



HONNINGBIERS POLLENFORSYNING I DANSKE LANDSKABER

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 517

2022



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

HONNINGBIERS POLLENFORSYNING I DANSKE LANDSKABER

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 517

2022

Yoko L. Dupont¹

Mette B. Greve²

Per Kryger²

¹ Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience

² Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 517
Kategori:	Forskningsbidrag
Titel:	Honningbiernes pollenforsyning i danske landskaber
Forfattere:	Yoko L. Dupont ¹ , Mette Balslev Greve ² & Per Kryger ²
Institution(er):	¹ Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience, ² Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	2022
Redaktion afsluttet:	2022
Faglig kommentering:	Peter Wind
Kvalitetssikring, DCE:	Jesper R. Fredshavn
Sproglig kvalitetssikring:	Sonja Graugaard
Finansiell støtte:	Projektet er finansieret af midler fra Biavlsprogrammet 2020-2022. Programmet finansieres 50 pct. af EU-Kommissionen og 50 pct. af nationale midler (projekt nummer 19-2222-000001)
 Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri	
Bedes citeret:	Dupont, YL, Greve, MB, Kryger, P. 2022. Honningbiernes pollenforsyning i danske landskaber. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 60 s. - Videnskabelig rapport nr. 517, http://dce2.au.dk/pub/SR517.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Pollen er en kilde til protein, fedtstoffer, vitaminer og mineraler for honningbier, og pollen-ernæringen er vigtig for biernes sundhed og vinteroverlevelse. I dette studium har vi undersøgt honningbiernes pollenforsyning i danske landskaber, med henblik på at undersøge betydningen af sæsonudvikling og arealanvendelsen i det omgivende landskab. Rapporten gennemgår de vigtigste pollenkilder (top 10) i hver af 10 perioder gennem vækstsæsonen (april-oktober), samt i landskaber med større andele af landbrugsland, byområder, åben natur, skov hhv. vand.
Emneord:	<i>Apis mellifera</i> , bibrød, citizen science, fouragering, GIS, honningbi, landskab, pollen diversitet, pollentyper
Layout:	Tinna Christensen
Foto forside:	Honningbi besøger blomst af brombær (<i>Rubus sect. Rubus</i>). Foto: Yoko L. Dupont
ISBN:	978-87-7156-727-4
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	60
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR517.pdf

Indhold

1	Forord	5
2	Dansk sammendrag	6
3	English summary	7
4	Introduktion.....	8
4.1	Hvorfor samler bier pollen?	8
4.2	Hvordan samler bierne pollen?	10
4.3	Hvad samler bierne?	10
4.4	Det Europæiske CSI Pollen projekt	11
4.5	Projektet "Biernes pollenforsyning"	11
5	Materialer og metoder.....	12
5.1	Rekruttering af frivillige prøveindsamlere.....	12
5.2	Indsamling af pollenprøver	13
5.3	Bestemmelse af pollentyper ved mikroskopi.....	15
5.4	Analyse af forsøgslandskaber.....	15
6	Resultater og diskussion	16
6.1	Mangfoldighed af pollentyper	16
6.2	Dominerende pollentyper	16
6.3	Periode 1 (primo april)	17
6.4	Periode 2 (ultimo april)	22
6.5	Periode 3 (medio maj)	23
6.6	Periode 4 (primo juni)	27
6.7	Periode 5 (ultimo juni)	31
6.8	Periode 6 (medio juli)	36
6.9	Periode 7 (primo august)	39
6.10	Periode 8 (ultimo august)	42
6.11	Periode 9 (medio september) og periode 10 (primo oktober).....	45
6.12	Betydningen af landskabssammenhængen for biernes pollenforsyning.....	48
6.13	Landbrugsland	48
6.14	Byer	49
6.15	Lysåben natur	51
6.16	Skov	51
6.17	Øer	51
7	Opsamling	53
8	Referencer.....	54
	Appendix 1	58

1 Forord

Denne rapport er udarbejdet i forbindelse med projektet "Hvad er sammenhængen mellem biernes pollenforsyning, varroavækst og vinterdødelighed i danske landskaber?", 2019-2022. Projektet er finansieret af midler fra Biavlsprogrammet 2020-2022. Programmet finansieres 50 pct. af EU-Kommissionen og 50 pct. af nationale midler (projekt nummer 19-2222-000001).

I projektet undersøges sammenhængen mellem biernes pollenernæring og bisundhed samt betydningen af det omgivende landskab for pollenforsyningen hos en bifamilie. Specifikt har projektet til formål at identificere hovedpollenkilderne gennem blomstringssæsonen i forskellige regioner og landskaber i Danmark og at klarlægge sammenhængen mellem landskabssammensætning og biernes pollenforsyning. Endvidere undersøges sammenhængen mellem varroatilvækst og vinterdødelighed i landskaber med forskellig pollenforsyning. Denne rapport belyser honningbiernes pollenkilder gennem sæsonen og i forskellige landskabstyper i Danmark, mens resultater vedrørende bisundhed afrapporteres særskilt. Navngivningen af planter følger så vidt muligt Atlas Flora Danica (Hartvig, 2015), og dansk botanisk navn angives efterfulgt af videnskabeligt navn i parentes. Appendix 1 er en samlet oversigt over identificerede pollentyper, hvor også plantefamilie fremgår.

En stor tak til biavlere over hele landet, som har deltaget i projektet ved at samle bibrød ind gennem hele sæsonen. Uden dem ville projektet ikke have kunnet gennemføres! Anna Karin la Cour (Institut for Agroøkologi, AU) har været uvurderlig hjælp til administration og behandling af indsendte prøver. Luna Kondrup Marcussen (Institut for Ecoscience, AU) og Charlotte Knudsen (Institut for Agroøkologi, AU) takkes for praktisk hjælp med datahåndtering og kommunikation. Ghalia Kassem og Sabine Frasch, Quality Services International (QSI), Bremen, har udført den botaniske bestemmelse af pollenprøver ved mikroskopi og har venligt bidraget med billeder af pollenkorner (Figur 1). Endelig takkes Peter Wind (Institut for Ecoscience, AU) for at dele sin store botaniske viden og for at bidrage med en grundig kommentering af første rapportudkast.

2 Dansk sammendrag

Pollen fra karplanter indeholder protein, fedtstoffer, vitaminer og bioaktive stoffer og er en vigtig næringskilde for bier. Honningbier, som lever i store, sociale kolonier, samler og opbevarer pollen som bibrød i vokstavler i boet, hvor det bruges primært som larvefoder. Pollen varierer i næringsindhold, og en bifamilies pollenforsyning, særligt proteinindholdet, er påvirket af det omgivende landskabs sammensætning. Honningbiernes pollenernæring har stor betydning for bifamiliens sundhed og vinteroverlevelse. Formålet med nærværende undersøgelse er at identificere de vigtigste kilder til pollen for honningbier. Specifikt undersøges variationen i pollenkilder gennem blomstringsæsonen i forskellige regioner og landskaber i Danmark, og sammenhængen mellem sæson, landskabssammensætning og honningbiernes pollenforsyning klarlægges.

I forbindelse med undersøgelsen er pollenprøver fra bifamilier blevet samlet af frivillige biavlere fra forskellige landsdele og landskabstyper. Biavlerne blev instrueret i at levere prøver af ny pollen fra vokstavlerne hver tredje uge, fra starten af sæsonen (ultimo marts/primus april 2020 henholdsvis ultimo april/primus maj 2021), og indtil primo oktober 2020/2021. I alt blev der leveret 258 bibrødsprøver fra 31 bigårde i 2020 og 53 prøver fra ni bigårde i 2021. Pollen i prøverne blev bestemt ved morfologisk bestemmelse ved lysmikroskopi af pollenlaboratoriet, Quality Services International (QSI), ved brug af standardprotokollen DIN-Norm 10760. Arealanvendelsen af omgivelserne af hver forsøgsbigård blev analyseret ved brug af GIS. En bigårds fødesøgningsområde blev defineret som en tre km cirkel omkring bigården, som omfatter 75% af honningbiers fourageringsafstande (Couvillon *et al.*, 2014). Arealanvendelsen (i ha) blev kategoriseret efter basemap-kategorierne landbrug, natur, byområde, skov, vand og andet (vej, jernbane, grusgrav, ikke-kategoriseret).

Der blev i undersøgelsen identificeret i alt 105 pollentyper, bestemt til karplantefamilie, -slægt eller -art. Pollentyperne omfattede både afgrøder og vilde planter. Diversiteten af pollen, det vil sige antal pollentyper, var lav indtil ultimo maj, stigende indtil slutningen af august, hvorefter den igen aftog. I alt 20 pollentyper udgjorde alle hver især mere end 1 % af en given prøve. Disse var: raps (*Brassica*), pil (*Salix*), hvidkløver (*Trifolium repens*), frugttræer (*Pirus/Prunus*), hindbær/brombær (*Rubus*), ahorn (*Acer*), mælkebøtte (*Taraxacum*), vedbend (*Hedera*), honningurt (*Phacelia*), ranunkelfamilien (eventuelt skovranke (*Clematis*)), valmue (*Papaver*), ægte kastanje (*Castanea sativa*), røllike (*Achillea*), rødkløver (*T. pratense*), mjøldurt (*Filipendula*), hestekastanje (*Aesculus*), hestebønne (*Vicia faba*), sennep (*Sinapis*), hedelyng (*Calluna vulgaris*) og sommerfuglebusk (*Buddleja*). Der var en stor sæsonmæssig variation i biernes pollenforsyning, som fulgte de forskellige karplanterers skiftende blomstringsperioder. Endvidere var biernes pollenforsyning i nogen grad påvirket af det omgivende landskabs sammensætning. Der var dog lav variation i top 10 pollentyper imellem forskellige landskabstyper (landskaber domineret af landbrugsland, byer, lysåben natur, skov og øer). Landskaber med byområder havde dog generelt flere forskellige pollentyper i prøverne.

3 English summary

Pollen from flowering plants contains protein, fatty acids, vitamins and bioactive substances, and is an important source of nutrition for bees. Honey bees live in large, social colonies, and provision pollen as bee bread in wax combs in the nest, where it is used primarily as larval feed. Pollen is highly variable in quality, in particular in protein content, and the availability, and hence pollen source of a honey bee colony is affected by the landscape surrounding the honey bee hive. Quality of the pollen source influences colony health and winter survival. The aim of the current study was to identify important sources of pollen for honey bees. Specifically, we investigated variation in honey bee pollen sources through the flowering season in different regions and landscape types in Denmark, in order to assess the influence of flowering season and landscape composition on honey bee pollen collection.

Pollen samples from honey bee colonies were collected by volunteer beekeepers from apiaries placed in different landscape types across Denmark. Bee keepers were instructed in sampling bee bread recently collected by honey bees. Bee bread was collected from the combs from the onset of the season (late March/early April in 2020 and late April/early May in 2021) and until early October 2020/2021. In total, 258 bee bread samples were collected from 31 apiaries in 2020 and 53 samples from nine apiaries in 2021. Samples were sent to the pollen laboratory Quality Services International (QSI), and morphologically identified by light microscopy following the standard protocol DIN-Norm 10760. Land use of the landscapes surrounding each experimental apiary was analysed using GIS. The surrounding landscape of an apiary was defined as a three kilometer circle around the apiary, which includes 75 % of honey bee foraging trips (Couvillon *et al.*, 2014). Land use (in ha) was categorized using the basemap classes agriculture, nature, urban, forest, water and other (road, railroad, resource extraction areas, non-categorised).

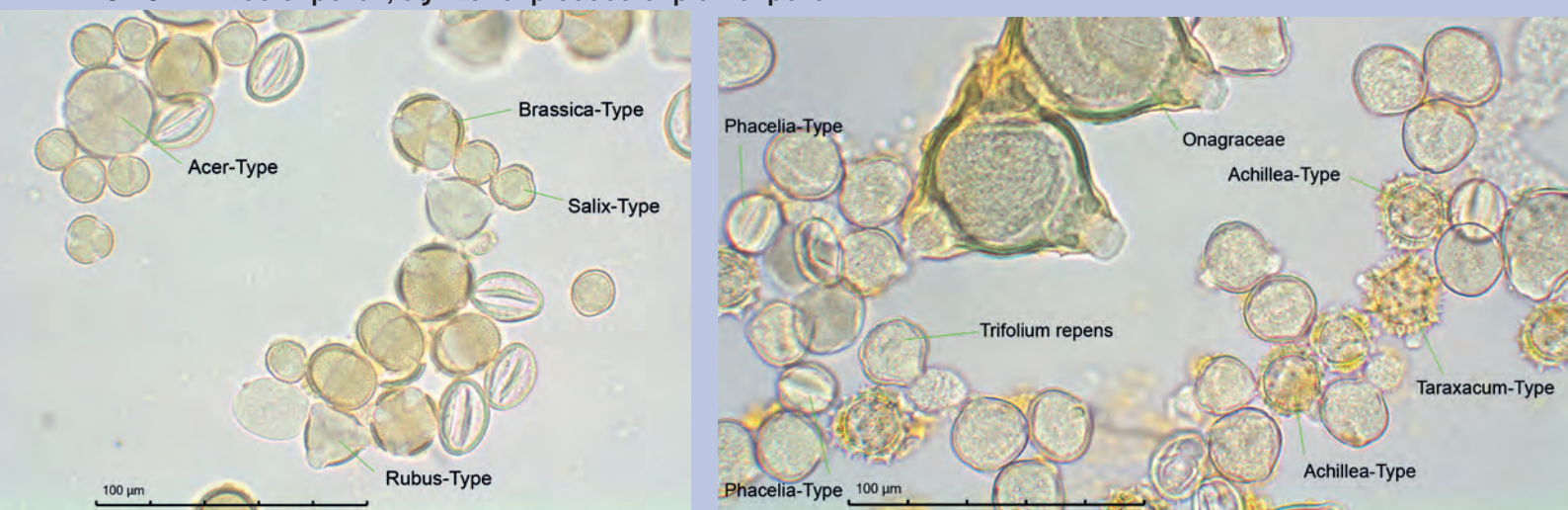
A total of 105 pollen types were identified to angiosperm family, genus or species. Pollen types included both crops and wild plants. The diversity of pollen, i.e. number of pollen types, was low until late May, increasing until late August, after which it decreased. Only 20 pollen types were represented by more than 1 % of a pollen sample. These were: oilseed rape (*Brassica*), willow (*Salix*), white clover (*Trifolium repens*), fruit trees (*Pirus/Prunus*), raspberry/bramble (*Rubus*), maple (*Acer*), dandelion (*Taraxacum*), ivy (*Hedera*), scorpionweed (*Phacelia*), buttercup family (possibly *Clematis* (*Clematis*)), poppy (*Papaver*), Spanish chestnut (*Castanea sativa*), yarrow (*Achillea*), red clover (*T. pratense*), meadowsweet (*Filipendula*), horse chestnut (*Aesculus*), faba bean (*Vicia faba*), mustard (*Sinapis*), common heather (*Calluna vulgaris*), and butterfly bush (*Buddleja*). A high seasonal variation following the seasonal progression of flowering plants, was found in the pollen sources of honey bees. Furthermore, the pollen source was to some extent affected by composition of the surrounding landscape. However, variation was low in the top 10 pollen types among different landscape types (landscapes dominated by farmland, urban areas, open nature, forest and islands), Pollen samples from landscapes with a high coverage by urban areas, in general, had a higher diversity of pollen types.

4 Introduktion

4.1 Hvorfor samler bier pollen?

Honningbier samler nektar og pollen fra blomster. Nektar er en kilde til kulhydrater eller sukkerstoffer, som bruges til forbrænding og til oplagsnæring i form af honning. Pollen er rig på protein, fedtstoffer, vitaminer og mineraler (Herbert and Shimanuki, 1978), se boks 1. Pollen indeholder livsvigtige stoffer, som bierne ikke kan danne selv, og som har afgørende betydning for de voksne biers sundhed og larvernes udvikling (Haydak, 1970). Uden denne tilførsel ville bierne højst være i stand til producere fodersaft til at opfostre yngel i omkring en uge. Herefter ville deres aminosyrereserver være udtømte og deres yngelpleje ophøre (Haydak, 1970; Keller *et al.*, 2005b, a).

Boks 1: Hvad er pollen, og hvorfor producerer planter pollen?



Figur 1. Pollenkorn set i lysmikroskop. Her ses et udvalg af pollentyper: pil (*Salix*), ahorn (*Acer*), raps (*Brassica*), hindbær/brombær (*Rubus*), mælkebøtte (*Taraxacum*), røllike (*Achillea*), honningurt (*Phacelia*), hvid-kløver (*Trifolium repens*), Natlysfamilien (*Onagraceae*). Fotos: Ghalia Kassem.

Pollen, eller blomsterstøv, er planternes hanlige formeringsenheder og er planternes modsvar til dyrenes sædceller. Pollen er celler, som dannes i blomsternes hanlige kønsorganer, støvdragerne. Pollen overføres med vind eller insekter (bl.a. bier) til andre blomsters frugtanlæg, som indeholder planternes hunlige kønsorganer, griflen med frugtknuden, der indeholder ægcellerne.

Insektbestøvede planter tiltrækker insekter for at få transporteret pollen fra en blomst til en anden med henblik på at opnå krydsbestøvning og dermed krydsbefrugtning. Som lokkemad bruger mange planter næringsrigt pollen og/eller nektar. Blomsterne

udskiller nektar fra kirtler f.eks. i blomsterbunden, en ringformet struktur, hos eksempelvis skærmpantefamilien (*Apiaceae*), eller i enden af en forlænget, bagudrettet spore, som forekommer i blomsterne hos arter af torskemund (*Linaria*) og viol (*Viola*). Selvom bierne fortærer en del af den pollen, som de indsamler i en blomst, vil nogle pollenkorn blive overført til en anden blomsts griffel, således at ægcellerne gennem en kompliceret bestøvningsproces befrugtes, og planten derved kan danne formeringsdygtige frø.

Pollenkorn er ofte variable, og familie-, slægts- eller arts karakteristisk i udseende, form, overfladestruktur og størrelse (10-100 µm i diameter) samt i antallet af poreåbninger og porernes placering og udformning (Faegri and Iversen, 1964; Muller, 1979; Hao *et al.*, 2020) (Figur 1). De kan endda have forskellig farve, se Figur 2.



Figur 2. Pollen fra forskellige planter har forskellige farver. I cirklen: To honningbier med pollen i pollenkurven på bagbenet. Bier samler som regel kun pollen fra en enkelt planteart, og derfor har biernes pollenlast farve efter, hvilken plante de er blevet samlet på. Her ses to bier med henholdsvis orange (sandsynligvis mælkebøtte (*Taraxacum*)) og lysegule (sandsynligvis raps (*Brassica napus*)) pollen i pollenkurven på bagbenet. Foto: Yoko L. Dupont. Til venstre: klumper af pollen indsamlet af honningbier. Bemærk de forskellige farver af pollen fra forskellige planter. Foto: Per Kryger.

De forskellige karplantearters pollen har et arts karakteristisk næringsindhold. Det gælder både for pollenets samlede proteinindhold samt sammensætningen af forskellige proteiner og andre stoffer (Roulston and Cane, 2000). Pollen af ærteblomstrede planter er særligt proteinrigt, fordi de danner rodknolde med bakterier, som fikserer atmosfærisk kvælstof, der på den måde optages og overføres til alle ærteblomstplanternes dele (Somerville, 2001). Derimod har pollen af majs et lavt proteinindhold, og bifamilier, som lever af majs pollen, vokser kun langsomt (Keller *et al.*, 2005a; Höcherl *et al.*, 2012). Pollen fra majs er desuden svært fordøjeligt for honningbier, og en del pollen korn passerer biernes tarm uden at frigive næringsstoffer (Human and Nicolson, 2003).

Pollen indeholder ofte små mængder af bioaktive stoffer, der kan være enten giftige eller gavnlige for bierne (Mao *et al.*, 2013). Nogle plantearter producerer naturligt bitterstoffer (alkaloider), som også findes i pollen. Dette gælder eksempelvis kurvblomster, som solsikke (*Helianthus*) og mælkebøtte (*Taraxacum*), hvis bitterstoffer honningbier ikke tåler i store mængder (Nicolson and Human, 2013; Vanderplanck *et al.*, 2020). Quercetin er et stof, der findes i næsten alle planters pollen, som formodentlig hjælper bierne, således at de hurtigere omsætter pesticider (Ardalani *et al.*, 2021), se boks 2. I tillæg kan pollen også optage sprøjtegifte blandt andet de omdiskuterede insektgifte neonikotinoider (Wood *et al.*, 2019).

Sammensætningen og kvaliteten af det pollen, som bier indsamler, har afgørende betydning for bikoloniens modstandsdygtighed overfor sygdomme, særligt varroa, og for bifamiliens vinteroverlevelse (Annoscia *et al.*, 2017; Requier *et al.*, 2017; DeGrandi-Hoffman *et al.*, 2018).

Boks 2: Sekundære metabolitter

Fotosyntetiserende planter producerer med hjælp af solens energi den føde alle dyr, herunder honningbier og mennesker, indtager. De sukkerstoffer, aminosyrer, fedtsyrer og vitaminer, der giver næring til dyr kaldes primære metabolitter. De er de vigtigste elementer i næsten alt biologisk stofskifte på jorden. Planter producerer en mængde andre stoffer, som under ét kaldes sekundære metabolitter.

Nogle sekundære metabolitter er velkendte: koffein fra kaffe (*Coffea arabica*), nikotin fra tobak (*Nicotiana tabacum*) eller salicylsyre fra pil (*Salix*). Det er stoffer, der påvirker mennesker og dyr på forskellig vis. Koffein virker opkvikkende, og nikotin virker stimulerende. Salicylsyre virker smertestillende og er kendt fra aspirin. Fælles for mange af disse stoffer er, at de kan være dødelige i høj dosis. Listen af sekundære metabolitter er meget lang. For mange af dem er den biologiske virkning ukendt.

Honningbier kommer i kontakt med et væld af sekundære metabolitter, når de samler pollen og nektar fra blomster. Flere af disse stoffer er kendt for at være giftige for insekter, og honningbier må altså kunne tåle disse stoffer, modsat de insekter, der lever af plantesaft, som de suger fra blade. Det kan være, fordi den mængde stof, der er i nektar eller pollen, er mindre end i plantens andre dele, eller fordi honningbier besidder et afgiftningssystem, der nedbryder de sekundære metabolitter.

Imidacloprid, et pesticid af typen neonikotinoider, har fået meget omtale i forbindelse med bidød (Barron, 2015). Stoffet ligner i nogen grad den sekundære metabolit, nikotin. Neonikotinoider er en efterligning af den kendte nikotin, men stofferne er mere giftigt for insekter, men mindre giftigt for mennesker end nikotin. Det viser sig, at honningbier kan omdanne imidacloprid forholdsvis hurtigt. Honningbier, der får en høj dosis imidacloprid, falder lammede om, kort efter de har optaget stoffet, og ofte når bierne er tilbage i bistadet. Men en eller to dage efter, når biernes afgiftningssystem har nedbrudt imidacloprid, kan de "døde" bier vågne igen (Schott *et al.*, 2017).

En sekundær metabolit, der i denne sammenhæng er interessant, er quercetin. Det findes i pollen fra mange forskellige plantearter. Quercetins funktion i planter er i forbindelse med spiring af frø i jorden og for pollenrørs vækst i griflen samt generelt for planters vækst. Forsøg har vist, at honningbier, der indtager quercetin sammen med sukkervand, har en hurtigere omsætning af imidacloprid, end bier, der kun får sukkervand (Ardalani *et al.*, 2021). Når bier lever af nektar og pollen, som de gør naturligt, har de næppe mangel på quercetin. Men fodres bier med sukker som erstatning for honning, stimuleres biernes afgiftningsapparat ikke i samme grad. Quercetin har fået en del opmærksomhed i forbindelse med COVID-19. Det er et af de naturstoffer, det vil sige sekundære metabolitter, der hæmmer vækst af virus. Om stoffet har samme virkning i forhold til virus i honningbier er ikke afklaret. Men det viser, hvorfor sekundære metabolitter er interessante at forske i.

4.2 Hvordan samler bierne pollen?

Bierne henter pollen fra blomstrende planter i det landskab, som omgiver deres stade. Det er ikke nogen nem opgave, da blomstringen hele tiden skifter fra sted til sted og uge til uge. Men honningbier har et særligt system til at overvåge og effektivt indsamle nektar og pollen fra rige blomsterforekomster i det omgivende landskab.

I bifamilien har en gruppe bier, trækbiene, til opgave at indsamle nektar og pollen fra blomster. Blandt trækbiene findes et mindre antal såkaldte spejdere. De flyver rundt i landskabet i søgen efter gode blomsterkilder. Finder de ressourcerige blomster, vender de hjem til staden og kommunikerer findestedet til andre trækbiere, de såkaldte rekrutter, ved at opføre en dans (von Frisch, 1965). Dansen indeholder information om retning og længde, som rekrutterne skal flyve for at finde blomsterkilden. Kommunikationssystemet gør honningbierne i stand til hurtigt og effektivt at høste de rige blomsterressourcer i landskabet, selvom blomstringen er kortvarig (Seeley, 1987).

Honningbier er stærke flyvere og fouragerer over et stort område. Ved indsamling af nektar kan bierne samle 29 kcal ved et energiforbrug på 1 kcal og er således meget energieffektive (Southwick and Pimentel, 1981). Hvor langt de flyver afhænger af, hvor der er blomster, og fødesøgningsafstanden afhænger også af årstiden (Couvillon *et al.*, 2015). I et typisk nordeuropæisk landbrugslandskab er størstedelen (75 %) af flyveturen indenfor 3 km af staden (Couvillon *et al.*, 2014). Bierne flyver dog gerne 10-12 km til en god blomsterkilde (Beekman and Ratnieks, 2000).

I nærværende undersøgelse defineres en honningbifamilies omgivende landskab som området indenfor 3 km af bigården, hvor bierne typisk fouragerer. Samme afstand bruges desuden som definition af en bigårds fødesøgningslandskab ved EU's certificering af økologisk honning (<https://lbst.dk/tvaergaende/oekologi/jordbrugsbedrifter/oekologisk-biavl/>).

4.3 Hvad samler bierne?

En bifamilie bruger 17-34 kg pollen pr. år afhængigt af familiens størrelse (Keller *et al.*, 2005a). Derfor samler honningbier typisk nektar og pollen fra større blomsterforekomster i landskabet. Det kan være blomstrende afgrøder som raps (*Brassica napus*) og kløver (*Trifolium*), blomstrende træer som mirabel (*Prunus cerasifera*), ahorn (*Acer pseudoplatanus*) æble (*Malus*), eller større forekomster af vilde blomstrende planter, som mælkebøtte (*Taraxacum*) eller hedelyng (*Calluna vulgaris*). Præcis hvilke blomster, som bierne samler fra, afhænger af landskabet og skifter gennem sæsonen (Odoux *et al.*, 2012; Requier *et al.*, 2015; Dupont and Søgaard Jørgensen, 2017). En bifamilies pollenernæring, især proteinindhold, er derfor påvirket af hvilke landskabstyper, som findes i bistadets omgivelser (Donkersley *et al.*, 2014).

Om en given planteart er en god fødekilde, afhænger både af antallet af blomster og af, hvad der ellers blomstrer på et givent tidspunkt, samt hvor langt bierne skal flyve. De kan tilpasse deres indsamling, hvis kolonien eksempelvis har underskud af et givent næringsstof (Hendriksma and Shafir, 2016; Zarchin *et al.*, 2017). Men generelt samler de hellere fra store end små blomsterressourcer og fra blomster nærvæd snarere end langt fra staden.

4.4 Det Europæiske CSI Pollen projekt

Den sæsonmæssige dynamik af biernes pollendiet er undersøgt i udvalgte landskaber, herunder landbrugsland (f.eks. Couvillon *et al.*, 2014; Requier *et al.*, 2015) og byområde (Garbuzov *et al.*, 2015).

I 2014 og 2015 gennemførte honningbiforskningsnetværket COLOSS (<https://coloss.org/>) det Europæiske projekt CSI Pollen ("Citizen Scientist Investigation on pollen diversity forage available to honey bees") (Brodtschneider *et al.*, 2019; Brodtschneider *et al.*, 2021). Projektet involverede 750 biavlere fra 24 europæiske lande. Biavlerne indsamlede pollen ved hjælp af pollenfælder, en slags kam, som sættes på bistadets indgang og fjerner en del af de hjemvendte biers pollenladning. Disse pollen blev sorteret efter farve, og antallet af forskellige farver brugt som et simpelt mål for mangfoldighed af pollen (Brodtschneider *et al.*, 2021). Undersøgelsen viste, at diversiteten af pollen var påvirket af det omgivende landskab, og at særligt byområder bidrog til en høj mangfoldighed af pollen indsamlet af honningbier. Betydning af en artsrig, naturlig flora i det omgivende landskab for vinteroverlevelse af honningbier, er netop blevet påvist i en undersøgelse af honningbier, som levede vildt i strømmaster i Spanien (Rutschmann *et al.*, 2022).

I forbindelse med CSI Pollen projektet er pollenprøver fra blandt andet Østrig (Brodtschneider *et al.*, 2019) og Danmark (Søgaard Jørgensen *et al.*, 2016; Dupont & Søgaard Jørgensen, 2017) analyseret ved mikroskopi og derved bestemt til pollentyper, som svarer til en plantefamilie eller slægt eller i sjældne tilfælde en planteart. Disse undersøgelser viser en større mangfoldighed af pollentyper end ved farvebestemmelsen. Med andre ord kan forskellige pollentyper have farver, som ikke kan adskilles visuelt. Den detaljerede botaniske bestemmelse understøttede dog hovedkonklusionerne fra CSI Pollen projektet om sæsonvariation og betydning af det omgivende landskab i honningbiernes pollenforsyning.

4.5 Projektet "Biernes pollenforsyning"

For at opnå større viden om honningbiernes pollenforsyning i danske landskaber og betydningen af pollenernæring for biernes sundhed igangsatte vi forskningsprojektet "Hvad er sammenhængen mellem biernes pollenforsyning, varroavækst og vinterdødelighed i danske landskaber?" (herefter "Biernes pollenforsyning") i 2019. Formålet med projektet er:

1. At identificere vigtige pollenkilder gennem blomstringssæsonen i forskellige regioner og landskaber i Danmark samt klarlægge sammenhængen mellem landskabssammensætning og pollenforsyning.
2. At undersøge varroamidens tilvækst i landskaber med forskellig pollenforsyning.
3. At undersøge vintertab i landskaber med forskellig pollenforsyning.

Resultater vedrørende sygdom og vinteroverlevelse afrapporteres andetsteds. Nærværende rapport fokuserer på biernes pollenforsyning. Formålet med rapporten er at udforske sæsonudviklingens og landskabets betydning for honningbiernes pollenforsyning i danske landskaber.

5.2 Indsamling af pollenprøver

Da pollenforsyningen kan være forskellig selv for bifamilier, hvis stader står på samme sted, samlede hver forsøgsvært pollenprøver fra så vidt muligt tre bifamilier pr. bigård. Enkelte bigårde havde kun to bifamilier. Bifamilierne blev ikke brugt til høst af pollen i kommerciel øjemed i løbet af forsøget, da fjernelse af større mængder af pollen kan påvirke biernes sundhed (Requier *et al.*, 2017).

Prøvetagning blev synkroniseret for hele landet ved at bede biavlerne om at indsamle pollenprøver i løbet af 10 perioder på hver en uge, med tre ugers mellemrum gennem sæsonen. Hver af de 10 prøveindsamlingsperioder er defineret som den anbefalede indsamlingsuge samt seks dage før og syv dage efter, således at alle pollenprøver tilhører én prøveindsamlingsperiode (Tabel 1). Forud for hver periode modtog biavlerne en e-mail med en påmindelse om prøveindsamling samt en detaljeret protokol for prøvetagning. Pollenprøver blev taget fra ultimo marts/primio april i 2020 og ultimo april/primio maj 2021 til primio i oktober i både 2020 og 2021. Det blev anbefalet, at prøvetagning blev tilpasset vejret, således at yngel ikke blev nedkølet, hvilket kan påvirke bifamilien negativt. På grund af lokale forskelle i klima var det derfor ikke muligt at gennemføre den første henholdsvis sidste prøvetagning på alle lokaliteter, og periode 1 eksisterer ikke i materialet fra 2021 grundet et koldt forår.

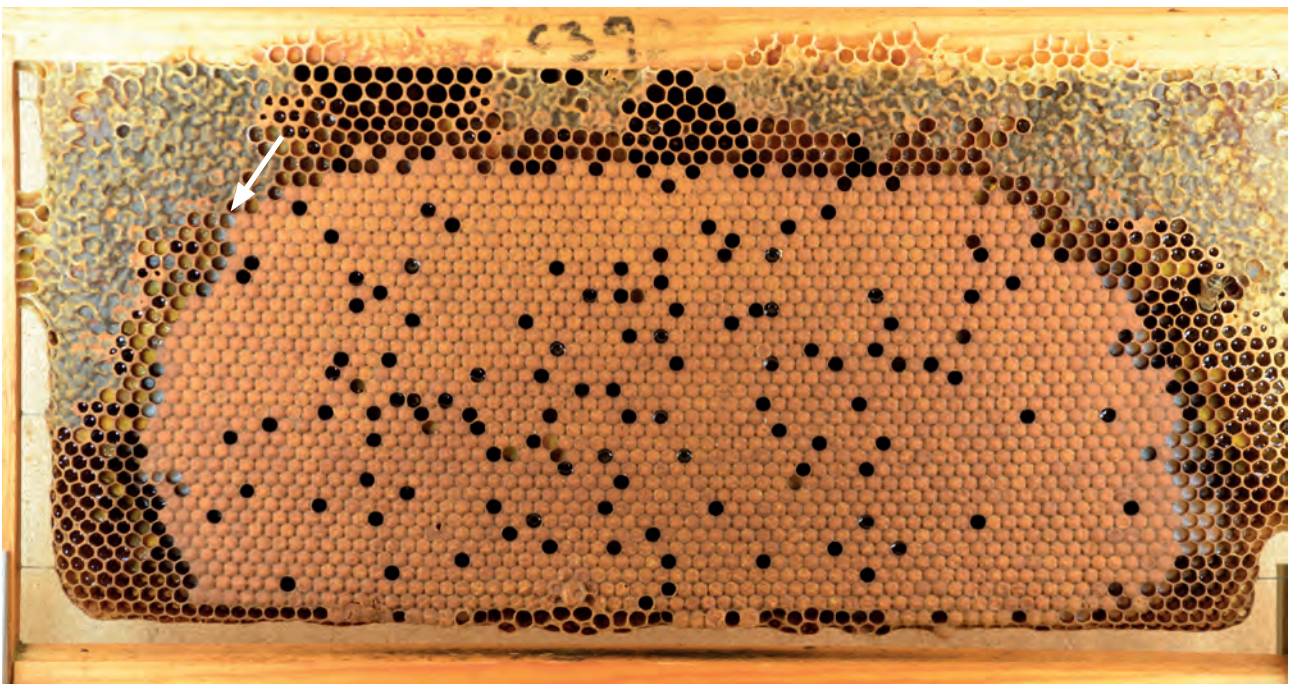
Tabel 1. Pollen prøvetagningsperioder i 2020 og 2021

Periode	2020		2021	
	Start	Slut	Start	Slut
1	24 Mar	13 Apr	–	–
2	14 Apr	4 Maj	13 Apr	3 Maj
3	5 Maj	25 Maj	4 Maj	24 Maj
4	26 Maj	15 Jun	25 Maj	14 Jun
5	16 Jun	6 Jul	15 Jun	5 Jul
6	7 Jul	27 Jul	6 Jul	26 Jul
7	28 Jul	17 Aug	27 Jul	16 Aug
8	18 Aug	7 Sep	17 Aug	6 Sep
9	8 Sep	28 Sep	7 Sep	27 Sep
10	29 Sep	19 Okt	28 Sep	18 Okt

Pollen til prøver blev indsamlet direkte fra honningbiernes vokstavler ved hjælp af en bibrødssamler, et metalrør med samme diameter som en vokscelle, og et stempel til at skubbe bibrødet ud. Alternativt blev pollen skrabet ud ved hjælp af en pincet (Figur 4). Biavlerne blev instrueret i at indsamle ca. 10 gram pollen fra celler i den inderste ring omkring yngellejet, tættest på uforseglet yngel (Figur 5). Dette formodes at være det nyeste pollen, og derfor at pollenprøverne vil afspejle, hvad bierne samler på prøvetagningstidspunktet. Pollenprøver fra forskellige bifamilier i samme bigård og på samme prøvetagningsdag blev blandet og udgjorde én samlet prøve. Alle prøver blev omhyggeligt mærket og opbevaret i fryser indtil afsendelse til botanisk analyse.



Figur 4. Prøvetagning fra tavle med bibrød, biernes pollenoplagering, ved hjælp af pincet. Fotos: Per Kryger og Anna la Cour.



Figur 5. Tavle fra bistade, hvor bibrød, som nyligt er indsamlet af bierne (pil), ses som en ring udenom den forseglede yngel. Foto: Nuno Capela.

5.3 Bestemmelse af pollentyper ved mikroskopi

Prøverne med bibrød blev tørret grundigt i varmeskab inden afsendelse til botanisk analyse. Pollen blev bestemt til type ved mikroskopi hos laboratoriet QSI (Quality Services International, QSI, Tyskland), som fulgte en standard protokol til bestemmelse, DIN-Norm 10760 (DIN-Norm-10760, 2002). Ved bestemmelse af pollen opløses det indsamlede bibrød grundigt i vand, og en dråbe af denne blanding undersøges under mikroskop. Analysen foregik ved at de op til syv mest forekommende pollentyper blev talt op i en prøve på ca. 300 pollen. Desuden blev mikroskopiprøven afsøgt for sjældnere pollentyper. Pollen blev identificeret ved hjælp af referencesamlinger af pollentyper (von der Ohe and Von der Ohe, 2007; Halbritter *et al.*, 2018), samt online databaser (paldat.org, pollenatlas.net; globalpollenproject.org; pollenwarndienst.at; pollen.tstebler.ch). Pollen blev generelt bestemt til karplanteslægt eller familie, i få tilfælde til karplanteart. Pollentyperne kan derfor dække over en større mangfoldighed (artstal af planter), og det er ikke muligt at skelne nært beslægtede plantearter ved morfologisk bestemmelse af pollenkorner (G. Kassim, pers. com.).

5.4 Analyse af forsøgslandskaber

En bigårds landskab blev i undersøgelsen defineret som et cirkulært område med en radius på tre km omkring bigården (se side 10).

I hvert landskab opgjorde vi det samlede areal af overordnede landskabstyper i GIS basemap (Levin, 2019, Tabel 3.6, s. 36) for at opnå de følgende kategorier:

- Landbrug (intensivt dyrket i omdrift, permanente afgrøder, ekstensivt dyrkede arealer og ikke-klassificeret landbrugsareal)
- Natur (våd og tør natur)
- Grå by (bebygget areal, høj bebyggelse, bycentrum, anden bebyggelse, industri, lufthavn) og grøn by (lav bebyggelse, rekreativt område)
- Skov
- Vand (sø, vandløb, hav)
- Andet (vej, jernbane, grusgrav, ikke kategoriseret)

Desuden blev disse basemap kategorier opgjort for hele Danmark inklusive en 3 km buffer af vand omkring landarealer. Alle basemap arealer er beregnet for 2018.

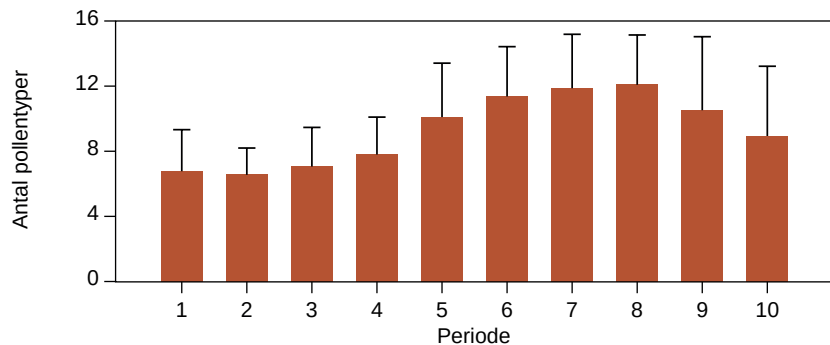
6 Resultater og diskussion

6.1 Mangfoldighed af pollentyper

Der blev i alt samlet 258 bibrødsprøver fra 31 bigårde i 2020, og 53 prøver fra ni bigårde i 2021. Prøverne indeholdt 264-494 pollenkor (gennemsnit $\pm$ SD: 334 ± 31), og i alt blev der i undersøgelsen identificeret 104.321 pollenkor. Ved morfologisk bestemmelse af pollen ved mikroskopi blev der fundet i alt 105 forskellige pollentyper i bibrødsprøverne. Pollentyper blev med få undtagelser bestemt til karplanteslægt eller -familie. De identificerede pollentyper stammede fra såvel afgrøder som vilde planter og fra træer og buske såvel som fra urter. Nogen fødeplanter er vidt udbredte og findes over hele landet, mens andre har begrænset udbredelse (Hartvig, 2015).

Bierne samlede pollen fra mange forskellige planter. Men få typer var dominerende. I alt 20 pollentyper forekom med over 1 % i en prøve, mens de øvrige 86 forekom mere sporadisk.

Figur 6. Sæsonudvikling i mangfoldighed af pollen. Søjler angiver gennemsnitligt antal detekterede pollentyper pr. prøve (pindene angiver standard afvigelse mellem prøver). Perioderne følger Tabel 1, fra ultimo marts til medio oktober 2020 og 2021.



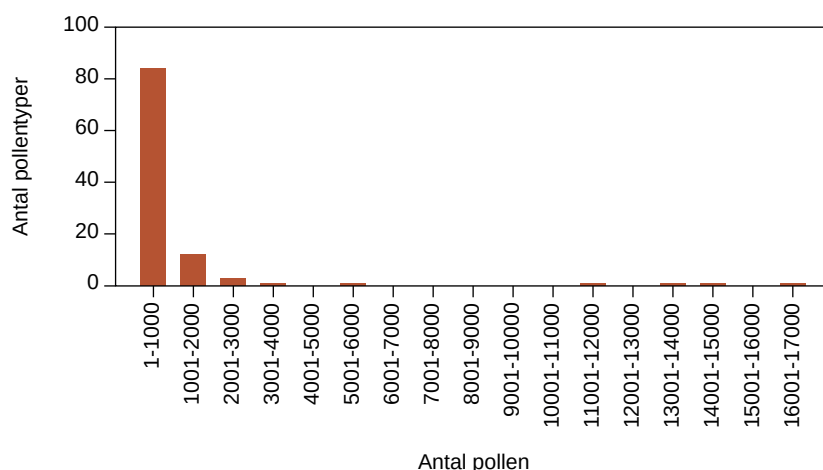
Biernes pollenforsyning ændrede sig gennem sæsonen i takt med, at de forskellige karplantearter gik i blomst. Antallet af forskellige pollentyper pr. prøve var forholdsvis lavt i slutningen af marts og begyndelsen af april, hvor forholdsvis få karplanter blomstrer, indtil periode 4, som starter sidst i maj (Figur 6), hvor antallet af blomstrende, insektbestøvede karplantearter tilsvarende var stigende. Herefter stiger pollendiversiteten indtil periode 8, som starter sidst i august, hvorefter antallet af pollentyper aftog i efteråret i takt med, at karplantearternes blomstring aftog (Figur 6). I gennemsnit blev der fundet 9.42 ± 3.61 pollentyper pr. prøve. Den mindst varierede prøve indeholdt kun to forskellige pollentyper, mens prøven med flest forskellige pollentyper indeholdt 27 pollentyper.

6.2 Dominerende pollentyper

Generelt var det dog et fåtal af pollentyper, som udgjorde størstedelen af prøverne, mens mange pollentyper fandtes i et forholdsvis lille antal (Figur 7). Det viser, at honningbierne i forsøgsområderne på et givent tidspunkt specialiserer sig til et mindre antal pollentyper, som de samler størstedelen af deres pollenreserver ind fra. Endvidere ændrede pollenforsyningen sig gennem blomstringssæsonen afhængigt af hvilke karplantearter, der var i blomst.

Raps (*Brassica napus*), pil (*Salix*), hvid-kløver (*Trifolium repens*) og frugttræer (*Malus/Pyrus/Prunus*) udgjorde over 10 % af alle pollenkor i prøverne. Dernæst udgjorde 20 pollentyper over 1 % af det samlede antal pollenkor, som blev identificeret i undersøgelsen. I alt 65 pollentyper var repræsenterede med flere end 50 pollenkor, svarende til mindst 0,05 % af materialet, Appen-

Figur 7. Forekomst af pollentyperne i bibrødsprøverne. Hver søjle angiver en mængde kategori gjort op som antal pollen fundet i det samlede materiale (det vil sige alle identificerede pollenkorner i bibrødsprøverne: 1-1.000 pollenkorner, 1.001-2.000 pollenkorner, 2.001-3.000 pollenkorner osv.). Hovedparten af pollentyper var repræsenteret med under 1.000 pollenkorner i prøverne af bibrød, mens få pollentyper fandtes i større andel.



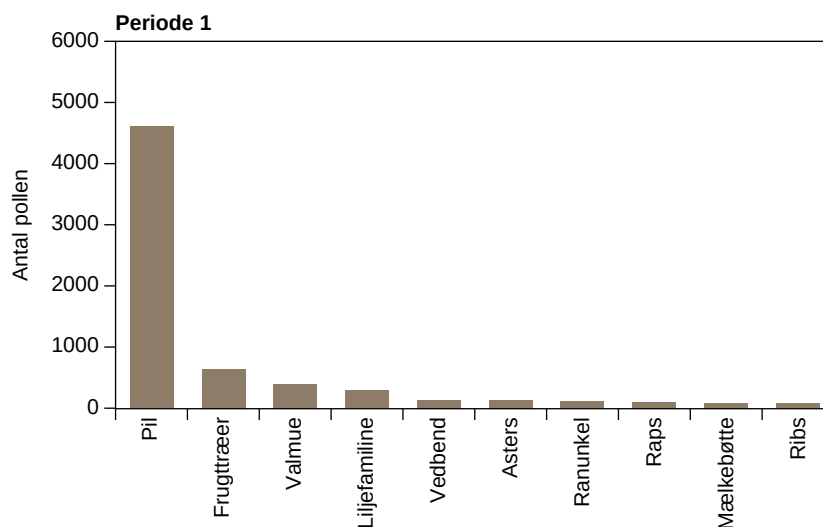
dix 1. Pollentyper, som forekommer sporadisk forventes ikke at have nogen ernæringsmæssig betydning for bierne og kan skyldes, at honningbierne meget sjældent besøger blomsterne, eller at pollen stammer fra forurening f.eks. pollen afsat af andre blomsterbesøgende insekter.

6.3 Periode 1 (primo april)

Den tidligste prøvetagning af bibrød blev kun udført i 2020, og prøverne blev samlet ind fra den 31. marts til den 11. april 2020. I denne periode blev der samlet i alt 20 forskellige prøver med et samlet pollenantal på 6.872. I alt 23 forskellige pollentyper blev identificeret i perioden.

Den hyppigste pollentype både i prøveantal og pollenantal var pil (Figur 8), slægten *Salix*, som omfatter en bred vifte af arter, og som forekommer i byområder, såvel som landbrugsland og natur. Pil er tidligt blomstrende vedplanter, som gerne vokser fugtigt. Blomsterknopperne ses sidst på vinteren som "gæslinger", og i det tidlige forår springer støvdragere henholdsvis grifler ud af blomsterne, således at raklerne fremstår gule og gulgrønne. Pil er tvebo, og den enkelte busk eller det enkelte træ bærer udelukkende han- eller hunrakler (Figur 9). Både han- og hunrakler producerer nektar, som er en vigtig energikilde for mange insekter i det tidligere forår. I tillæg producerer hanrakler rigeligt gult pollen, som flittigt bliver samlet af såvel honningbier som en række vilde bier, hvoraf nogle arter udelukkende samler pollen fra pil.

Figur 8. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 1.





Figur 9. Øverst: blomstrende buske af mirabel (bagerst) og pil (forrest). Anden række: rakler af hanpil (til venstre) og hunpil (til højre). Tredje række: Honningbi besøger rakkel af hanpil (til venstre) og hunpil (til højre). Fotos: Yoko L. Dupont



Figur 10. Mirabel blomstrer i det tidlige forår, både i by-, land- og naturområder.

Den næstmest hyppige pollentype i periode 1 var fra frugttræer (Figur 10). Mirabel (*Prunus cerasifera*) er en af de tidligst blomstrende frugttræer, og frugttræspollen fra denne årstid kommer sandsynligvis fra denne art (Figur 10). Blomstringstiden for mirabel er angivet som april-maj (Frederiksen *et al.*, 2019) og kan i varme år starte tidligere (pers. obs.). Slåen (*Prunus spinosa*) blomstrer umiddelbart efter mirabel (Frederiksen *et al.*, 2019) og søges tilsvarende af honningbier for nektar og pollen.

I prøverne med bibrød blev også fundet vedbend og asters (Figur 9), som blomstrer sent på efteråret, disse pollen er sandsynligvis levn fra den tidlige sæson. Pollen identificeret som ranunkel kommer muligvis fra den tidligt blomstrende erantis (*Eranthis hyemalis*), der er almindelig i haver og parker i det tidlige forår. Andre planter af Ranunkelfamilien, som pollen kan stamme fra, er den vilde urt vorterod (*Ficaria verna*), som vokser på skovbunde, i parker, haver og andre lysåbne områder. Hertil kommer arter af anemone





Figur 11. På varme, solrige forårsdage besøger bierne ivrigt de første forårsblomster. Haveplanter som erantis (c,d) (*Eranthis hyemalis*), krokus (j,k) (*Crocus* sp.), skilla (g,h) (her stor snepryd, *Scilla luciliae*) og vintergæk (a,b) (*Galanthus nivalis*) tiltrækker gerne bier under de rette omstændigheder. Men tidligt blomstrende vilde planter som vorterod (e,f) (*Ficaria verna*) og muligvis guldstjerne (i) (*Gagea lutea*) kan også være pollenkilder. Fotos: Yoko L. Dupont.

(hvid anemone, *Anemone nemorosa*, som er hjemmehørende i Danmark, eller f.eks. balkan-anemone, *A. blanda*, som dyrkes i mange haver) (Figur 12). Pollen identificeret som "Liljefamilien" stammer muligvis fra forårsblomstrende planter, som er beslægtede med liljer bl.a. krokus (*Crocus* spp., Irisfamilien), vintergæk (*Galanthus nivalis*, Amaryllisfamilien), guld-stjerne (*Gagea lutea*, Liljefamilien) eller skilla (*Scilla* spp., Aspargesfamilien) (Figur 11).



Figur 12. Honningbier samler gerne pollen fra vilde og plantede anemoner. Her hvid anemone (*Anemone nemorosa*, til højre) og balkan-anemone (*Anemone blanda*, til venstre). Fotos: Yoko L. Dupont.

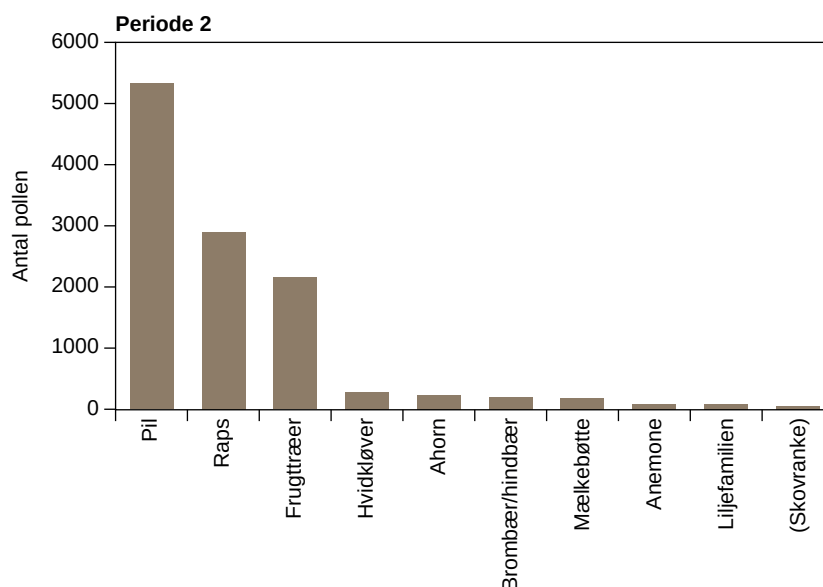
Årets første blomstrende karplanter er grundlaget for honningbifamiliens genopbygning efter vinteren, hvor arbejderbierne har siddet i en klynge om dronningen og ikke har kunnet flyve ud og fouragere. Den nye forsyning af pollen fra forårsblomsterne øger betydeligt produktionen af yngel hos bifamilien.

6.4 Periode 2 (ultimo april)

Årets anden prøvetagning blev foretaget fra den 16. april til den 3. maj 2020 og fra den 30. april til den 1. maj 2021. I denne periode blev der samlet 35 prøver med et samlet pollenantal på 11.879 fordelt på 33 forskellige pollentyper.

Pollen af pil (*Salix* spp.) er stadig den mest talrige pollentype, men raps (*Brassica napus*) og frugttræer (*Malus/Pyrus/Prunus*) begynder at udgøre en væsentlig del af biernes pollenforsyning (Figur 13). I Danmark er hovedparten af den raps, der dyrkes, vinterraps (Axelsen *et al.*, 2011), som blomstrer fra sidst i april til sidst i maj. Blomstringen af raps er påvirket af klimaforhold (d'Andrimont *et al.*, 2020), og i tillæg findes forskellige sorter, som blomstrer relativt tidligt eller sent. Blomstringen af raps dækker derfor en længere periode, og forskellige rapsmarker i landskabet kan blomstre delvist forskudt.

Figur 13. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 2.



Vinterraps (Figur 14) er den af de blomstrende afgrøder, som dækker det største areal i Danmark (Axelsen *et al.*, 2011), og raps er derfor en rig pollenkilde, som er tilgængelig for bier og andre insekter over en forholdsvis lang periode i foråret. Raps er en særlig vigtig kilde til pollen for honningbier, især hvis udvikling af bifamilien har taget fart, og den derfor har en arbejdsstyrke af en vis størrelse, som kan hente de rigelige pollen- og nektarressourcer hjem fra de blomstrende rapsmarker (Svend Sejr, pers. com.).

De store mængder af nektar, som honningbier kan indsamle i raps på kort tid, giver samtidigt pollensamlere mulighed for at søge pollen i andre planter end raps. I foråret blomstrer forskellige arter af frugttræer rigt, herunder arter af kærnefrugt (*Malus/Pirus* spp.) og stenfrugt (*Prunus* spp.) i levende hegn, haver og grønne områder, samt mælkebøtte, anemone og andre forårsblomstrende urter. Der kan forekomme dårligt vejr i det tidlige forår, som ikke giver bierne mulighed for at flyve ofte eller langt fra bistadet. Lange perioder med kulde eller med nedbør kan forsinke biernes udvikling betydeligt om foråret.



Figur 14. Vinterraps er en udbredt afgrøde, som besøges af bl.a. honningbier Fotos: Yoko L. Dupont.

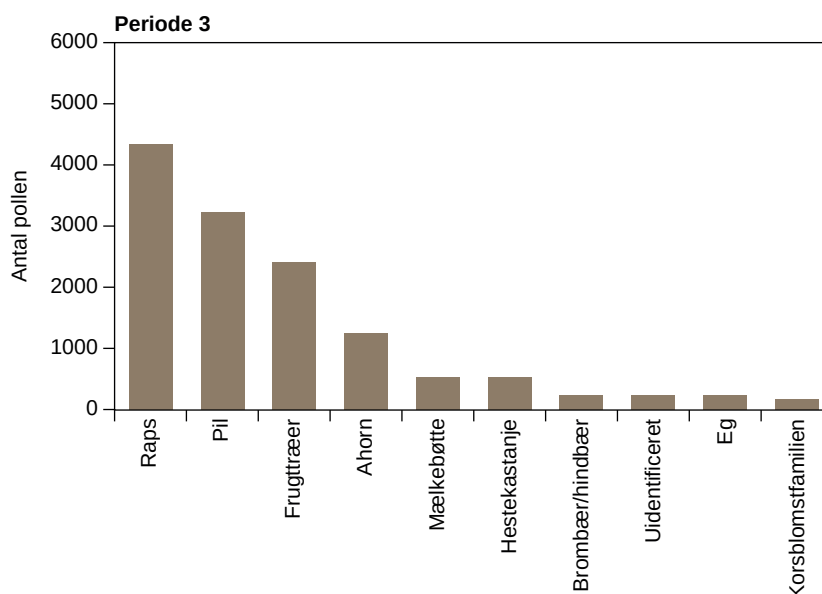
En anden pollentype, som også bliver mere almindelig i honningbiernes pollenforsyning, er pollen fra frugttræer (Figur 15, Figur 16). Kirsebær, blomme, æble og pære blomstrer alle om foråret og har alle sorter, som varierer i blomstringstid (Jensen *et al.*, 2019), og hvor blomstringstiden endvidere også er påvirket af klimaet (Drepper *et al.*, 2020; Kunz and Blanke, 2022). Blomstringen af det enkelte frugttræ er som regel kort, ofte en uge eller to. Frugttræer findes i haver og plantager, men også ofte vildtvoksende i hegn og skovkanter.

6.5 Periode 3 (medio maj)

Tredje prøvetagning foregik fra den 10. til den 21. maj 2020 og fra den 9. til den 18. maj 2021. Der blev samlet 40 prøver med et samlet pollenantal på 13.584 fordelt på 39 forskellige pollentyper.

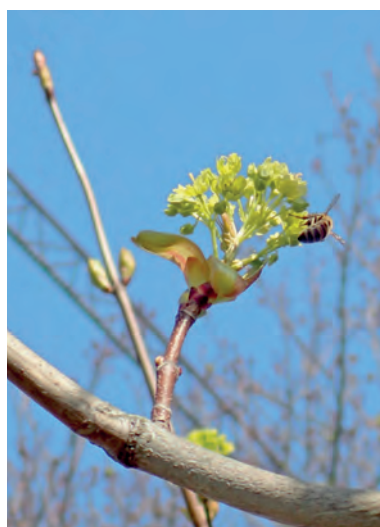
Raps er det mest talrige pollen i honningbiernes pollenforsyning i denne periode, efterfulgt af pil, frugttræer og ahorn (Figur 15). Ahornslægten *Acer* omfatter i Danmark arterne ahorn (*Acer pseudoplatanus*), spids-løn (*Acer platanoides*) og navr (*Acer campestre*), som alle blomstrer i maj (Frederiksen *et al.*, 2019)

Figur 15. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 3.





Figur 16. I foråret blomstrer en lang række hvidblomstrede frugttræer, både dyrkede og vilde arter: æble, paradisæble, fuglekirsebær, pære, slåen. (a,c,d): æbleplantage og æbleblomster, som besøges af havejordbi (d) (*Andrena haemorrhoa*) og (e) honningbi (*Apis mellifera*). (i): honningbi med pollen i pollenkurv, i blomst af paradisæble. (f,g,h): kirsebær, besøges af honningbi. (c): pære. (b): slåen. Fotos: Yoko L. Dupont.



Figur 17. Navr (øverst), ahorn (midt) og spidsløn (nederst) har alle grønligt/gullige nektarrige blomster, som springer ud i maj, og som besøges flittigt af honningbier.

(Figur 17). Hertil kommer et antal arter, der dyrkes som pryddplanter i haver. I Danmark er den indførte ahorn et almindeligt plantet træ i løvskove, i haver og parker, hvor de gulgrønne blomsterklaser hænger under de nyligt udfoldede, lysegrønne blade. Den nært beslægtede, hjemmehørende spids-løn er også et almindeligt træ i danske løvskove, men er i tillæg et almindeligt syn i byområder, hvor det bruges som allé træ (Hartvig, 2015). Blomsterne er grønligt gule og springer ud i halvskærmformede blomsterstande før løvspring. Nektaren udskilles fra en diskus i blomsterbunden, hvorfor dens blomster er en god nektarkilde med op til 800 kg honning/ha (Janssens *et al.*, 2006), som samles af både honning- og humlebier såvel som andre insekter. Navr vokser bl.a. i skovbryn og levende hegn samt i byområder. Blomsterne minder i udseende om ahorns og spids-løns.



Figur 18. Mælkebøtte tiltrækker, ud over honningbier (øverst), en bred vifte af insekter, blandt andet svirrefluer (nederst til venstre) og vilde bier Fotos: Yoko L. Dupont.

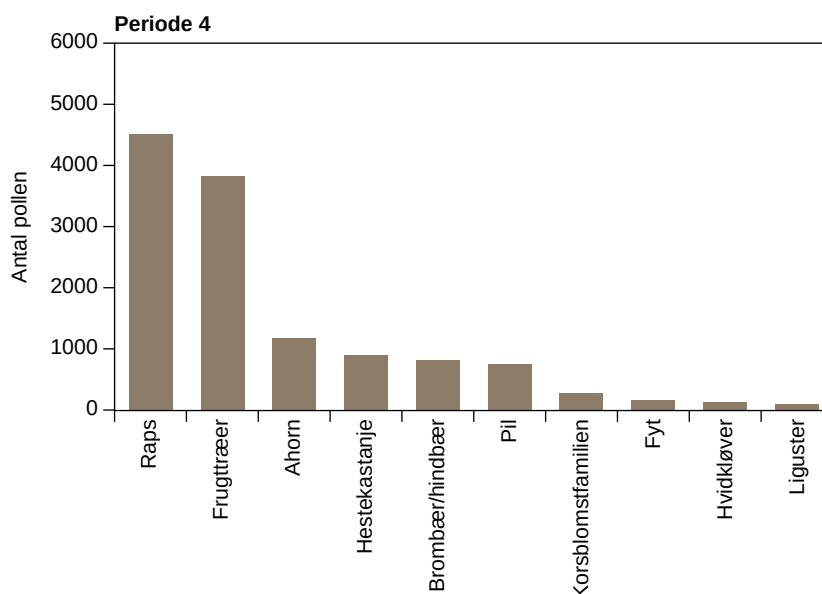
Mælkebøtte og hestekastanje udgør også en mindre del af biernes pollenforsyning i periode 3 (Figur 15). Mælkebøtteblomster ses i vejkanter, haver og græsmarker fra april, og i starten af maj kan græsområder stå gule af mælkebøtter (Figur 18). Mælkebøtte tiltrækker ud over honningbier en lang række vilde bier, fluer og andre insekter. Pollen identificeret som mælkebøtte findes i honningbiernes pollenforsyning gennem hele sæsonen, selvom forekomsten topper under mælkebøtternes hovedblomstring i maj (Figur 15). Dette kan dog også dække andre beslægtede kurvblomster som høgeurt og kongepen, som blomstrer senere på sæsonen efter mælkebøttes blomstring (G. Kassem, pers. com.). At pollen fra mælkebøtte og beslægtede kurvblomster ikke indgår i større mængde i honningbiernes pollenforsyning, trods artens store udbredelse og rige forekomst af blomster, hænger sandsynligvis sammen med, at yngel ikke udvikles på en ren diæt af mælkebøtte (Loper and Berdel, 1980). Dette kan skyldes dårlig næringssammensætning eller sekundære metabolitter i kurvblomstpollen (se boks 2), samt muligvis at pollen er piggede og dermed svært fordøjelige (Vanderplanck *et al.*, 2020).

6.6 Periode 4 (primo juni)

Den fjerde prøvetagning skete fra den 1. til den 15. juni 2020 og fra den 28. maj til den 6. juni 2021. De frivillige samlede 40 prøver med i alt 13.313 pollen-korn fordelt på 42 forskellige pollentyper.

I starten af juni dominerer raps og frugttræer stadig pollentyperne i prøverne af bibrød (Figur 19). Men da blomstringen af både raps og frugttræer som regel er på retur på denne årstid, afspejler pollenforsyningen måske snarere honningbiernes pollenlager i en tid, hvor blomstring i landskabet er sparsom.

Figur 19. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 4.



Pollen bestemt som frugttræpollen kan på denne årstid også omfatte tjørn (*Crataegus* spp.), røn (*Sorbus* spp.) (Figur 20), kvæde (*Cydonia oblonga*), og dværgmispel (*Cotoneaster* spp.) (Figur 21), der er beslægtede med stenfrugtslægten (*Prunus*) og kernefrugtslægten (*Malus/Pyrus*). Den naturligt hjemmehørende almindelig hæg (*Prunus padus* subsp. *padus*) er almindelig i hele landet (Hartvig, 2015), mens den nordamerikanske glansbladet hæg (*P. serotina*), som nu er klassificeret som invasiv (<https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/froeplanter/glansbladet-haeg/>) især er forvildet i Jylland (Hartvig, 2015). Førstnævnte blomstrer i maj, mens sidstnævnte blomstrer i juni (Hartvig, 2015) (Figur 20).



Figur 20. Almindelig røn (*Sorbus aucuparia*) (øverst), engfrilet tjørn (*Crataegus monogyna*) (midterst) og hæg (her almindelig hæg, *Prunus padus*, nederst). Hvidtjørn (*Crataegus* spp.) blomstrer i levende hegn over hele Danmark i maj-juni (Hartvig, 2015) og besøges ofte ivrigt af fouragerende honningbier. Fotos: Yoko L. Dupont.



Figur 21. Der er en livlig aktivitet af insekter under blomstring af dværgmispel. Blomster af den åbne, oprette og hvide form (her krybende dværgmispel, *Cotoneaster dammeri*) besøges af mange forskellige insekter både honningbier, vilde bier, sommerfugle og andre. Blomster af den krukkeformede, nikkende rosa form (her buklet dværgmispel, *Cotoneaster bullatus*) tiltrækker særligt humlebier (*Bombus* spp.) og gedehamse (*Vespula* spp. og *Dolichovespula* spp.).

Dværgmispel er buske, hvor de fleste plantes som pryddplanter i haver, men kan også forekomme forvildet i Danmark. Ud over de to hjemmehørende arter rød- og sort dværgmispel (*Cotoneaster scandinavicus* og *C. niger*) er der registreret 12 arter og en krydsning i Danmark (Hartvig, 2015). Buskene bærer mange små blomster, som besøges flittigt af insekter. Der findes to typer af blomster hos dværgmispel (Proctor *et al.*, 1996). Nogen arter har åbne, oprette hvide blomster, som overfladisk kan ligne blomster af f.eks. hvidtjørn (Figur 21). De tiltrækker mange honningbier samt endvidere vilde bier, sommerfugle, svirreflugter og andre insekter. Andre arter af dværgmispel har hængende, krukkeformede rosa blomster (Figur 21). Disse besøges især af humlebier og gedehamse, men også honningbier.

Pollen af ahorn (*Acer*) og pil (*Salix*) (Figur 19) kan ligeledes være rester fra biernes pollenforsyning i foråret, selvom enkelte arter af pil blomstrer i juni, og pollen af ahorn kan stamme fra haveplanten japansk løn (*Acer palmatum*), som blomstrer i juni (Norrie *et al.*, 2003).



Figur 22. I byområder blomstrer ligusterhække med deres sødligt duftende hvide kvaste af blomster, hvis ikke hækkene klippes. Honningbierne er glade for ligusterblomster. Fotos: Yoko L. Dupont.

Hvid-kløver (*Trifolium repens*), hindbær (*Rubus idaeus*) og liguster (*Ligustrum vulgare*) (Figur 22) er så småt ved at komme i blomst i starten af juni (Figur 19). Brombær og hindbær tilhører begge slægten klynger (*Rubus*), hvorfor deres pollen let forveksles.

Hestekastanje blomstrer i maj (Frederiksen *et al.*, 2019). Træerne kan blive over 30 meter høje (Staun and Møller, 2015) og bærer store, hvide eller lyserøde



Figur 23. Hestekastanje med "lys" af store blomsterstande. Pollen har en karakteristisk rød farve (nederst til højre, pilen peger på støvdragere med rødt pollen). Fotos: Yoko L. Dupont og Per Kryger



Figur 24. Fyr hører til nåletræer, som bærer de hanlige kønsorganer (mikrosporofyllerne) i raklelignende stande. De hunlige kønsorganer (makrosporofyllerne), bæres i kogler, vokser betydeligt, når de bliver bestøvede. Til venstre: Fyrretræ, midterst: skud med hankogler, til højre: kogler (befrugtede hunblomster) øverst og hankogler nederst på skuddet.

blomsterstande, som er rige på både nektar og pollen. Pollen af hestekastanje kan kendes på den røde farve, som ellers er en sjælden pollen farve (Figur 23).

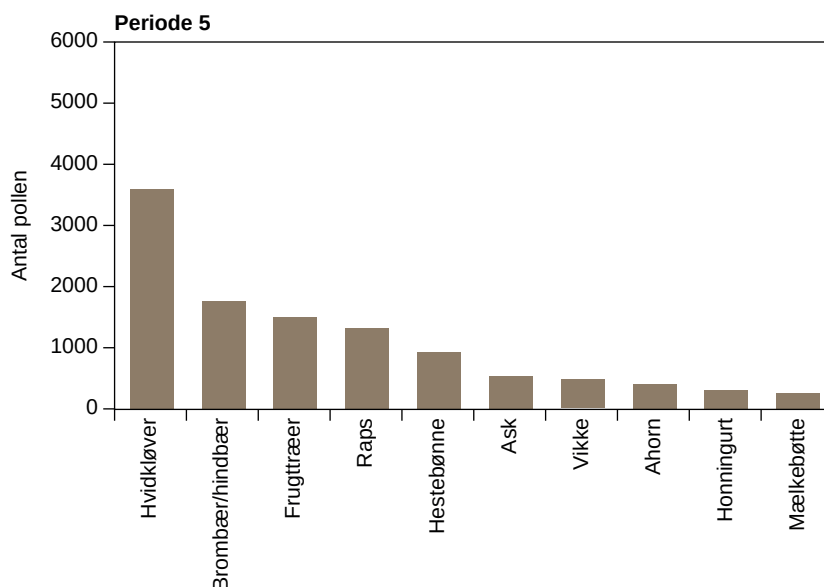
Fyr (*Pinus* spp), som blomstrer sidst i maj, er tilpasset bestøvning med vinden (Proctor *et al.*, 1996) (Figur 24). Pollen af vindbestøvede planter er generelt tørt og støvet, og pollenkornene er små og glatte sammenlignet med pollen fra insektbestøvede planter, som ofte er større, og som er klæbrige (Proctor *et al.*, 1996). Derfor vil selv små mængder pollen tælle mange pollenkorn, hvorfor vi vurderer, at fyrpollen generelt ikke udgør nogen større andel af honningbiernes diæt. Men tilstedeværelsen af fyrpollen i 6 ud af 42 prøver i denne periode taler for, at bierne i nogen tilfælde samler pollen fra vindbestøvede planter, herunder fyr.

6.7 Periode 5 (ultimo juni)

Femte prøvetagning skete fra den 16. juni til den 2. juli 2020 og fra den 19. til den 28. juni 2021. De frivillige samlede 40 prøver med i alt 13.183 pollenkorn fordelt på 57 forskellige pollentyper.

Udover hvid-kløver (*Trifolium repens*) er brombær/hindbær (*Rubus* sect. *Rubus*/*R. idaeus*), frugttræer og raps blandt de mest dominerende pollentyper i denne periode (Figur 25).

Figur 25. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 5.



Hvid-kløver, som blomstrer fra juni til september (Frederiksen *et al.*, 2019) bliver fra periode 5 biernes foretrukne pollenkilde (Figur 25). Arten er en meget vigtig pollenkilde for honningbier og er den mest dominerende i bibrødsprøverne helt til og med periode 8 (august) (Figur 26). Ud af et samlet prøveantal på 311 prøver blev hvid-kløverpollen fundet i 151 prøver med et samlet pollenantal på 13.385 pollenkorn svarende til 13 % af det samlede antal identificerede pollen i undersøgelsen.

Rapspollen kan være rester af pollen fra biernes pollenforsyning under vinterrapsens blomstring i maj. Men rapspollen fra denne periode (fra ultimo juni) kan muligvis også stamme fra vårraps, som blomstrer senere end vinterraps. Vårraps udgør dog kun et beskedent areal i Danmark sammenlignet med vinterraps (Axelsen *et al.*, 2011). Pollen bestemt som rapspollen kan også stamme fra den indslæbte ager-kål (*Brassica rapa* subsp. *campestris*), der vokser i marker, ruderater, vejrabatter og andre jordbunde, hvor forstyrrelse er hyppig (Hartvig, 2015). Andre mulige pollenkilder, som er nært beslægtede med raps, er dyrkede rybs (*B. rapa* subsp. *oleifera*), have-kål (*B. oleracea*), turnips (*B. rapa* subsp. *rapa*), samt andre kulturplanter som sarepta-sennep (*B. juncea*) og sort sennep (*B. nigra*), som blomstrer fra juni til august (Rostrup and Jørgensen, 1973; Frederiksen *et al.*, 2019) (Figur 27).



Figur 26. Hvid-kløver er almindelig i græsplæner i byområder, græsmarker i landbrugsland, og som frøafgrøde i Danmark.



Figur 27. Blomstrende have-kål (*Brassica oleracea*) besøges af mange insekter bl.a. honningbier. Her grønkål (til venstre) og rapini (til højre). Fotos: Mette B. Greve og Yoko L. Dupont.

Pollen bestemt som frugttræspollen (Figur 25) kan ligeledes stamme fra bibrød fra foråret eller fra hvidtjørn, dværgmispel og andre sommerblomstrende buske af rosenfamilien. Pollen af ahorn kommer i periode 5, som dækker sidste halvdel af juni sandsynligvis fra haveplanten japansk løn (*Acer palmatum*).

En anden pollentype, som er almindelig i midsommerprøverne er pollen fra planteslægten *Rubus*. I juni er det især hindbær (*Rubus idaeus*) (Figur 28), som blomstrer, men pollen kan også stamme fra andre *Rubus* arter, bl.a. korbær (*R. caesius*) og tidligt blomstrende arter af brombær (*Rubus* sect. *Rubus*) som f.eks. almindelig brombær (*R. plicatus*), eller hassel-brombær (*Rubus* sect. *Corylifolii*) (Pedersen and Schou, 1989; Frederiksen *et al.*, 2019).



Figur 28. Hindbær dyrkes som kulturplante i mange haver (til venstre). Hindbær vokser desuden vildt i skovkanter og krat (midt og til højre). Fotos: Yoko L. Dupont og Erik Traun.

Sidst i juni er pollen fra blomstrende afgrøder som hestebønne (*Vicia faba*), vikke (*Vicia* spp.) og honningurt (*Phacelia tanacetifolia*) også blandt de 10 mest forekommende pollentyper (for beskrivelse af honningurt se periode 6). Hestebønne er en afgrøde, som i de senere år har været i stor vækst i Danmark (Danmarks Statistik) grundet et stigende behov for produktion af planteprotein lokalt. Der findes forskellige sorter, som blandt andet varierer i blomsterfarve (hvid, lyserød til mørkeviolet) samt proteinsammensætning og -indhold af frøene. Blomsten kan til en vis grad sætte frø uden bestøvning med insekter, men flere sorter har øget udbytte ved besøg af bier, andre sorter giver dog mindre udbytte (Bishop *et al.*, 2020). Bistader sættes ofte ud til bestøvning i hestebønnemarker, og hestebønneblomsterne tiltrækker både honning- og humlebier (Figur 29).



Figur 29. Hestebønnemarker er efterhånden et almindeligt syn i det danske landbrugsland. Hestebønneblomster besøges af både humlebier (øverst til venstre) og honningbier (øverst til højre), som samler både nektar og pollen.

Vikke slægten (*Vicia*) omfatter også artskomplekset *Vicia sativa*, som blomstrer i maj-juli (Frederiksen *et al.*, 2019) (Figur 30). Artsgruppen består af de nært beslægtede foder-vikke (*V. sativa* subsp. *sativa*), ager-vikke (*V. sativa* subsp. *segetalis*) og smalbladet vikke (*V. sativa* subsp. *nigra*), samt en række mellemformer, især mellem ager-vikke og smalbladet vikke. Foder-vikke findes forvildet, men dyrkes også som foder (Hartvig, 2015) samt i blomsterstriber (Wind and Berthelsen, 2013). En anden udbredt vikkeart er muse-vikke (*V. cracca*), som vokser med blåviolette blomsterklaser i vejkanter, markkan-

ter, krat og på overdrev, og kan findes i tætte bestande (Figur 30). Mange arter af vikke blomstrer i sommerperioden, juni-august (Frederiksen *et al.*, 2019). Der kan ved pollenanalysen ikke skelnes, hvilke vildtvoksende eller dyrkede arter af vikke som honningbiernes pollenforsyning stammer fra.



Figur 30. Muse-vikke (*V. cracca*) blomstrer ofte i vejkanter midt på sommeren (de to billeder til venstre – bemærk jordhumble (*Bombus terrestris*) på det ene billede). Smalbladet vikke (*V. sativa* subsp. *nigra*) ses her i blomst i en vejkant (til højre).
Fotos: Yoko L. Dupont

Endelig er et overraskende resultat af pollenanalysen, at pollen af ask (*Fraxinus excelsior*) er den 6. mest talrige pollentype i bibrød fra denne periode. Ask er som fyr en vindbestøvet plante (Proctor *et al.*, 1996; Wallander, 2008). Træerne er ofte enkønnede han- eller hun, men kan være tvekønnede (Frederiksen *et al.*, 2019). Blomsterne er uanseelige, og pollenkornene er små og bæres let med vinden (Proctor *et al.*, 1996) (Figur 31). Generelt tiltrækker ask derfor ikke insekter til blomsterne, men under visse omstændigheder samler honningbierne pollen af ask. Ud af 47 prøver fra perioden var det kun 7 prøver, som indeholdt ask, og pollentypen udgjorde mellem 2 % og 75 % af bibrødsprøven.



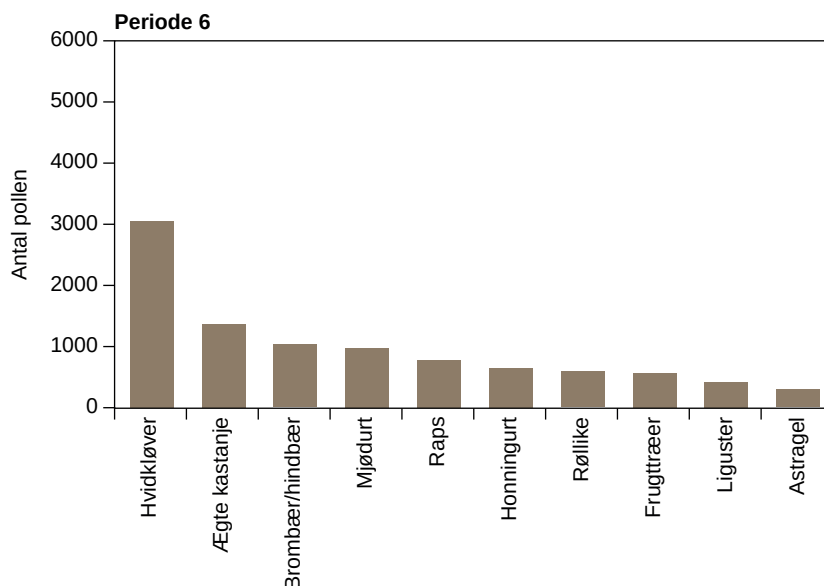
Figur 31. Ask blomstrer lige før løvspring, og de hanlige eller tvekønnede blomster, som bærer støvdragere, hænger i små bundter fra grenene, så pollen let føres med vinden. Til venstre og midterst: Ask i blomst, til højre: ask med løv. Foto: Yoko L. Dupont.

6.8 Periode 6 (medio juli)

I 6. prøvetagningsperiode blev prøver med bibrød samlet fra den 10. til den 27. juli 2020 og fra den 12. til den 24. juli 2021. Der blev samlet 36 prøver med i alt 12.091 pollenkorn fordelt på 56 forskellige pollentyper.

I juli er hvid-kløver stadig den langt vigtigste pollenkilde, men honningbierne samler også ind fra en bred vifte af andre pollentyper (Figur 32).

Figur 32. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 6.



Pollen af planteslægten *Rubus* udgør i periode 6 en god pollenkilde, men hvor *Rubus* pollen i den forudgående periode sandsynligvis var hindbær, er det formentlig pollen af brombær (*Rubus* sect. *Rubus*) i juli og senere (Figur 33). Brombærbuske er almindelige i hegn, skovbryn, krat og overdrev over hele landet (Hartvig, 2015) samt i mange haver.

Pollen af ægte kastanje (*Castanea sativa*) er den anden mest talrige pollentype i prøverne fra denne periode (Figur 32). Det er velkendt, at honningbier besøger blomsterne af ægte kastanje (Grygorieva *et al.*, 2016). Ægte kastanje bærer



Figur 33. Brombær er egentlig en gruppe af mange nært beslægtede apomiktiske småarter, som sætter frugt uden befrugtning og hver småart er udbredt og tilpasset til et lokalt område (Frederiksen *et al.*, 2019). Brombær kan derfor have forskellige vækstformer og udseende af blomster og blade. Blomsterne besøges gerne af såvel honningbier som humlebie og andre insekter. Fotos: Yoko L. Dupont

blomsterne i opretstående rakler, hvor de øverste blomster typisk er hanlige, og de nederste hunlige (Figur 34). Blomsterne kan bestøves af insekter, men vindbestøvning kan også forekomme, hvis pollen ikke er blevet indsamlet af insekter og derfor tørrer ud (Proctor *et al.*, 1996). Ægte kastanje har små aflange pollenkorner sammenlignet med f.eks. raps, som har mellemstore runde pollenkorner med et rumfang på op mod 10 gange pollen af ægte kastanje (Grygorieva *et al.*, 2016, paldat.org). Således dækker det høje pollental af ægte kastanje over et mindre volumen af pollen i biernes pollenforsyning sammenlignet med pollentyper, der har større pollenkorner.



Figur 34. Ægte kastanje blomstrer i Danmark i juni-juli og bærer lange rakler med mange gulligt hvide hanblomster og ved basis nogle få grønne hunblomster (Hansen, 1981). Fotos: Per Kryger.

En anden pollentype, som forekommer talrigt i juli måned er mjødurt (*Filipendula*) (Figur 32, Figur 35). Mjødurt er flerårige urter. I Danmark findes to hjemmehørende arter knoldet mjødurt (*F. vulgaris*) og almindelig mjødurt (*F. ulmaria*), som begge har små hvide blomster i sødligt aromatisk duftende blomsterstande. Desuden findes der havevarianter, som har hvide eller lyserøde blomster. Almindelig mjødurt er udbredt og almindelig i hele landet og kan vokse i tætte bestande på fugtig og våd jord.



Figur 35. I juli måned blomstrer mjødurt i vejkanter, ved vandløb og i fugtige enge. De hvide, sødligt duftende blomster besøges ofte af fødesøgende honningbier. Fotos: Yoko L. Dupont.

Pollen klassificeret som raps (*Brassica* spp.) er blandt de 10 mest talrige pollentyper i bibrødsprøverne både i periode 6 (medio juli) og periode 7 (primo august). Dette pollen kan være rester af vinterraps eller vårraps, men kunne også stamme fra andre arter af slægten *Brassica*, herunder dyrkede sorter af kål (*Brassica oleracea*) og turnips (*Brassica rapa* subsp. *rapa*), eller forvildede arter som ager-kål (*Brassica rapa* subsp. *campestris*), sarepta-sennep (*B. juncea*) eller sort sennep (*B. nigra*), der blomstrer i juni-september (Frederiksen *et al.*, 2019) (Figur 36).



Figur 36. Honningurt dyrkes ofte på blomsterbrakmarker eller i blomsterstriber, hvor de tiltrækker mange bier og andre insekter, særligt humlebier og honningbier. Billedet af honningbien (pil på billedet til højre) anes det blå pollen af honningurt, som bien har samlet i pollenkurven på benet. Fotos: Yoko L. Dupont og Per Kryger.

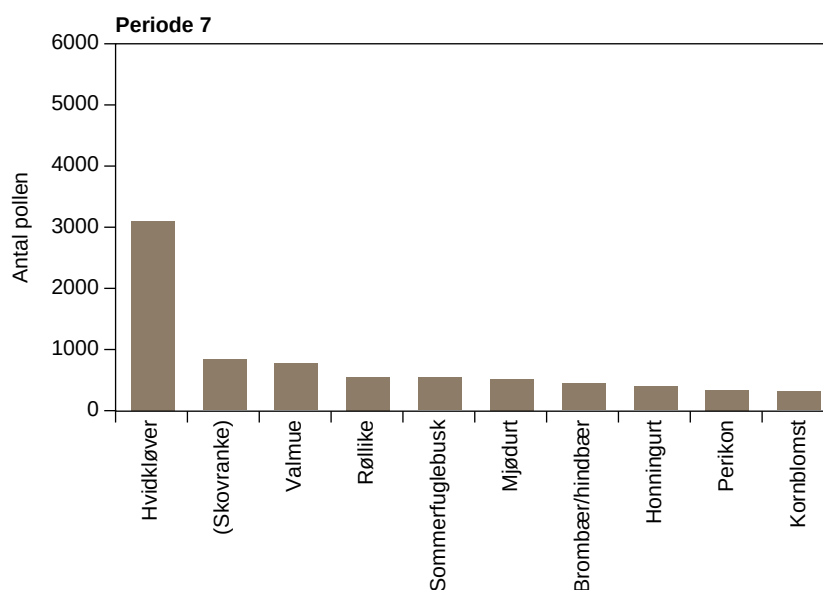
Honningurt (*Phacelia tanacetifolia*) er blandt de top 10 mest talrige pollentyper fra medio juni og resten af sæsonen (Figur 32). Blomsterne er rige på nektar og har lange støvdragere med mørkeblåt pollen. De besøges ofte af humlebier og honningbier (Figur 36). Honningurt dyrkes ofte i Danmark som biplante i blomsterstriber på blomsterbrakmarker eller som efterafgrøde og kan forekomme forvildet i f.eks. vejkanter, men stammer oprindeligt fra Nordamerika (Hartvig, 2015).

6.9 Periode 7 (primo august)

Den syvende prøvetagning af bibrød skete i perioderne fra den 29. juli til den 16. august 2020 og fra den 3. til den 15. august 2021. Periode 7 omfattede 35 prøver med et samlet pollenantal på 11.600 med en fordeling på 63 forskellige pollentyper.

I starten af august var pollen af hvid-kløver den mest dominerende pollentype i bibrødspøverne og udgjorde over en fjerdedel af pollen i perioden (over 3.000 pollenkorn) (Figur 37). I samme periode forekommer en række af forskellige pollentyper med mindre andele med mellem 300 og 800 pollenkorn. Pollen-diversiteten, det vil sige det samlede antal forskellige pollentyper pr. prøve, top- per i august (Figur 6) i sæsonen, hvor biernes pollenforsyning er mest varieret. Dette kan dels skyldes, at bierne samler pollen ind fra mange forskellige karp- lantearter på dette tidspunkt af blomstringssæsonen (Couvillon *et al.*, 2014). En anden eller supplerende forklaring er, at rester af bibrød fra tidligere i sæsonen opsamles i prøverne.

Figur 37. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 7.



En ny pollentype identificeret som pollen af ranunkelfamilien, sandsynligvis skovranke, er den næstmest talrige pollentype (Figur 37, Figur 38). Skovranke (*Clematis* spp.) er en stor slægt af klatreplanter med farverige blomster, hvoraf mange dyrkes som pryddplanter. Den sensommerblomstrende (juli-august) indførte almindelig skovranke (*C. vitalba*) er udbredt i Danmark bortset fra det nordvestlige Jylland, vest og syd for israndslinjen (Hartvig, 2015). Den vokser i byområder og i skove, hvor den er forvildet, særligt i skovbryn og lysninger (Hartvig, 2015). De cremehvide, duftende blomster har talrige støvdragere med pollen (Frederiksen *et al.*, 2019) og besøges ofte af honningbier (pers. obs). Pollen af skovranke er en af de mest talrige pollentyper i både august og september (periode 7-9), hvilket også til dels kan afspejle, at skovranke særligt er udbredt i de områder, som forsøgsbigårdene var placeret (Figur 3).



Figur 38. Skovranke er en god pollenkilde for honningbierne sidst på sommeren. Fotos: Yoko L. Dupont.

En anden almindeligt forekommende pollentype i sensommeren er valmue (*Papaver* spp) (periode 6+7) (Figur 32, Figur 37, Figur 39). Tre rød-blomstrede vildtvoksende arter af valmue forekommer almindeligt i Danmark: kornvalmue (*Papaver rhoeas*), gærde-valmue (*P. dubium* subsp. *dubium*) og kølle-valmue (*P. argemone*), som alle vokser på agerjord og i vejkanter (Hartvig, 2015). De to første blomstrer fra sidst i juni til august, mens den sidste især blomstrer om foråret (Frederiksen *et al.*, 2019). Desuden plantes flere eksotiske valmuearter i haver og parker. Valmueblomster indeholder ikke nektar, men de talrige støvdragere har rigeligt med sort pollen.

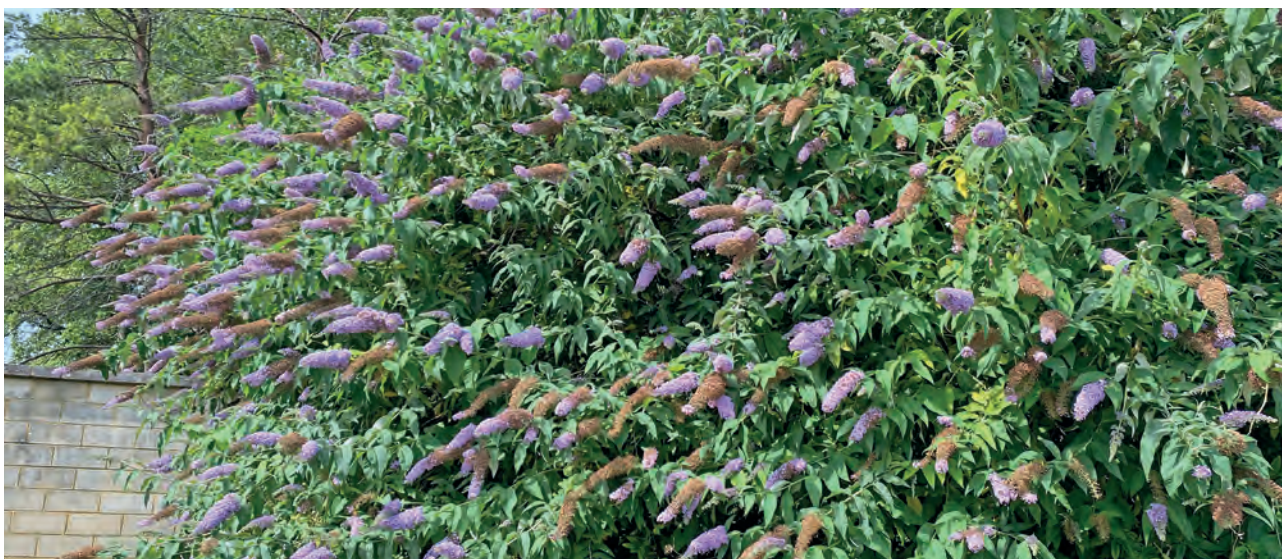


Figur 39. Korn-valmue vokser i kornmarker, langs veje og på ruderaer. Valmuer indgår ofte i frøblandinger i agerlandets blomsterstriber. Fotos: Yoko L. Dupont.



Figur 40. Almindelig røllike er en flerårig hjemmehørende urt, som ofte vokser i vejrabatter. Den har små kurve med hvide randkroner. Arten er almindelig og har en lang blomstringsperiode. Fotos: Yoko L. Dupont.

Røllike (*Achillea* spp) er flerårige urter tilhørende kurvblomstfamilien med kurve med hvide randkroner i halvsærmagtige blomsterstande (Figur 40). Almindelig røllike (*Achillea millefolium*) er udbredt over hele Danmark og er almindelig i vejkanter, på ruderaer, enge og overdrev (Hartvig, 2015). Den er i blomst fra juli til oktober (Frederiksen *et al.*, 2019). Nyse-røllike (*Achillea ptarmica*) er en anden art af røllike, som også findes hist og her på fugtig jordbund i enge og grøfter, særligt i Jylland og det nordøstlige Sjælland (Hartvig, 2015). Pollen af røllike er blandt de 10 mest talrige pollentyper i periode 6 (medio juli) og i periode 7 (primo august).



Figur 41. Sommerfuglebusk dyrkes i mange forskellige varianter i danske haver. Blomsterne indeholder megen nektar, som tiltrækker sommerfugle, svirrefluer og andre insekter. For honningbier er blomsterne også en god pollenkilde. Fotos: Yoko L. Dupont.

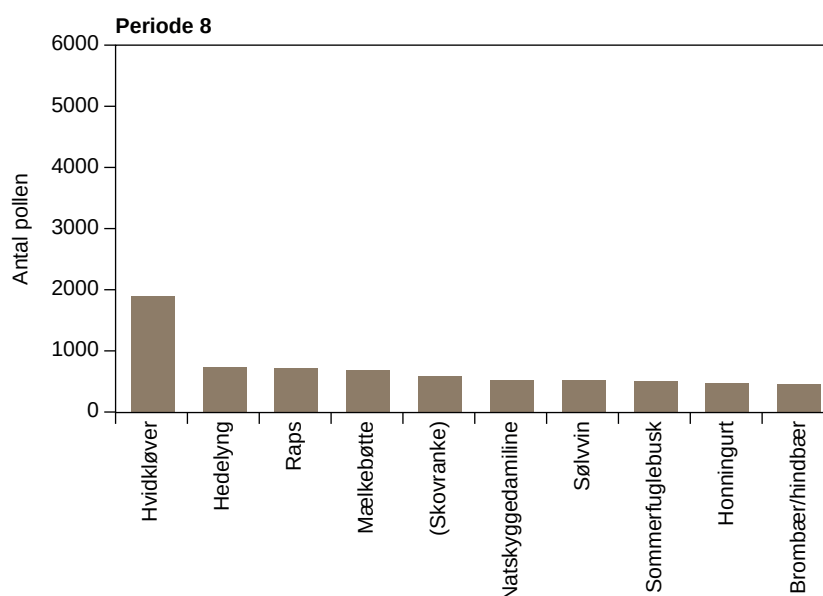
Sommerfuglebusk (*Buddleja davidii*) har lange lilla, lyserøde eller hvide klaser med nektarrige og sødligt duftende blomster (Figur 41). Blomsterstandene er attraktive for såvel sommerfugle som bier og andre blomsterbesøgende insekter. Planten er en løvfældende busk, der oprindeligt stammer fra det vestlige Kina (Hartvig, 2015) og er en populær prydbusk i haver. I Danmark blomstrer den i august-september (Norrie *et al.*, 2003). Sommerfuglebusk er en vigtig pollenkilde for honningbierne i periode 7 og 8 (august).

6.10 Periode 8 (ultimo august)

Ottende prøvetagning foregik i perioderne fra den 23. august til den 6. september 2020 og fra den 25. august til den 3. september 2021. I perioden blev 32 prøver samlet. Det total pollenantal var 10.702 fordelt på 61 forskellige pollentyper.

Hvid-kløver udgør stadig en stor del af bibrødsprøverne, men må formodes til dels at afspejle tidligere pollenforsyning, da blomstring af hvid-kløver er på retur sidst på sommeren (Birte Boelt, pers. com.) (Figur 42). Derimod har den næstmest talrige pollentype i periode 8 hedelyng (*Calluna vulgaris*) sin blomstringsperiode i august til september (Frederiksen *et al.*, 2019). Blomstringen toppe som regel sidst i august (Enkegaard *et al.*, 2016). Hedelyng er en dværgbusk, som vokser på næringsfattig jord, lysåbent eller i moderat skygge i skovbunde (Hartvig, 2015). På heder kan hedelyng vokse som et tæt, lilla tæppe, hvis blomster flittigt besøges af bier. Nektarproduktionen i lyng er stærkt afhængig af vejrudviklingen i løbet af sæsonen (Enkegaard *et al.*, 2016). På trods af, at honningbier samler store mængder af nektar fra hedelyng, varierer mængden af pollen fra hedelyng i europæiske lynghonninger mellem 10 og 76% (Søgaard Jørgensen and Theuerkauf, 2016).

Figur 42. Top 10 over de mest talrige pollentyper i periode 8.



Overraskende er pollen bestemt som mælkebøtte en af de mest almindelige pollentyper. Mælkebøtteblomster kan forekomme sidst på sommeren, men er som regel fåtallige. Derimod blomstrer den beslægtede kongepen (*Hypochaeris radicata*) talrigt på græsmarker og i vejkanter, og det samme gælder andre gule kurvblomster som høgeskæg (*Crepis* spp.), høgeurt (*Hieracium* spp.), borst (*Leontodon*) og svinemælk (*Sonchus* spp.) (Figur 43). Pollen fra disse beslægtede kurvblomster minder meget om hinanden og er vanskelige at adskille ved mikroskopi (G. Kassem, pers. com.). Kurvblomstpollen forekommer i 15 ud af 32 prøver, dog som regel i en mindre andel af prøven, muligvis på grund af kurvblomstpollens indhold af sekundære metabolitter (se boks 2).



Figur 43. Kongepen (de to øverste billeder) og forskellige arter af høgeurt (de to nederste billeder) er almindelige i vejkanter, enge og andre græsdominerede områder. Fotos: Yoko L. Dupont og Per Kryger.

I nogle prøver (fem prøver fra periode 8) udgør pollen fra natskyggefamilien en betydelig andel. Natskyggefamilien dækker sandsynligvis over kartoffel (Figur 44), som dyrkes på friland og derfor kan findes ved høj tæthed i landbrugsland. Blomster af natskyggefamilien har sækformede støvknapper, som frigiver pollen gennem en pore, når blomsten vibreres (buzz pollination, (Buchmann, 1985)). Honningbier menes ikke at være i stand til at udføre denne vibration (Buchmann, 1985), men er dog set at besøge kartoffelblomster.

En pollenkilde, som honningbierne udnytter i sensommeren og i begyndelsen af efteråret i byområder, er sølvvin (*Ampelopsis* spp) og vildvin (*Parthenocissus* spp) (Figur 42, Figur 45). Disse dekorative slyngplanter gør sig nok mere bemærkede med det smukke løv og farverige bær, men sent i blomstringssæsonen bærer de grønne, pollenrige blomster.



Figur 44. Kartoffelblomster har sækformede støvknapper (til venstre). Blomstrende kartoffelmarker kan være en ressource for bier (til højre). Fotos: Yoko L. Dupont.



Figur 45. Øverst: blade og bær (til venstre) og blomster (til højre) af sølvvin (*Ampelopsis* sp.). Nederst: blade (til venstre) og blomster (til højre) af rådhusvin (*Parthenocissus tricuspidata*). Fotos: Yoko L. Dupont.

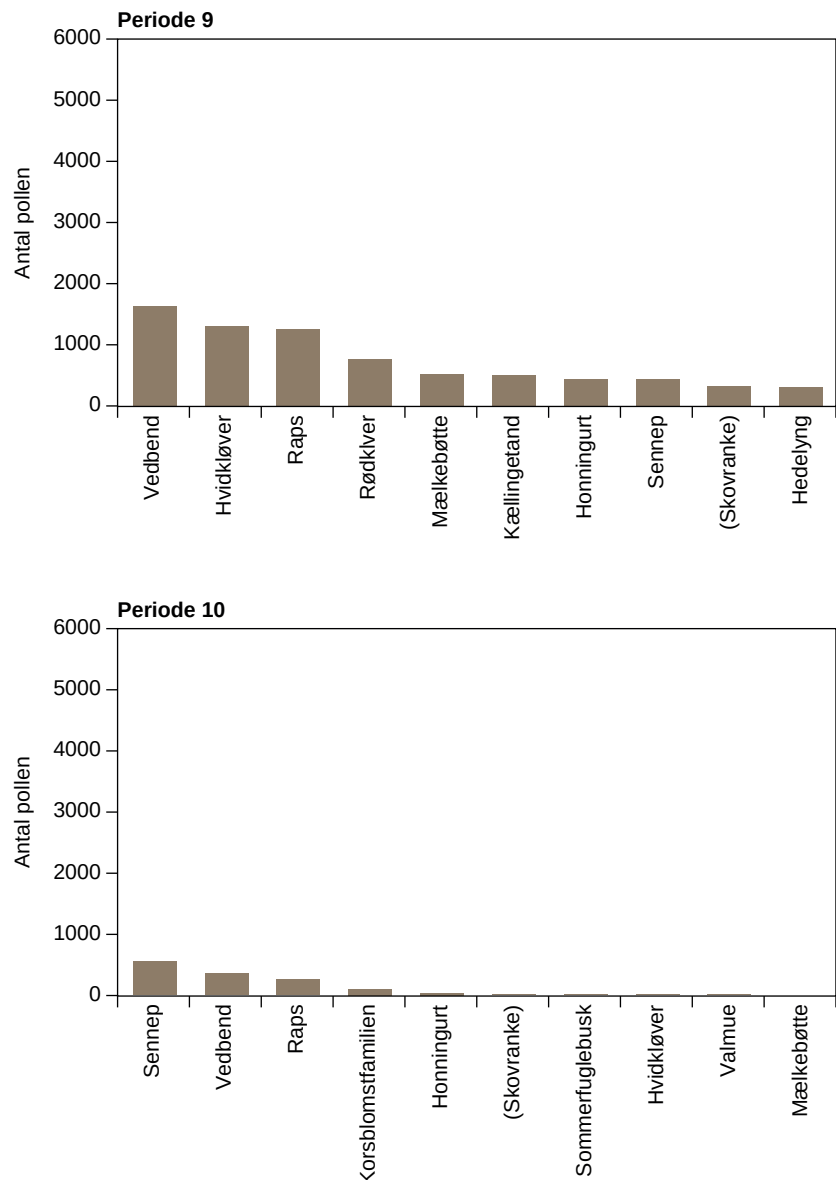


6.11 Periode 9 (medio september) og periode 10 (primo oktober)

Den niende periode dækkede fra den 9. til den 22. september 2020 samt fra den 13. til den 14. september 2021 og omfattede 29 prøver. I disse prøver blev 9.727 pollen-korn bestemt til 57 forskellige pollentyper. Endelig blev der samlet to prøver den 4. henholdsvis den 10. oktober 2020, samt to prøver den 7. henholdsvis den 10. oktober 2021. Disse fire prøver fra periode 10 indeholdt 1.370 pollen-korn fordelt på 15 pollentyper.

I efteråret blev en ny pollentype fremherskende nemlig vedbend (*Hedera helix*) (Figur 46). De brune, krybende stængler med 3-5-lappede, håndstrengede blade kan dække store områder af jord, eller de kan ved hjælp af hæfterødder klatre op ad mure og træstammer. Vedbend vokser endvidere i muldbundsløvs-skove, krat, lunde, skovbryn, skovdiger, læhegn, kystskrænter, klippevægge, klippeoverdrev (Hartvig, 2015) og er også almindelig i haver og parker i byområder. De blomstrende skud er oprette uden hæfterødder og har hele elliptisk-, æg- eller rudeformede, fjerstrengede blade (Frederiksen *et al.*, 2019). På en lun efterårsdag kan der være en livlig aktivitet af hvepse, bier og fluer, som søger nektar i blomsterne. Vedbend blomstrer typisk i september-november. Vedbend er derfor en god pollenkilde for insekter, som er aktive i efteråret (Figur 47).

Figur 46. Top 10 pollentyper i periode 9 (øverst) og 10 (nederst).





Figur 47. Vedbend blomstrer sent på året i september-november. Blomsterne besøges af honningbier, såvel som gedehamse, svirrefluer og andre insekter, som er aktive i efteråret. Til venstre: blomstrende vedbend i en skov, Til højre: honningbi (*Apis mellifera*) på blomst af vedbend. Fotos: Yoko L. Dupont.

I sensommeren og efteråret er rød-kløver (*Trifolium pratense*) (Figur 48) også en almindeligt forekommende pollentype (Figur 42, Figur 46), som findes i 9 af de 32 prøver fra periode 8, samt 12 af de 29 prøver i periode 9. Rød-kløver dyrkes til frø og som foderplante (Brødsgaard and Hansen, 2002) og forekommer desuden naturligt på naturenge, overdrev, strandoverdrev, klitlavninger, grønklit, vej- og grøftekanter og på ruderaer (Hartvig, 2015). De lyserøde blomsterhoveder består af mange små 12-15 mm lange blomster (Frederiksen *et al.*, 2019). Kronrøret er meget langt og smalt, derfor er det kun langtungede insekter, særligt humlebier, som kan nå nektaren i bunden. Det har været omdiskuteret, om honningbier er gode bestøvere af rød-kløver (Brødsgaard and Hansen, 2002). Honningbier samler aktivt pollen i blomsterne (Skovgaard, 1952), og en ny undersøgelse viser, at honningbier alene kan udføre tilstrækkelig bestøvning af rød-kløver i dyrkningstunneller (Jing *et al.*, 2021).



Figur 48. Rød-kløver dyrkes til frøproduktion, som bruges i græsmarksblandinger. Blomsterne besøges især af store bier, både humlebier og honningbier (til højre), men også af og til sommerfugle. Bemærk det mørkebrune pollen, som honningbien har samlet i pollenkurven. Fotos: Yoko L. Dupont.



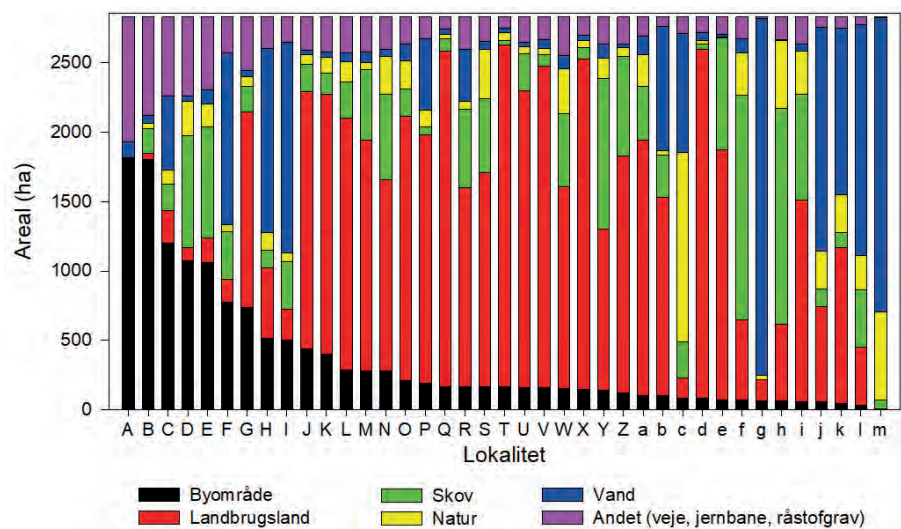
Figur 49. Sennep (øverst) og olieræddike (nederst) er udbredte som efterafgrøder, som blomstrer i efteråret. Fotos: Yoko L. Dupont

Sidst på vækstsæsonen er pollen fra karplanter, der dyrkes som efterafgrøder, at finde i pollenprøverne. Pollen af sennep (*Sinapis* spp.) er blandt de mest talrige pollentyper i september, og i oktober indtager sennep førstepladsen i pollenprøverne. Sandsynligvis samler bierne fra de gulblomstrede marker med efterafgrøden gul sennep (*Sinapis alba*) (Figur 49). En anden udbredt efterafgrøde er olieræddike (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*), hvis lyserødt/hvidlige blomster dækker store markflader i landbrugslandet sidst på vækstsæsonen (Figur 49). Olieræddike er nært beslægtet med raps (*Brassica napus*), og da pollen af de to arter ligner hinanden meget, klassificeres olieræddikepollen som regel som *Brassica* (G. Kassem, pers. com.). Honningurt (*Phacelia tanacetifolium*) bruges ligeledes som efterafgrøde, og dens pollen forekommer i pollenprøver langt hen i efteråret.

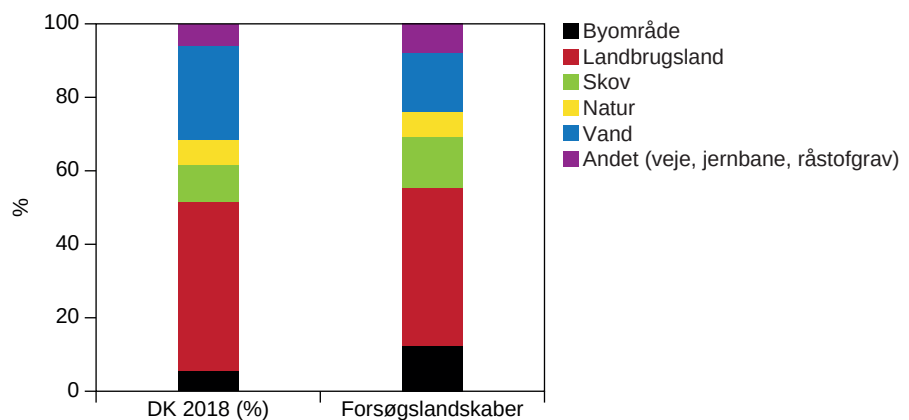
6.12 Betydningen af landskabssammenhængen for biernes pollenforsyning

Biernes pollenforsyning er påvirket af, hvilke planter der er tilgængelige inden for deres flyveradius, og dermed af arealtyper i fødesøgningsområdet. Landskabsanalysen viste, at alle forsøgslandskaber er sammensat af forskellige arealtyper (Figur 50). Dog er nogle landskaber omgivet af en overvægt af visse arealtyper i forhold til andre. Fordelingen af overordnede arealtyper i forsøgslandskaberne adskiller sig ikke ret meget fra fordelingen af arealtyper i Danmark som helhed (Figur 51). I det følgende undersøger vi honningbiernes pollenforsyning i landskaber, som i særlig grad er domineret af bestemte landskabstyper.

Figur 50. Fordeling af arealtyper i landskaberne (3 km omkring hver bigård. Hver søjle angiver arealfordelingen for et forsøgslandskab. Landskaberne er sorterede efter andel af byområder og dernæst andel af landbrugsland.



Figur 51. Fordeling af arealtyper i forsøgslandskaberne (3 km omkring hver bigård) i %, sammenlignet med fordelingen af de samme arealtyper i Danmark, hvor en tre km zone med vand rundt om landarealer er medregnet. Fordeling af arealer er fra 2018.

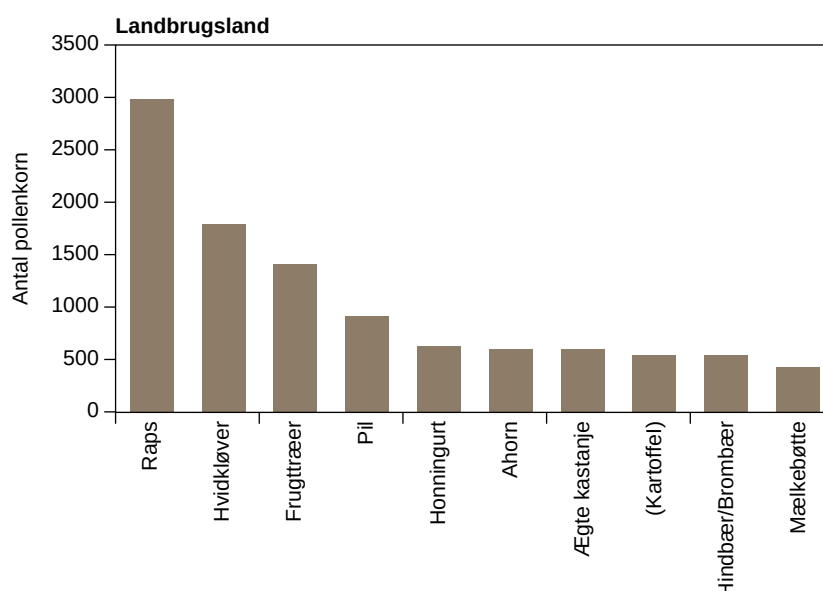


Sammenlignet med den tydelige sæsonmæssige udvikling af dominerende pollentyper over forskellige prøvetagningsperioder er forskelle mellem landskaber ikke helt så tydelig. Ud over, at forsøgslandskaberne sjældent er karakteriseret af en eller få landskabstyper, findes vigtige pollenplanter ofte i forskellige landskabstyper, som nævnt under de enkelte fødeplanter ovenfor. Selvom honningbiernes pollensammensætning i nogen grad afhænger af landskabet, er der derfor en række pollentyper, som går igen i de fleste danske landskaber.

6.13 Landbrugsland

Seks bigårde var omgivet af mere end 2000 ha landbrugsland, det vil sige at over 70 % af arealet inden for en tre km radius var dækket af landbrugsarealer. Pollen fra disse bigårde var domineret af blomstrende afgrøder (især raps og

Figur 52. Top 10 pollentyper i prøver fra seks bigårde, som primært var omgivet af landbrugsland.



hvid-kløver), mælkebøtte fra blomstrende græsmarker, samt træer og buske i levende hegn (frugttræer, pil, ahorn, brombær og ægte kastanje) (Figur 52).

Forsøgslandskaberne i undersøgelsen havde lidt mindre andel af hestebønne og olieræddike, og lidt større andel af frugttræer og kløver end for Danmark som helhed, mens dækningen med raps svarede til landsgennemsnittet (Tabel 2).

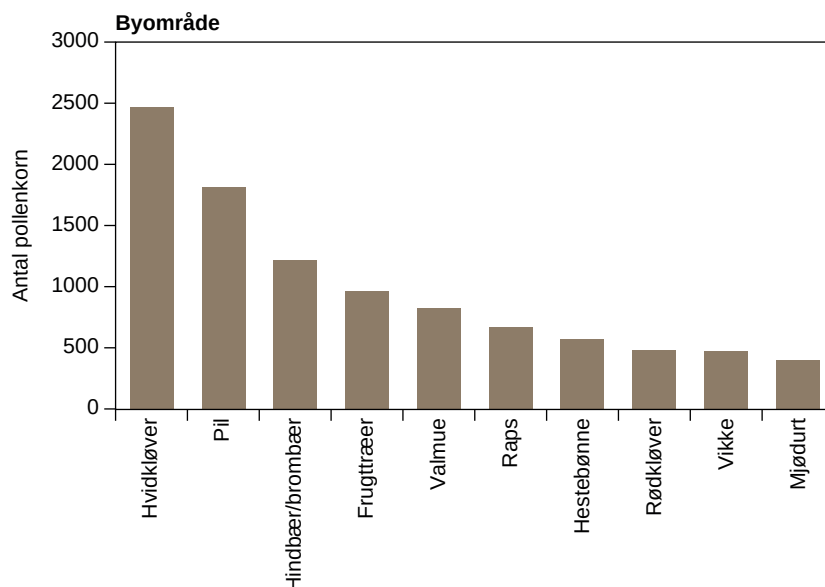
Tabel 2. Arealfordeling. Areal af insektbestøvede afgrøder i ha og % af samlede areal af insektbestøvede afgrøder, for forsøgslandskaber (landskab indenfor 3 km af forsøgsbigård) samt nationalt i 2020 og 2021.

Afgrøde	Forsøgslandskaber 2020+2021		Danmark 2020		Danmark 2021	
	ha	%	ha	%	ha	%
Blandet oliefrø	3	0,1	325	0,2	306	0,1
Frugtttræer	110	2,8	2.382	1,3	2.428	1,1
Gul sennep	5	0,1	180	0,1	233	0,1
Hestebønne	302	7,8	19.376	10,2	22.221	10,3
Kløver	321	8,3	8.026	4,2	8.560	4,0
Olieræddike	209	5,4	14.312	7,5	20.114	9,3
Raps	2.920	75,4	145.803	76,6	162.554	75,1

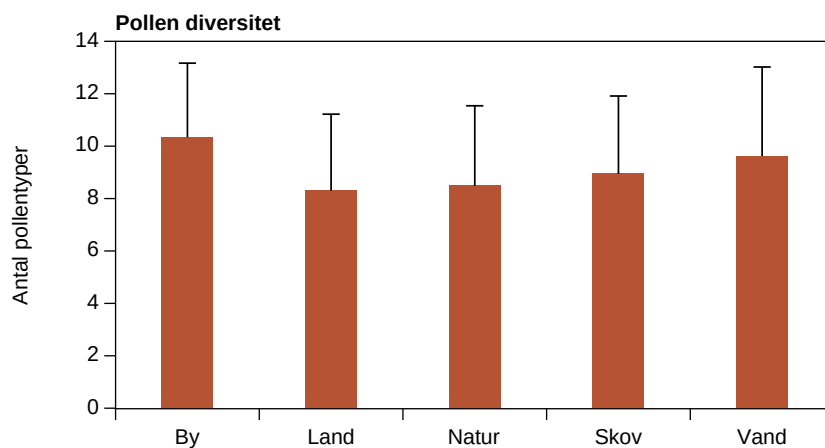
6.14 Byer

Seks bigårde havde over 1.000 ha byområder inden for en tre km radius, og bierne havde derfor adgang til villahaver og/eller parker. Dette afspejles i større og mindre forekomster af typiske pryddplanter som klatrehortensia (*Hydrangea anomala* subsp. *petiolaris*), sommerfuglebusk (*Buddleja davidii*), asters (*Aster* spp.), skovranke (*Clematis vitalba*) og sølvvin (*Ampelopsis* spp.). Disse var dog ikke blandt de 10 mest almindelige pollentyper, som først og fremmest talte hvid-kløver (*Trifolium repens*) fra græsplæner og vejkanter, samt frugttræer, hindbær/brombær og pil (Figur 53), sandsynligvis fra villahaver og grønne områder. Overraskende var afgrøder som raps, hestebønne og rødkløver også blandt top 10, hvilket muligvis kan forklares ved, at byområder sjældent er så store, at landbrugsland er uden for honningbiernes flyveafstand. Honningbier kan flyve 10-12 km efter en rig fødekilde (Beekman and Ratnieks, 2000).

Figur 53. Top 10 pollentyper i prøver fra seks bigårde, som havde en større andel af byområder i det omgivende landskab.

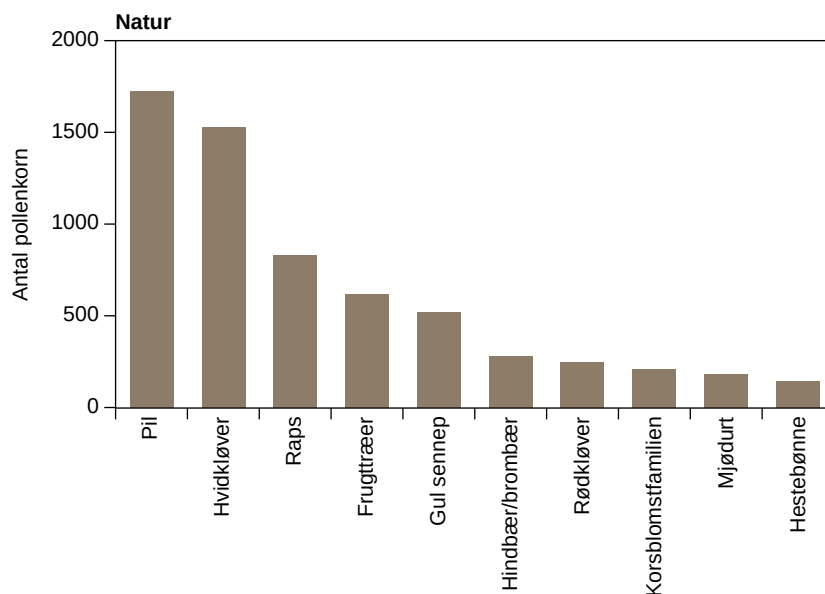


Figur 54. Søjlerne angiver gennemsnit og pindene spredning (standardafvigelse) af pollen diversitet, det vil sige antal forskellige pollentyper pr. prøve i landskaber domineret af by, land, natur, skov og vand.



Prøver fra landskaber med stor andel af byområder er desuden karakteriseret ved relativt høj pollendiversitet, det vil sige antal forskellige pollentyper i prøverne (Figur 54).

Figur 55. Top 10 pollentyper i prøver fra tre bigårde, som havde en betydelig andel (over 400 ha) lysåben natur i det omgivende landskab.



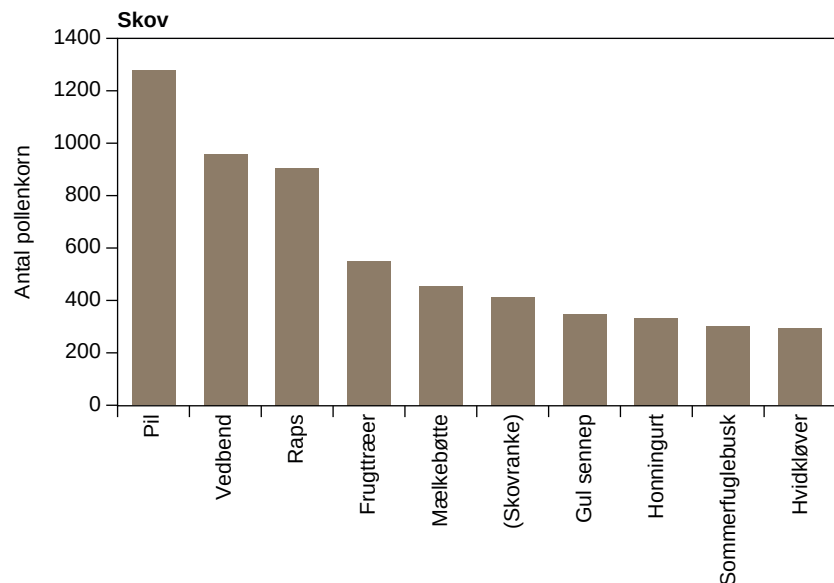
6.15 Lysåben natur

Selvom natur forekom i mange af landskaberne, var det kun få bigårde, der havde en større andel af lysåben natur i det omgivende landskab. Hos tre bigårde udgjorde andelen af lysåben natur mere end 400 ha indenfor 3 km, svarende til mere end 14 % af arealet. Pollenprøverne fra disse bigårde afspejler derfor blandingslandskaber, som også omfatter andre arealtyper. I de tre bigårde var særligt pil (1.725 pollen) og hvid-kløver (1.529) de mest talrige pollen efterfulgt af raps (832), frugttræer (619) og gul sennep (523) (Figur 55) sandsynligvis fra nærliggende landbrugsland eller haver.

6.16 Skov

Ligeledes var det kun et fåtal af bigårde, som havde adgang til større andele af skov. Kun tre bigårde havde mere end 1.000 ha (det vil sige mere end 30% af arealet) skov indenfor 3 km. Pollenprøver fra disse bigårde indeholdt især pil (1.276 pollen), vedbend (959) og raps (905) samt frugttræer (550), mælkebøtte (457) og skovranke (413) (Figur 56). Pollen af pil, vedbend, frugttræer og skovranke kan stamme fra skovområder eller nærliggende haver, mens raps- og mælkebøttepollen sandsynligvis er indsamlet af bierne i landbrugsområder i landskabet.

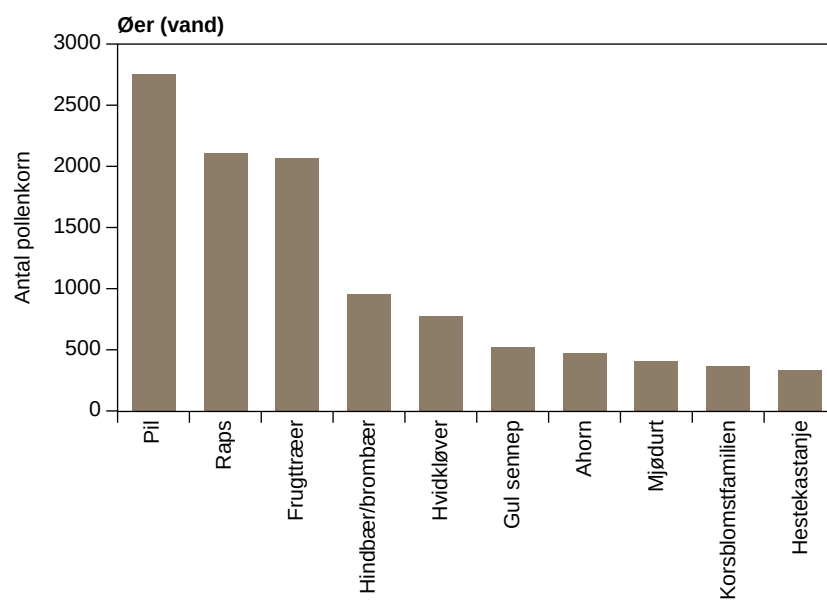
Figur 56. Top 10 pollentyper i prøver fra tre bigårde, som havde en større andel af skov i det omgivende landskab.



6.17 Øer

I alt fem forsøgsbigårde lå på øer eller ved kysten, således at en større andel (mere end 1500 ha) af landskabet indenfor tre km blev udgjort af vand. Bier kan i nogen grad flyve over vand for at samle føde (Kryger, 2018). Men bier bruger generelt ikke åbent vand til at samle føde, undtagen ved forekomst af åkande og nøkkerose. Derfor må fødesøgningsområdet for disse bigårde formodes at være begrænsede i forhold til andre bigårde. Pollentyper i pollenforsyningen hos honningbier i bigårde med større andel af vand i omgivelserne, adskiller sig ikke væsentligt fra pollentyper i pollenforsyningen i bigårde med adgang til større landarealer. Som i landbrugsland, byområder og natur er det især pil, raps, frugttræer, brombær og hvid-kløver, som er dominerende pollentyper (Figur 57). Der er dog en tendens til lidt højere pollendiversitet (antal pollentyper pr. prøve), sammenlignet med landbrug, natur og skov.

Figur 57. Top 10 pollentyper i fem bigårde, hvor andelen af vand i det omgivende landskab (3 km) er over 1.500 ha (over 50 % af arealet).



7 Opsamling

- Pollenanalysen af bibrød fra i alt 311 prøver, som blev indsamlet ved prøvetagning fra 40 bigårde i danske landskaber i 2020 og 2021, viste, at honningbiernes pollenforsyning især er påvirket af sæson, men også i nogen grad det omgivende landskab. Den sæsonmæssige udvikling i pollenkilder skyldes, at bierne samler pollen i løbet af planternes blomstringstid, som ofte er begrænset til få uger, dog med lokale forskelle i blomstringsperiode (Frederiksen *et al.*, 2019).
- I alt 105 forskellige pollentyper blev identificeret i prøverne med bibrød. Da pollen af nært beslægtede plantearter er vanskelige at adskille morfologisk i lysmikroskop, må det forventes, at en pollentype i nogen tilfælde omfatter flere karplantearter. Pollendiversitet, det vil sige antallet af pollentyper pr. prøve, steg gennem sæsonen, hvorefter det aftog om efteråret. Pollendiversitet varierede kun lidt mellem forskellige landskabstyper. Den højeste diversitet forekom i byområder, og i lidt mindre omfang, når biernes træk var begrænset til et afgrænset område, som f.eks. på øer. Det skal dog tages i betragtning, at alle landskaber indeholdt flere arealtyper indenfor biernes typiske flyveafstand, indenfor tre km af bigården.
- Selvom honningbierne samler pollen i større eller mindre omfang fra en lang række planter, var prøverne dominerede af få pollentyper. Særligt raps, pil, hvid-kløver og frugttræer var dominerende i honningbiernes pollenforsyning. Andre pollentyper forekom også i store mængder i nogen perioder og/eller visse landskaber.
- Masseblomstrende landbrugsafgrøder som raps, kløver og hestebønne, såvel som efterafgrøder som gul sennep, honningurt og olieræddike udgjorde en stor pollenkilde, som bierne gerne indsamler.
- Ligeledes var vildtvoksende og plantede blomstrende træer fra haver, levende hegn og skove en god pollenkilde særligt i foråret og forsommeren (pil, hvidblomstrede frugttræer, ahorn, hestekastanje, ægte kastanje, tjørn). Endelig var vilde planter i markbunde og marknære områder samt naturarealer vigtige for ernæringen af honningbier (Ratniek *et al.*; Odoux *et al.*, 2012). Det er som regel naturligt masseblomstrende planter, hvis pollen forekommer med større andele i honningbiernes pollenforsyning (mælkebøtte, mjøddurt, skovranke, hedelyng).
- Klimaet har stor betydning for både honningbiernes koloniudvikling og for karplanternes blomstringsmønstre. Det må derfor forventes, at der er en vis år til år variation i biernes pollenforsyning, hvilket vi dog ikke har undersøgt i dette projekt.

8 Referencer

- Annoscia, D., Zanni, V., Galbraith, D., Quirici, A., Grozinger, C., Bortolomeazzi, R., Nazzi, F., 2017. Elucidating the mechanisms underlying the beneficial health effects of dietary pollen on honey bees (*Apis mellifera*) infested by Varroa mite ectoparasites. *Scientific Reports* 7, 6258.
- Ardalani, H., Vidkjær, N.H., Laursen, B.B., Kryger, P., Fomsgaard, I.S., 2021. Dietary quercetin impacts the concentration of pesticides in honey bees. *Chemosphere* 262, 127848.
- Axelsen, J.A., Enkegaard, A., Strandberg, B., Kryger, P., Sørensen, P.B., 2011. Bestøvningsforhold og -behov i dyrkede afgrøder. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.
- Barron, A.B., 2015. Death of the bee hive: understanding the failure of an insect society. *Current Opinion in Insect Science* 10, 45-50.
- Beekman, M., Ratnieks, F.L.W., 2000. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology* 14, 490-496.
- Bishop, J., Garratt, M.P.D., Breeze, T.D., 2020. Yield benefits of additional pollination to faba bean vary with cultivar, scale, yield parameter and experimental method. *Scientific Reports* 10, 2102.
- Brodtschneider, R., Gratzer, K., Kalcher-Sommersguter, E., Heigl, H., Auer, W., Moosbeckhofer, R., Crailsheim, K., 2019. A citizen science supported study on seasonal diversity and monoflorality of pollen collected by honey bees in Austria. *Scientific Reports* 9, 16633.
- Brodtschneider, R., Kalcher-Sommersguter, E., Kuchling, S., Dietemann, V., Gray, A., Božič, J., Briedis, A., Carreck, N.L., Chlebo, R., Crailsheim, K., Coffey, M.F., Dahle, B., González-Porto, A.V., Filipi, J., de Graaf, D.C., Hatjina, F., Ioannidis, P., Ion, N., Jørgensen, A.S., Kristiansen, P., Lecocq, A., Odoux, J.-F., Özkirim, A., Peterson, M., Podrižnik, B., Rašić, S., Retschnig, G., Schiesser, A., Tosi, S., Vejsnæs, F., Williams, G., van der Steen, J.J.M., 2021. CSI Pollen: Diversity of Honey Bee Collected Pollen Studied by Citizen Scientists. *Insects* 12, 987.
- Brødsgaard, C.J., Hansen, H., 2002. Bestøvning af rødskløver. *Tidsskrift for Biavl* 6, 174-177.
- Buchmann, S.L., 1985. Bees use vibration to aid pollen collection from non-poroidal flowers. *Journal of the Kansas Entomological Society* 58, 517-525.
- 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.
- Couvillon, M.J., Schürch, R., Ratnieks, F.L.W., 2014. Waggle dance distances as integrative indicators of seasonal foraging challenges. *PLOS ONE* 9, e93495.
- d'Andrimont, R., Taymans, M., Lemoine, G., Ceglar, A., Yordanov, M., van der Velde, M., 2020. Detecting flowering phenology in oil seed rape parcels with Sentinel-1 and -2 time series. *Remote Sensing of Environment* 239, 111660.
- DeGrandi-Hoffman, G., Gage, S.L., Corby-Harris, V., Carroll, M., Chambers, M., Graham, H., Watkins deJong, E., Hidalgo, G., Calle, S., Azzouz-Olden, F., Meador, C., Snyder, L., Ziolkowski, N., 2018. Connecting the nutrient composition of seasonal pollens with changing nutritional needs of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of Insect Physiology* 109, 114-124.
- DIN-Norm-10760, 2002. Analysis of honey; determination of the relative frequency of pollen. Deutsches Institut für Normierung (2002-05): 1-8, Berlin; Germany.
- Donkersley, P., Rhodes, G., Pickup, R.W., Jones, K.C., Wilson, K., 2014. Honeybee nutrition is linked to landscape composition. *Ecology and evolution* 4, 4195-4206.
- Drepper, B., Gobin, A., Remy, S., Van Orshoven, J., 2020. Comparing apple and pear phenology and model performance: What seven decades of observations reveal. *Agronomy* 10, 73.
- Dupont, Y.L., Søgaard Jørgensen, A., 2017. Bybier og landbier. *Tidsskrift for Biavl* 7, 210-215.
- Enkegaard, A., Kryger, P., Boelt, B., 2016. Determinants of nectar production in heather. *Journal of Apicultural Research* 55, 100-106.
- Faegri, K., Iversen, J., 1964. Textbook of Pollen Analysis. Blackwell.

- Frederiksen, S., Rasmussen, F.N., Seberg, S. (Eds.), 2019. Dansk Flora. Gyldendal, København.
- Garbuzov, M., Couvillon, M.J., Schürch, R., Ratnieks, F.L.W., 2015. Honey bee dance decoding and pollen-load analysis show limited foraging on spring-flowering oilseed rape, a potential source of neonicotinoid contamination. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203, 62-68.
- Grygorieva, O., Nikolaieva, N., Brindza, J., Klymenko, S., 2016. Pollen and bee pollen features of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Animal Science and Food Technology* 223, 35-40.
- Halbritter, H., Ulrich, S., Grímsson, F., Weber, M., Zetter, R., Hesse, M., Buchner, R., Svojtka, M., Frosch-Radivo, A., 2018. *Illustrated Pollen Terminology*. Springer, Cham.
- Hansen, K. (Ed), 1981. Dansk feltflora. Gyldendal, Copenhagen.
- Hao, K., Tian, Z.X., Wang, Z.C., Huang, S.Q., 2020. Pollen grain size associated with pollinator feeding strategy. *Proc Biological Sciences* 287, 20201191.
- Hartvig, P., 2015. *Atlas Flora Danica*. Gyldendal, København.
- Haydak, M.H., 1970. Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology* 15, 143-156.
- Hendriksma, H.P., Shafir, S., 2016. Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 70, 509-517.
- Herbert, E.W., Shimanuki, H., 1978. Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen. *Apidologie* 9, 33-40.
- Human, H., Nicolson, S.W., 2003. Digestion of maize and sunflower pollen by the spotted maize beetle *Astylus atromaculatus* (Melyridae): is there a role for osmotic shock? *Journal of Insect Physiology* 49, 633-643.
- Höcherl, N., Siede, R., Illies, I., Gätschenberger, H., Tautz, J., 2012. Evaluation of the nutritive value of maize for honey bees. *Journal of Insect Physiology* 58, 278-285.
- Janssens, X., Bruneau, E., Lebrun, P., 2006. Prévision des potentialité de production de miel á l'échelle d'un rucher au moyen d'un système d'information géographique. *Apidologie* 27, 351-365.
- Jensen, M., Lindhard, H., Toldam-Andersen, T., Korsgaard, M., Sørensen, A.H., Bjerregaard, G., Poulsen, J., Kjærgaard, K.B., 2019. *Frugt og Bær : gode sorter til haven*, DCA rapport nr. 148. Aarhus Universitet - DCA Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus.
- Jing, S., Kryger, P., Boelt, B., 2021. Different pollination approaches to compare the seed set of diploid and tetraploid red clover *Trifolium pratense* L. *Nordic Journal of Botany* 39.
- Keller, I., Fluri, P., Imdorf, A., 2005a. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. *Bee World* 86, 3-10.
- Keller, I., Fluri, P., Imdorf, A., 2005b. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 2. *Bee World* 86, 27-34.
- Kryger, P., 2018. Flyver honningbier over vand? . DCA notat 2018-760-000, 1.
- Kunz, A., Blanke, M., 2022. "60 Years on" - Effects of climatic change on tree phenology - A case study using pome fruit. *Horticulturae* 8, 110.
- Levin, G., 2019. Basemap03. Technical documentation of the method for elaboration of a land-use and land-cover map for Denmark. Aarhus University, Aarhus.
- Loper, G.M., Berdel, R.L., 1980. The effects of nine pollen diets on broodrearing of honeybees. *Apidologie* 11, 351-359.
- Mao, W., Schuler, M.A., Berenbaum, M.R., 2013. Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee *Apis mellifera*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 8842-8846.
- Muller, J., 1979. Form and Function in Angiosperm Pollen. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66, 593-632.
- Nicolson, S.W., Human, H., 2013. Chemical composition of the 'low quality' pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie* 44, 144-152.
- Norrie, J., Petersen, H., Thorsen, E., Vittrup, J., Winther, M., 2003. *Havebogen: Prydhaven, køkkenhaven, frugt og bær*. Politikens Forlag, København.

- Odoux, J.-F., Feuillet, D., Aupinel, P., Loublier, Y., Tasei, J.-N., Mateescu, C., 2012. Territorial biodiversity and consequences on physico-chemical characteristics of pollen collected by honey bee colonies. *Apidologie* 43, 561-575.
- Pedersen, A., Schou, J.C., 1989. Nordiske Brombær: *Rubus* sect. *Rubus*, sect. *Corylifolii* og sect. *Caesii*. AAU Reports 21.
- Proctor, M., Yeo, P., Lack, A., 1996. The natural history of pollination. Harper Collins, London.
- Requier, F., Odoux, J.-F., Henry, M., Bretagnolle, V., 2017. The carry-over effects of pollen shortage decrease the survival of honeybee colonies in farmlands. *Journal of Applied Ecology* 54, 1161-1170.
- Requier, F., Odoux, J.-F., Tamic, T., Moreau, N., Henry, M., Decourtye, A., Bretagnolle, V., 2015. Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. *Ecol. Appl.* 25, 881-890.
- Rostrup, E., Jørgensen, C.A., 1973. Den Danske Flora. Gyldendal.
- Roulston, T.H., Cane, J.H., 2000. The effect of diet breadth and nesting ecology on body size variation in bees (Apiformes). *Journal of the Kansas Entomological Society* 73, 129-142.
- Rutschmann, B., Kohl, P.L., Machado, A., Steffan-Dewenter, I., 2022. Semi-natural habitats promote winter survival of wild-living honeybees in an agricultural landscape. *Biological Conservation* 266, 109450.
- Schott, M., Bischoff, G., Eichner, G., Vilcinskis, A., Büchler, R., Meixner, M.D., Brandt, A., 2017. Temporal dynamics of whole body residues of the neonicotinoid insecticide imidacloprid in live or dead honeybees. *Scientific Reports* 7, 6288.
- Seeley, T., 1987. Honeybee ecology: a study of adaptation in social life. Princeton University Press, Princeton.
- Skovgaard, O.S., 1952. Humlebie og honningbiers arbejdshastighed ved bestøvningen af rødkløver. *Tidsskrift for Planteavl* 55, 449-475.
- Somerville, N.C., 2001. Nutritional value of bee collected pollens. Report for the Rural Industries Research and Development Corporation Report no 01/047, 1-166.
- Southwick, E.E., Pimentel, D., 1981. Energy efficiency of honey production by bees. *BioScience* 31, 730-732.
- Staun, H., Møller, P.F., 2015. Danmarks træer og buske. Koustrup & co.
- Søgaard Jørgensen, A., Theuerkauf, R.T., 2016. Produktion af sortshonning. *Tidsskrift for Biavl* 6, 1-24.
- Søgaard Jørgensen, A., Theuerkauf, R.T., Frejvald, P., 2016. Biernes fødegrundlag. *Tidsskrift for Biavl* 11, 2-36.
- Vanderplanck, M., Gilles, H., Nonclercq, D., Duez, P., Gerbaux, P., 2020. Asteraceae paradox: Chemical and mechanical protection of *Taraxacum* pollen. *Insects* 11, 304.
- Vejsnæs, F., 2011. Biavl i Danmark: En spørgeskemaundersøgelse af et repræsentativt udsnit af danske biavlere (Beekeeping in Denmark: A questionnaire survey of a representative subset of Danish beekeepers) (In Danish). *Tidsskrift for Biavl* 146, 1-28.
- von der Ohe, K., Von der Ohe, W., 2007. Celler Melissopalynologische Sammlung CMS. Niedersächsisches Landesinstitut für Bienenkunde, Celle.
- von Frisch, K., 1965. Tanzsprache und Orientierung der Bienen. Springer, Berlin/Heidelberg/New York.
- Wallander, E., 2008. Systematics of *Fraxinus* (Oleaceae) and evolution of dioecy. *Oesterreichisches Botanisches Wochenblatt* 273, 25-49.
- Wind, P., Berthelsen, J.P., 2013. Vurdering af biotopplanernes virkning for naturindholdet. Videnskabelig rapport for DCE nr. 63. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus.
- Wood, T.J., Kaplan, I., Zhang, Y., Szendrei, Z., 2019. Honeybee dietary neonicotinoid exposure is associated with pollen collection from agricultural weeds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 286, 20190989.

Zarchin, S., Dag, A., Salomon, M., Hendriksma, H.P., Shafir, S., 2017. Honey bees dance faster for pollen that complements colony essential fatty acid deficiency. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 71, 172.

Appendix 1

Pollentyper fundet i prøver af bibrød i sæsonerne 2020 og 2021. Pollenmængden er angivet i kategorierne ud fra antallet af pollenkorner i det samlede materiale:

- * under 10 pollenkorner
- ** mellem 10 og 99 pollenkorner
- *** mellem 100 og 999 pollenkorner
- **** over 1000 pollenkorner

Plantefamilie	Dansk navn	Pollen type	Dansk navn	Pollen kategori
Aceraceae	Ahornfamilien	<i>Acer</i>	Ahorn	****
Adoxaceae	Desmerurtfamilien	<i>cf Sambucus</i>	Hyld	***
		<i>Viburnum</i>	Kvalkvæd	**
Amaranthaceae	Amarantfamilien	<i>Chenopodium</i>	Gåsefod	**
Amaryllidaceae	Amaryllisfamilien	<i>Allium</i>	Løg	**
Anacardiaceae	Sumakfamilien	<i>Anacardiaceae type</i>	Sumakfamilien	***
Apiaceae	Skærmblostmfamilien	Apiaceae type	Skærmblostmfamilien	***
		<i>Foeniculum</i>	Fennikel	**
		<i>Heracleum</i>	Bjørneklo	**
Aquifoliaceae	Kristtornfamilien	Aquifoliaceae type	Kristtornfamilien	*
		<i>Ilex</i>	Kristtorn	**
Araliaceae	Vedbendfamilien	<i>Hedera</i>	Vedbend	****
Asparagaceae	Aspargesfamilien	<i>Asparagus</i>	Asparges	**
Asteraceae	Kurvblomstmfamilien	<i>Achillea</i>	Røllike	****
		<i>Ambrosia</i>	Ambrosie	*
		<i>Arctium</i>	Burre	*
		<i>Artemisia</i>	Bynke	**
		<i>Aster</i>	Asters	***
		Asteraceae type	Kurvblomstmfamilien	*
		<i>Carduus</i>	Tidse	***
		<i>Centaurea cyanus</i>	Kornblomst	***
		<i>Centaurea jacea</i>	Knopurt	**
		<i>Helianthus annuus</i>	Solsikke	*
Balsaminaceae	Balsaminfamilien	<i>Taraxacum</i>	Mælkebøtte	****
		<i>Impatiens</i>	Balsamin	***
		<i>Betula</i>	Birk	**
		<i>Borago</i>	Hjulkrone	**
		<i>Echium</i>	Slangehoved	**
		<i>Phacelia</i>	Honningurt	****
		<i>Symphytum</i>	Kulsukker	*
		<i>Brassica</i>	Raps	****
		Brassicaceae type	Korsblomstmfamilien	***
		<i>Sinapis</i>	Sennep	****
Campanulaceae	Klokkeblomstmfamilien	Campanulaceae type	Klokkefamilien	**
Caprifoliaceae	Gedeblostmfamilien	<i>Lonicera</i>	Gedeblostmfamilien	**
		<i>Symphoricarpos albus</i>	Snebær	**

Plantefamilie	Dansk navn	Pollen type	Dansk navn	Pollen kategori
Caryophyllaceae	Nellikefamilien	Caryophyllaceae type	Nellikefamilien	**
Convolvulaceae	Snerlefamilien	<i>Calystegia</i>	Snerle	*
Cornaceae	Kornelfamilien	<i>Cornus</i>	Kornel	**
Crassulaceae	Stenurtfamilien	<i>Sedum</i>	Stenurt	***
Cyperaceae	Halvgræsfamilien	Cyperaceae type	Halvgræsfamilien	**
Ericaceae	Lyngfamilien	<i>Calluna vulgaris</i>	Hedelyng	****
		Ericaceae type	Lyngfamilien	**
		<i>Vaccinium</i>	Bølle	**
Fabaceae	Ærteblomstfamilien	<i>Astragalus</i>	Astragel	***
		Fabaceae type	Ærteblomstfamilien	**
		<i>Genista</i>	Visse	**
		<i>Gleditsia</i>	Tretorn	**
		<i>Lotus</i>	Kællingetand	***
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinie	*
		<i>Trifolium repens</i>	Hvidkløver	****
		<i>Trifolium pratensis</i>	Rødkløver	****
		<i>Vicia</i>	Vikke	***
		<i>Vicia faba</i>	Hestebønne	****
Fagaceae	Bøgefamilien	<i>Castanea sativa</i>	Ægte kastanje	****
		<i>Quercus</i>	Eg	***
Geraniaceae	Storkenæbfamilien	Geraniaceae type	Storkenæbfamilien	*
Grossulariaceae	Ribsfamilien	<i>Ribes</i>	Ribs	**
Hydrangeaceae	Hortensiafamilien	<i>Philadelphus</i>	Pibeved	***
Hypericaceae	Perikonfamilien	<i>Hypericum</i>	Perikon	***
Lamiaceae	Læbeblomstfamilien	Lamiaceae type	Læbeblomstfamilien	**
		<i>Thymus</i>	Timian	***
Liliaceae	Liljefamilien	(<i>Nartheicum</i>)	(Benbræk)	***
		Liliaceae type	Liljefamilien	**
Malvaceae	Katostfamilien	Malvaceae type	Katostfamilien	*
		<i>Tilia</i>	Lind	**
Oleaceae	Olivenfamilien	<i>Fraxinus</i>	Ask	***
		<i>Ligustrum</i>	Liguster	***
Onagraceae	Natlysfamilien	Onagraceae type	Natlysfamilien	**
Orobanchaceae	Gyvelkvælerfamilien	<i>Rhinanthus</i>	Skjaller	**
Papaveraceae	Valmuefamilien	<i>Papaver</i>	Valmue	****
Pinaceae	Granfamilien	<i>Pinus</i>	Fyr	***
Plantaginaceae	Vejbredfamilien	Plantaginaceae type	Vejbredfamilien	***
Plumbaginaceae	Blyrodfamilien	<i>cf Limonium</i>	Hindebæger	***
Poaceae	Græsfamilien	<i>Poaceae</i>	Græsfamilien	**
Polygonaceae	Syrefamilien	<i>Persicaria</i>	Pileurt	**
		<i>Polygonum aviculare</i>	Vejpileurt	*
		<i>Rumex</i>	Skræppe	**
Ranunculaceae	Ranunkelfamilien	(<i>Clematis</i>)	Skovranke	****
		<i>Anemone nemorosa</i>	Anemone	***
		<i>Ranunculus</i>	Ranunkel	***

Plantefamilie	Dansk navn	Pollen type	Dansk navn	Pollen kategori
Rhamnaceae	Vrietornfamilien	<i>Frangula alnus</i>	Tørst	***
Rosaceae	Rosenfamilien	(<i>Potentilla</i> , <i>Malus</i> , unknown)	Potentil, æble, ukendt rosenfamilie	***
		<i>Agrimonia</i>	Agermåne	*
		<i>Filipendula</i>	Mjødurt	****
		<i>Fragaria</i>	Jordbær	**
		<i>Pirus/Prunus</i>	Frugttræer	****
		<i>Rubus</i>	Hindbær/Brombær	****
Rubiaceae	Krapfamilien	<i>Galium</i>	Snerre	**
Salicaceae	Pilefamilien	<i>Salix</i>	Pil	****
Sapindaceae	Sæbetræfamilien	<i>Aesculus</i>	Hestekastanje	****
Scrophulariaceae	Maskeblomstfamilien	<i>Buddleja</i>	Sommerfuglebusk	****
		<i>Verbascum</i>	Kongelys	*
Simaroubaceae	Kvassiafamilien	<i>Ailanthus</i>	Skyrækker	*
Solanaceae	Natskyggefamilien	Solanaceae type	Natskyggefamilien	***
Theaceae	Tefamilien	<i>Camellia</i>	Tebusk	*
Tropaeolaceae	Tropæolumfamilien	<i>Tropaeolum</i>	Blomsterkarse	**
Typhaceae/ Potamogetonaceae	Dunhammerfamilien/ Vandaksfamilien	<i>Sparganium</i> (Typhaceae)/ <i>Potamogeton</i> (Potamogetonaceae)	Pindsvineknop/ Vandaks	**
Unknown	Ukendt	type 1	uidentificeret type 1	***
		type 2	uidentificeret type 2	**
		type 4	uidentificeret type 4	*
Verbenaceae	Jernurtfamilien	Verbenaceae type	Jernurtfamilien	**
Violaceae	Violfamilien	Violaceae type	Violfamilien	***
Vitaceae	Vinfamilien	<i>Ampelopsis</i>	Sølvvin	****

HONNINGBIERS POLLENFORSYNING I DANSKE LANDSKABER

Pollen er en kilde til protein, fedtstoffer, vitaminer og mineraler for honningbier, og pollenernæringen er vigtig for biernes sundhed og vinteroverlevelse. I dette studium har vi undersøgt honningbiers pollenforsyning i danske landskaber, med henblik på at undersøge betydningen af sæsonudvikling og arealanvendelsen i det omgivende landskab. Rapporten gennemgår de vigtigste pollenkilder (top 10) i hver af 10 perioder gennem vækstsæsonen (april-oktober), samt i landskaber med større andele af landbrugsland, byområder, åben natur, skov hhv. vand.