

BLOMSTER- OG BESTØVNINGSBIOLOGI

Afsnittet om blomster- og bestøvningsbiologi giver en god baggrundsviden, når man skal ud på bestøvningsmarkedet og udleje bifamilier. For de afgrøder, som er helt afhængige af bibestøvning, er jordbrugerne som regel fuldstændigt klare over, at der skal udsættes bier under blomstringen, især for de almindelige afgrøder, som f.eks. hvidkløver og æbler. For nogle af de mindre afgrøder, kan der være mere usikkerhed om værdien af bierne. Mange af de selvbestøvede afgrøder giver et større udbytte, når der udsættes bier under blomstringen, og her har man som biavlere brug for viden, når man skal forklare en jordbruger om behovet. Et godt eksempel er raps, hvor det kan være meget svært at få en bestøvningsindtægt, dels fordi det er svært at sige præcis, hvor stort et merudbytte bierne vil give, og dels fordi man normalt høster en del honning fra raps, og det opfattes ofte som "betaling" nok.

Ukønnet formering

Frø- og frugtdannelse kræver som regel, at blomsten skal bestøves, men mange plantearter kan formeres ukønnet eller vegetativt, og her er der ikke behov for bestøvning. Formering ved stiklinger (f.eks. lavendel), udløbere (f.eks. jordbær) eller podninger, som det

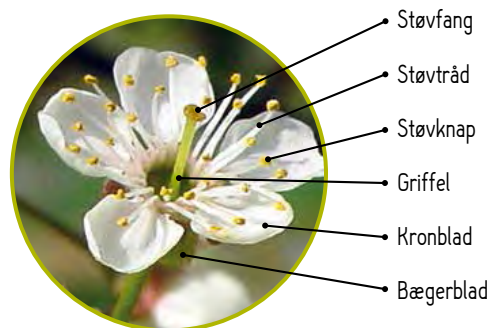
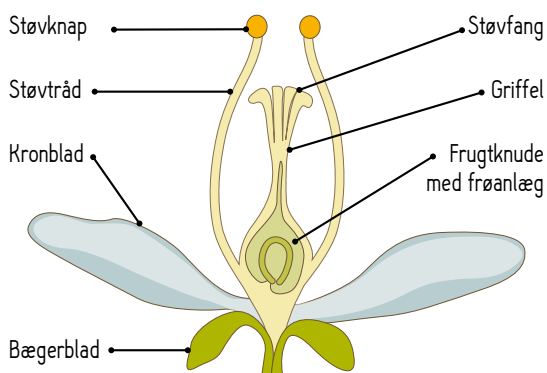
kendes fra æbletræer, er eksempler på ukønnede formeringsmetoder, som anvendes i planteproduktionen, og her bliver alle planterne genetisk ens. Ukønnet formering foregår også i naturen, f.eks. når en pilekvist brækker af i et stormvejr og falder til jorden og slår rod, og når planter spirer fra yngelknopper som fra bredbladet mærke eller fra jordstængler, som mange haveejere kender fra skvalderkål.

Kønnet formering

Ved kønnet formering skal alle planter bestøves for at danne nye afkom, og det kan ske på flere forskellige måder, f.eks. v.h.a. vind, vand og insekter, ikke mindst bier. I det følgende handler det om den kønnede formering, som bierne deltager i, når de henter pollen og nektar i blomsterne og samtidig bestøver dem.

Blomstens opbygning

En blomst består af bægerblade, kronblade, støvdragere og støvveje. Deres udseende og antal varierer fra plantart til plantart. Insektbestøvede planter tiltrækker bl.a. insekterne med kronbladernes farve og blomsternes duft, hvorimod vindbestøvede planter ofte mangler kronblade (f.eks. hassel) eller har blomster med meget



Figur 1. Til venstre ses opbygningen af en blomst skematisk og til højre opbygningen af en surkirsebærblomst. Foto Lise Hansted.

diskrete farver, som græsserne. Nogle blomster, f.eks. ranunkel, har kronblade med ultraviolette mønstre, som står i kontrast til resten af blomsten, og de kan ses af insekter, men ikke mennesker. Mønstrene kan være formet som et såkaldt "nektarspor", som viser insekterne vej til nektaren. Nogle af blomsterdelene kan også være omdannet på forskellige måder. I mange fyldte blomster, er støvdragerne f.eks. blevet omdannet til farvede blade ved forædling. De kan være smukke og flotte at se på, men de har oftest ikke nogen værdi for bier og andre insekter, fordi de sjældent indeholder nektar og/eller pollen.

En støvdrager består normalt af en støvtråd med en støvknap i toppen (se figur 1). Hver støvknap har fire støvsække (to i enkelte familier, f.eks. katost-familien), hvori pollenkornene, som er plantens hanlige kønsceller, dannes. Både støvtråde og støvknapper kan være mere eller mindre sammenvoksede til et rør eller søjle, som det ses i ærter, guldregn og i kurvblomstfamilien. Når støvsækkene modnes og åbner sig, frigives pollenet, og først da kan insekterne indsamle det. Planter der er vindbestøvede, som f.eks. hvede, har som oftest mange, små, tørre pollenkorn, som let kan transporteres med vinden, hvorimod planter, der insektbestøves, f.eks. squash, oftest har færre, tungere, klæbrige og ofte piggede pollen, som lettere kan hænge fast i insekterne. Der kan være en eller flere støvveje, som er blomstens hunlige del, i en blomst. En støvvej består normalt af en frugtknude med et eller flere frøanlæg og en eller flere grifler, hvorpå der sidder et støvfang. På støvfangene er der nogle, oftest klæbrige, hårdannelser, som pollenet kan hænge fast i. De fleste blomster er tvekønnede, f.eks. raps og æble, og indeholder både støvdrager og støvfang, men der findes også blomster der er enten hanlige (kun støvdrager) eller hunlige (kun støvfang), som det ses for squash.

Mange blomster producerer nektar, der er en sukkerholdig væske, som lokker bier og andre insekter til. Nektaren produceres i nogle nektarkirtler, som består af en speciel slags celler, som udskiller nektar. De kan sidde forskellige steder i blomsten, men de sidder ofte i bunden af blomsten og afhængig af art, kan der være flere eller færre. Raps har f.eks. 4 nektarier i bunden af blomsten (se figur 12 på side 18). Nogle planter har også nogle ekstraflorale nektarier, der ikke



Figur 2. Ekstraflorale nektarier hos fuglekirsebær.
Foto André Abrahami.

sidder i blomsten, men et andet sted på planten, f.eks. har kirsebær to røde ekstraflorale nektarier øverst på bladstilken (se figur 2). Bierne indsamler nogle gange nektar fra ekstraflorale nektarier. De kan udnytte nektaren, men indsamlingen har ikke betydning for bestøvningen.

Nektar- og pollenproduktion påvirkes af mange faktorer

Nektar- og pollenproduktionen er en naturlig proces, som påvirkes af mange faktorer, bl.a. jordtype, klima, daglængde, antal solskinstimer, evt. vanding og grundvandsniveau. Lerjord har ofte en fordelagtig indflydelse på blomsternes nektarproduktion, mens tør sandjord kan have en ugunstig indflydelse, og varmt vejr stimulerer nektarudskillelsen og fører til større træk, mens en skrap vind kan nedsætte den, så trækket bliver mindre. Forskelle mellem forskellige områder kan betyde, at nogle trækplanter, f.eks. lind og raps, kan være særligt gode i et område og betydeligt dårligere i et andet.

Forskellige planter producerer ikke nødvendigvis nektar på samme tidspunkt. Produktionen er normalt bundet til ret faste tidspunkter på dagen, som varierer fra planteart til planteart. Dette afspejles i biernes trækmonster, hvilket man bl.a. kan se, hvis man holder øje med farven på den pollen, bierne kommer hjem med på forskellige tidspunkter på dagen.

Jordbrugeren påvirker også afgrøden. En optimal afgrødepleje i blomstringsperioden kan fremme nektar- og pollenproduktion, hvilket fremmer bibesøgene, og det får jordbrugeren tilbage i form af en bedre høst.

Hvad er bestøvning?

Bestøvning betyder flytning af pollen fra blomsternes støvknapper til blomsternes støvfang. Dette kan ske indenfor den samme blomst, mellem blomster på samme plante eller mellem blomster på forskellige planter.

Hvad er befrugtning?

Befrugtningen sker, når pollenets sædceller smelter sammen med cellerne i frøanlægget i frugtknuden.

Når pollenet lander på støvfanget spirer det, og spiren vokser ned til blomstens frøanlæg, som sidder i frugtknuden. Pollenet har to sædceller, som derefter vandrer ned gennem spiren og ind i frøanlægget. Her smelter den ene sædcelle sammen med en ægcelle og danner kimen, der udvikler sig til frø eller frugt, og den anden smelter sammen med en såkaldt centralkerne og danner kimsækfrøhviden (se figur 3). Der går normalt 1-5 dage fra bestøvning til befrugtning, men det kan tage både kortere og længere tid. For at få en optimal befrugtning, skal der overføres mindst lige så mange pollen, som der er frøanlæg. Eksempelvis har en æbleblomst ti frøanlæg, som alle skal befrugtes, for at danne et stort velformet æble. Efter befrugtningen er gennemført begynder den videre udvikling af frø og frugter. Hvis en blomstrende plante ikke bestøves, stopper befrugtningssprocessen.

Befrugtning er kun mulig, hvis støvfang og pollen passer sammen, og hvis begge dele er tilstrækkeligt modne. Uønsket pollen (undertiden endda pollen fra samme blomst) hæmmes på vejen til frøanlægget. Væksten går langsomt eller stopper, hvorimod der er en bedre chance for befrugtning, når pollenet passer til støvfanget, fordi det vokser hurtigere. Hvis en afgrøde fortsætter med at blomstre i lang tid, er der noget galt med befrugtningen, og det kan skyldes en mangelfuld bestøvning, eller at blomsterne er blevet skadet, f.eks. ved en sen nattefrost, som man ser ind mellem, bl.a. i frugttræerne.

Bestøvningsformer

Bestøvning kan ske på mange forskellige måder. Pollenet kan transporteres ved hjælp af vind, vand, tyngdekraft, dyr – f.eks. fugle, flagermus og insekter. Omkring 80 % af dyrkede og vilde planter i tempererede områder er mere eller mindre dyrebestøvede,

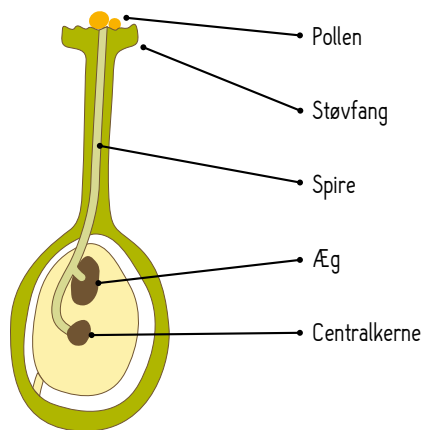
og af dyrebestøverne er insekterne, især bierne, de vigtigste bestøvere.

- Det kaldes *vindbestøvning*, når overførslen af pollen foregår ved hjælp af vinden. Vindbestøvede planters pollen er opbygget med nogle luftlommer, som letter vindtransporten. Bierne kan godt indsamle pollen fra vindbestøvede afgrøder.
- Det kaldes *insektbestøvning* når overførslen af pollen til støvfanget sker ved hjælp af insekter.

Selvbestøvning, fremmedbestøvning

Planterne har forskellige bestøvningskrav, der skal opfyldes, for at de kan sætte frø eller frugt.

- *Selvbestøvning*: Blomsterne selvbestøves, når pollenet overføres fra støvdrager til støvfang indenfor samme blomst. Det sker ikke nødvendigvis af sig selv uden hjælp fra f.eks. insekter. Selvbestøvning inkluderer også:
 - Når pollenet overføres fra støvdrager i en blomst til støvfang i en anden blomst på samme plante. Det kaldes *hjemme- eller nabobestøvning*.



Figur 3. Når pollenet lander på støvfanget spirer det, og spiren vokser ned til blomstens frøanlæg, som sidder i frugtknuden. Pollenet har to sædceller, som vandrer ned gennem spiren og ind i frøanlægget. Her smelter den ene sædcelle sammen med en ægcelle og danner kimen, der udvikler sig til frø eller frugt, og den anden smelter sammen med en såkaldt centralkerne og danner kimsækfrøhviden.



Figur 4. Bestøvning. Til venstre en honningbi i en surkirsebærblomst og til højre en jordhumble i en tidsel. Honningbien suger nektar fra blomstens basis, og jordhumlens krop er fuld af pollen. Foto Lise Hansted.

- Når pollenet overføres fra støvdrager i en blomst på en plante til støvfang i en blomst på en anden plante af samme klon. En klon består af planter, der alle er fremkommet fra samme moderplante ved vegetativ formering, og alle planter har derfor de samme arveanlæg. Man siger også, at de er genetisk ens. Det gælder eksempelvis for surkirsebær.
- *Fremmedbestøvning eller krydsbestøvning*: Blomsterne fremmedbestøves, når pollenet overføres fra støvdrager i en blomst på en plante til støvfang i en blomst på en anden plante, der har en anden genotype, d.v.s. en plante, der har nogle andre arveanlæg. Eksempler på fremmedbestøvede planter er æbler og hvidkløver.

Fremmedbestøvede planter har brug for hjælp, f.eks. fra bier eller vind, til at flytte pollenet fra plante til plante, og får de ikke det, sætter de ingen eller ganske få frø eller frugter. Også selvbestøvede planter kan have brug for hjælp. Eksempelvis flyttes rapspollen fra støvknop til støvfang indenfor en blomst eller mellem naboblomster, når det blæser, og planterne slår mod hinanden, men bier og andre insekter kan også hjælpe til at flytte pollenet. I solbærblomster er der en millimeter mellem støvknapper og støvfang i



en blomst, men blomsterne har brug for hjælp til at flytte pollenet, fordi det er klæbrigt og sidder godt fast i støvknapperne, og bierne er effektive til det.

Selvbefrugtning, fremmedbefrugtning

Selvbefrugtede eller selvfertile blomster kan sætte frø eller frugt efter selvbestøvning, f.eks. solbær. D.v.s. befrugtning kan ske, når pollenet overføres fra støvdrager til støvfang indenfor en blomst, mellem blomster på samme plante eller mellem blomster på planter, der har samme arveanlæg og derfor er genetisk ens.

Fremmedbefrugtede blomster kan kun sætte frø eller frugt efter fremmedbestøvning. D.v.s. pollenet skal overføres fra støvdrager i en blomst på en plante til støvfang i en blomst på en anden plante, der har en anden genotype. En bi kan godt overføre pollen fra støvknop til støvfang indenfor en æbleblomst eller indenfor småblomster i én hvidkløverblomst, men da æbler og hvidkløver er fremmedbefrugtede, kommer

der ikke nogen befrugtning ud af det, fordi pollen og støvfang ikke passer sammen. Overføres der meget pollen til et støvfang, som ikke passer til det, kan det blive blokeret, så pollen der passer til det ikke kan spire.

Effektiv bestøvningsperiode

Blomster kan sætte frø eller frugt, når pollen og støvfang passer sammen, og når begge dele er modent på samme tid. Det betyder, at når pollenet lander på støvfanget, skal der være tid nok til, at det kan spire og vokse ned gennem griflen til frøanlægget, og til at befrugtningen kan gennemføres. Den tid, hvor støvfanget er modtageligt, og hvor der stadig er tid nok til, at befrugtningen kan foregå, kaldes den *effektive bestøvningsperiode*, og den er ofte kun én-få dage. Jo kortere den er, jo vigtigere er udsætning af honningbier til afgrøder med mange blomster, fordi der er et meget stort antal bier i hver familie, der kan bestøve blomsterne.

Indenfor en planteart kan der være stor forskel på varigheden af den effektive bestøvningsperiode fra sort til sort. F.eks. varierer den for forskellige æblesorter mellem 2-9 dage. For surkirsebærklonen Stevnsbær er der meget der tyder på, at den effektive bestøvningsperiode kun er én dag, og her kan udsætning af rigeligt med honningbier under blomstringen være yderst vigtig, da det er en afgrøde med et meget stort antal blomster, der skal bestøves i løbet af meget kort tid på et tidligt tidspunkt på året, hvor der ikke

er så mange vilde bier. For asier og drueagurker er den effektive bestøvningsperiode kun nogle få timer. Det betyder, at en blomst, der åbner på en bestemt dag, også skal bestøves samme dag. Heldigvis falder tidspunktet for blomsternes maksimale frugtbarhed og den højeste produktion af nektar og pollen sammen med det største antal insektbesøg. Selvom bierne kan flyve hele dagen på asier og drueagurker er den største aktivitet omkring klokken ni om morgenen, i det mindste ved dyrkning i væksthuse, og i hvert fald under hollandske forhold.

Bierne kan godt fortsætte med at indsamle nektar og pollen fra blomsterne, selv om befrugtning ikke længere er muligt, d.v.s. efter den effektive bestøvningsperiode er forbi. På figur 5 nedenfor indsamler humlebien til venstre nektar fra en brombærblomst med friske hvidgule støvknapper, mens honningbien indsamler fra en brombærblomst med gamle brune støvknapper. Sandsynligvis vil humlebiens bestøvning kunne føre til befrugtning og dannelse af frugt, fordi bestøvningen ser ud til at foregå indenfor den effektive bestøvningsperiode. Honningbiens bestøvning derimod, vil nok ikke føre til befrugtning, fordi den effektive bestøvningsperiode er overskredet. Dels vil støvfanget nok ikke være modtageligt længere, men selv om det skulle være det, vil der ikke være tid til at pollenet kan spire, vokse ned gennem støvrøret og overføre sædcellerne til frøanlægget.



Figur 5. En humlebi (til venstre) og en honningbi (til højre) arbejder i henholdsvis en frisk og en gammel brombærblomst.
Foto Lise Hansted.

Naturen favoriserer fremmedbestøvning men ikke altid

Ved selvbestøvning bliver afkommet af samme type som moderplanten, da det stort set, får de samme gener, mens det ved fremmedbestøvning kan blive meget forskelligt fra moderplanterne, fordi det får en helt anden gensammensætning med større individuel variation. Det betyder, at selvbestøvede afgrøder ofte er tilpasset snævre økologiske områder, fordi de ikke kan ændre sig genetisk særlig hurtigt, mens fremmedbestøvede planter hurtigere kan ændre sig og tilpasse sig ændrede forhold.

Mange planter har derfor forskellige indretninger, der favoriserer fremmedbestøvning og fremmedbefrugtning. De kan f.eks. være/have:

- *Selvsterile eller selv-inkompatible*: Frø eller frugt kan kun udvikles efter fremmedbestøvning (f.eks. hvidkløver og æble).
- *Tvebo*: Han- og hunblomster findes på forskellige planter (f.eks. pil og havtorn).
- *Heterostyli*: Indenfor den samme art findes planter, der har blomster med kort griffel og lange støvdragere og andre planter, der har blomster med lang griffel og korte støvdragere (f.eks. kodriver (primula), boghvede og nogle solbærsorter). For at forhindre selvbestøvning er størrelsen af pollenkornet også forskelligt i de to slags blomster. De kortgrifflede blomster har store pollenkorn,

der kun kan spire på støvfanget i de langgrifflede blomster, mens de langgrifflede blomster har mindre pollenkorn, der kun kan spire på støvfanget i de kortgrifflede blomster.

- *Dikogami*: Støvknapper og støvfang i blomster på samme plante modner ikke samtidigt. Planten er først-hanlig, hvis støvknapperne modnes først (f.eks. gulerod, løg, lindetræ, solsikke, julesalat) og først-hunlig, når støvfanget modner først (f.eks. kål og jordbær).

Nogle planter har indretninger, der gør fremmedbestøvning umuligt. De kan f.eks. have:

- *Partenokarpi*: Der dannes frugt uden forudgående bestøvning og befrugtning. Frugterne indeholder normalt ikke frø, hvilket ofte ses som en fordel for agurk og druer. Partenokarpi kan enten ske spontant, eller det kan fremkaldes ved behandling med plantehormoner, hvilket nogle gange bruges i produktionen af druer og nogen gange pærer (ikke i Danmark, så vidt vides).
- *Kleistogami*: Bestøvning og befrugtning foregår før blomsten åbnes (f.eks. ærter). Nogle arter blomstrer derefter (f.eks. natlys), mens andre ikke åbner sig (f.eks. martsviol). Hvis de blomstrer, kan bierne godt trække på dem, men der bliver ikke dannet flere frø.

