i längden bevarandet, av inhemsk flora samt att det kan gynna inhemska pollinatörer.

Honungsbin kan spela en särskild roll när det kommer till bevarandet av hotad, lokal flora då de kan skapa ett genflöde mellan växtpopulationer som annars skulle vara isolerade i och med att de flyger längre än andra pollinatörer (Aguilar et al. 2006). På detta sätt kan honungsbin gynna vilda pollinatörer men de kan också utgöra ett hot genom att sprida sjukdomar och konkurrera om föda (Lindström och Smith 2022). Mellanartskonkurrensen skulle kunna vara mindre mellan nordiska bin och svenska vilda pollinatörer eftersom de utvecklats sida vid sida under lång tid.

Variation under säsongen

Buckfast samlade ett betydligt lägre antal växtslag och hade en lägre diversitet i början av säsongen än vad de nordiska bina gjorde och hade (Tabell 1) vilket var något oväntat. I studien jämfördes inte hur mycket pollen som samlades in men låg diversitet skulle kunna tyda på låg aktivitet. Enligt biodlaren som sköter om kuporna i botaniska trädgården samlade de nordiska bina dock in anmärkningsvärt lite pollen fram till och med början av juni 2022, men trots det är alltså diversiteten hög. Buckfast har jämfört med nordiska bin stora samhällen under våren så aktivitetsnivån ska inte vara låg. Det är mer troligt helt enkelt hög preferens för körsbär som ligger bakom då *Prunus* dominerar (Fig. 5a).

I början av juni har Buckfast hög diversitet vilket troligen beror på att mycket helt enkelt blommar då. De nordiska binas värden har däremot störtdykt. Som en anpassning till vårt klimat är samhällen med nordiska bin små under vintern och har under försommaren en enorm ökning vilket biodlaren som sköter trädgårdens kupor kunnat intyga. Trångboddhet resulterade i att samhällena hade ihjäl sina drottningar och det är troligen dessa problem som avspeglas i de nordiska binas låga värden i juni.

Fram mot sensommaren var antalet taxa och diversiteten lika mellan bisorterna. Man kan tänka sig att utvecklingen senare under säsongen hade gått mot att Buckfast skulle ha högre värden än de nordiska bina då de nordiska binas samhällena åter blir mindre som en förberedelse inför vintern.

Resultaten går stick i stäv med tidigare resultat från norra Sverige (Juoksengi) enligt vilka diversiteten i insamlade pollenslag ökade för nordiskt honungsbi under säsongens gång (Niklasson et al. 2022), här har de nordiska bina i stället som högst diversitet i början av säsongen (Tabell 1). Skillnaden i resultaten skulle kunna bero på att växtsäsongen ser olika ut i Göteborg och Juoksengi. Resultaten skiljer sig dock på fler sätt då även evenness undersöktes för bina i Juoksengi och där för de nordiska bina aldrig översteg 0,8 medan andra honungsbin (bland andra Buckfast) hade ett evenness-värde nära 1 vid flera tillfällen. Värdena var höga framför allt innan midsommar varefter de sjunk. I två av de nordiska binas prover från Göteborg översteg diversiteten 0,8 och ytterligare två prover hade värden nära 0,8. Buckfast hade visserligen som högst evenness innan midsommar men det överstiger 0,8 även i slutet av augusti.

Begränsningar

Som Klerk och Joosten skriver (2007) är det svårt och ibland omöjligt att artbestämma pollenkorn genom att studera pollenväggen i ljusmikroskop. Vissa familjer producerar pollenkorn som är lika, medan det i andra familjer finns pollen som ser väldigt olika ut. Inom vissa familjer producerar de flesta ingående arterna liknande pollen medan andra arter i familjen producerar pollen med helt annorlunda utseende. Därtill kan pollenkorn skadas så att de är omöjliga att placera eller så att de misstas för en annan pollentyp och inte minst är litteraturen över

pollenmorfologi inte komplett, eller svårtillgänglig (De Klerk och Joosten 2007). Det är alltså troligt att en del felbestämts (som i fallet med ”älggräs” i maj). Ett alternativ är att göra en DNA-analys (se till exempel Park och Nieh 2017; Hawkins et al. 2015).

Även när artbestämning kan ske korrekt är det svårt att dra slutsatser om besöksfrekvens hos olika arter då olika växter lämnar ifrån sig olika mycket pollen vid varje besök (Sawyer 1988), det gäller ju dock oavsett vilken bisort som besöker dem och därför kan andelarna av olika pollenslag ändå jämföras.

Att bikuporna stått i en botanisk trädgård kan innebära att resultaten skiljer sig ifrån vad de hade gjort under mer ”naturliga” förhållanden. Å andra sidan kan honungsbin förflytta sig långa sträckor (så långt som drygt 10 km) för att nå eftertraktade födokällor även om det mesta födosöket troligen sker inom ett avstånd av 1,5 km från kupan (Steffan-Dewenter och Kuhn 2003). Det verkar därför troligt att placeringen i en botanisk trädgård kan ha resulterat i exotiska polleninslag men mindre troligt att det avgjort vad som dominerat. I de flesta analyser är dessutom bara pollen som utgjorde minst 2 % av proverna inkluderat. En annan faktor som kan ha påverkat resultatet är att proverna är insamlade under två olika säsonger (väder, planteringar, hur rik blomningen varit för olika arter och annat kan ha varierat mellan säsongerna). Ett säkrare resultat hade kunnat fås om pollenprover från samma säsong och samhällen placerade i närheten av varandra (gärna flera samhällen av respektive bisort) analyserats.

En analys av insamlat pollen ger inte en heltäckande bild av vilka växter som besökts av bina då vissa växter besöks framför allt för skörd av nektar medan andra besöks för pollenet och ytterligare andra erbjuder gott om båda (Couvillon et al. 2015). För att få en mer fullständig bild kan man använda kompletterande metoder som analys av nektarinnehåll i honungen eller videoinspelning.

Det är problematiskt att mer än en tredjedel av det totala pollenet hos båda bisorterna vid klassificeringen av härkomst hamnade i kategorin ”inhemsk eller införd” (Fig. 4) och att χ^2-testet inte tog hänsyn till det som en stor osäkerhet utan bara räknade kategorin som vilken som helst.

Slutsats

Det finns ett visst stöd för hypotesen att nordiskt honungsbi och Buckfast skulle ha olika variation i antal pollenslag under olika delar av säsongen, åtminstone skiljer de sig åt i början av säsongen. Det hade behövts analyser av pollen från senare under säsongen och helst nya prover för de nordiska bina från juni för att kunna dra fler och starkare slutsatser. Hypotesen att det inte finns någon skillnad i vilka växter de två bisorterna besöker stöds däremot inte. I stället tyder resultaten på att det finns en skillnad och att denna skillnad skulle kunna, helt eller delvis, bero på att nordiskt honungsbi föredrar inhemsk flora medan Buckfast i större utsträckning även nyttjar införda arter. Det här behöver undersökas närmare, liksom vad relationen mellan floran och de olika bisorterna har för effekt på såväl floran som vilda pollinatörer. Under rådande biodiversitetskris är detta viktiga frågor. Det hade också varit intressant att se hur bina förhåller sig till insektspollinerande grödor (resultaten här antyder att Buckfast skulle kunna vara bättre som pollinatör av Brassicaceae där till exempel raps ingår).

Tackord

Jag vill rikta ett varmt tack till Åslög för möjligheten att göra projektet och för handledning under projektets gång! Jag vill också tacka Ylva, Elsa, Yvonne och Saga på pollenlabbet för trevligt sällskap och hjälp med bestämning av pollenet.

Referenslista

Aguilar, R., Ashworth, L., Galetto, L., Aizen, M.A., 2006. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. Ecology Letters 9, 968-980.

ArtDatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet. www.artfakta.se.

AutPal - Society for the Promotion of Palynological Research in Austria Department of Botany and Biodiversity Research University of Vienna, 2022. *PalDat – a palynological database*. www.paldat.org

Barth, O.M., Freitas, A.S., Oliveira, É.S., Silva, R.A., Maester, F.M., Andrella, R.R.S., Cardozo, G.M.B.Q., 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. Anais da Academia Brasileira de Ciências 82, 893-902.

Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P.M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A.P., Potts, S.G., Kleukers, R., Thomas, C.D., Settele, J., Kunin, W.E., 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. Science 313, 351-354.

Bistånd till nordiska bin. (2021) *Bistånd till nordiska bin – unik resurs för framtidens ekosystemtjänster.* Hämtad 28 oktober 2022 från https://www.gu.se/forskning/bistand-till-nordiska-bin-unik-resurs-for-framtidens-ekosystemtjanster

Breeze, T.D., Bailey, A.P., Balcombe, K.G., Potts, S.G., 2011. Pollination services in the UK: How important are honeybees? Agriculture, Ecosystems & Environment 142, 137-143.

Brodschneider, R., Crailsheim, K., 2010. Nutrition and health in honey bees. Apidologie 41, 278-294.

Couvillon, M.J., Riddell Pearce, F.C., Accleton, C., Fensome, K.A., Quah, S.K.L., Taylor, E.L., Ratnieks, F.L.W., 2015. Honey bee foraging distance depends on month and forage type. Apidologie 46, 61-70.

Crane, E., 1999. Recent research on the world history of beekeeping. Bee World 80, 174-186.

Dahl, Å. (2014). *Bestämningsnyckel för pollen i svensk honung*. Uppdaterad 2022-04-07.

De Klerk, P., Joosten, H., 2007. The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and scientific freedom. E&G Quaternary Sci. J. 56, 162-171.

de Souza, R.R., Pimentel, A.D.A., Nogueira, L.L., de Abreu, V.H.R., de Novais, J.S., 2020. Resources collected by two *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) species based on pollen spectrum of honeys from the Amazon Basin. Sociobiology 67, 268-280.

Eide, W., Ahrné, K., Bjelke, U., Nordström, S., Ottosson, E., Sandström, J., Sundberg, S. (red.), 2020. Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige 2020. SLU Artdatabanken rapporterar 24. SLU Artdatabanken, Uppsala.

Eilers, E.J., Kremen, C., Smith Greenleaf, S., Garber, A.K., Klein, A.-M., 2011. Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. PLoS One 6, e21363-e21363.

Ferreira, M.G., Absy, M.L., 2017. Pollen analysis of honeys of *Melipona* (*Michmelia*) *seminigra merrillae* and *Melipona* (*Melikerria*) *interrupta* (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil. Grana 56, 436-449.

Fontaine, C., Dajoz, I., Meriguet, J., Loreau, M., 2006. Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. PLoS biology 4, e1-e1.

Föreningen Nordbi, u.å. *Avelsarbete.* Hämtad 2 september 2022 från www.nordbi.se

García-pérez, M.A., Núñez-antón, V., 2003. Cellwise Residual Analysis in Two-Way Contingency Tables. Educational and psychological measurement 63, 825-839.
Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Kremen, C., Carvalheiro, L.G., Harder, L.D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N.P., Dudenhöffer, J.H., Freitas, B.M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., … Klein, A.M., 2013. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. Science 339, 1608-1611.
Hawkins, J., De Vere, N., Griffith, A., Ford, C.R., Allainguillaume, J., Hegarty, M.J., Baillie, L., Adams-Groom, B., 2015. Using DNA metabarcoding to identify the floral composition of honey: A new tool for investigating honey bee foraging preferences. PLoS One 10, e0134735.
Hung, K.-L.J., Kingston, J.M., Albrecht, M., Holway, D.A., Kohn, J.R., 2018. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 285, 20172140.
IBM, u.å. *Cramér's V*. Hämtad 14 oktober 2022 från www.ibm.com/docs/en/cognos-analytics/11.1.0
Jones, L., Brennan, G.L., Lowe, A., Creer, S., Ford, C.R., de Vere, N., 2021. Shifts in honeybee foraging reveal historical changes in floral resources. Communications biology 4, 37-37.
Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274, 303-313.
Kluser, S., Neumann, P., Chauzat, M.-P., Pettis, J.S., 2010. Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators, In UNEP Emerging Issues. United Nations Environment Programme.
Larsson, K., Stenström, J., 2022. Åtgärdsprogram för ljunghed 2022-2026. Naturvårdsverket.
Leidenberger, S., Berntsson, A-C., Niklasson, M., 2019. Nordiskt honungsbi studeras på Nordens ark. Yrfän, 22-25.
Lindström, S., Smith, H.G., 2022. Konkurrens mellan honungsbin och vilda bin:–evidens, kunskapsluckor och möjliga åtgärder. CEC rapport nr 6.
Mapes, G., 1991. In American Apiaries, The Latest Buzz Is: Long Live the Queen --- The Buckfast Queen, That Is, A Breakthrough Honeybee Bred by a British Monk. Wall Street journal. Europe.
Michener, C.D., Winston, M.L., Jander, R., 1978. Pollen manipulation and related activities and structures in bees of the family Apidae. The University of Kansas Science Bulletin 51, 575.
Mossberg, B., Stenberg, L., Karlsson, T., 2018. Nordens flora. Bonnier Fakta, [Stockholm].
Niklasson, M.C., L., Dahl, Å., Lee, N., Norrström, N., Leidenberger, S., 2022. Bistånd till nordiska bin - En resurs för framtidens ekosystemtjänster - Slutrapport.
Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S., 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos 120, 321-326.
Park, B., Nieh, J.C., 2017. Seasonal trends in honey bee pollen foraging revealed through DNA barcoding of bee-collected pollen. Insectes Sociaux 64, 425-437.
Pielou, E.C., 1977. Mathematical ecology. New York: John Wiley & Sons.
Praz, C.J., Müller, A., Dorn, S., 2008. Specialized bees fail to develop on non-hos pollen: Do plants chemically protect their pollen. Ecology 89, 795-804.
Ritchie, A.D., Ruppel, R., Jha, S., 2016. Generalist behavior describes pollen foraging for perceived oligolectic and polylectic bees. Environmental entomology 45, 909-919.
Roffet-Salque, M., Regert, M., Evershed, R.P., Outram, A.K., Cramp, L.J.E., Decavallas, O., Dunne, J., Gerbault, P., Mileto, S., Mirabaud, S., Pääkkönen, M., Smyth, J., Šoberl,

L., Whelton, H.L., Alday-Ruiz, A., Asplund, H., Bartkowiak, M., Bayer-Niemeier, E., Belhouchet, L., … Zoughlami, J., 2015. Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers. Nature 527, 226-230.

Sawyer, R., 1988. Honey Identification. Cardiff Academic Press, Cardiff.

Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal 27, 379-423.

Stebler, Th., 2022. *Pollen Wiki*. www. pollen.tstebler.ch

Steffan-Dewenter, I., Kuhn, A., 2003. Honeybee foraging in differentially structured landscapes. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 270, 569-575.

Wood, T.J., Roberts, S.P.M., 2017. An assessment of historical and contemporary diet breadth in polylectic *Andrena* bee species. Biological Conservation 215, 72-80.

Wreszinski, W., 1923. Atlas zur altägyptischen Kulturgeschichte. Leipzig, Hinrichs.

Yang, H., Sun, J., Tang, P., Ma, C., Luo, S., Wu, J., 2020. The ratio of sunflower pollens foraged by *Apis mellifera* is more than that of *Apis cerana* does during sunflower blooming. Sociobiology 67, 256-260.

[Fotografi på pollenfälla, utan titel] (u.å.). Hämtad 6 oktober 2022 från https://adolfsborgs.nu/produkt/pollenfalla/