Kaffens biologi

Kaffe er en af verdens mest populære drikke. Men dyrkning af den dominerende kaffesort "Arabica" trues af klimaforandringer. Kom med på en rejse gennem kaffens biologi, fra det etiopiske højland til koppen, og mød de vilde arter, der kan sikre fremtidens kaffeforsyning.

■ Af Anders S. Barfod

■

ANDERS S. BARFOD

Anders S. Barfod er lektor emeritus ved Institut for Biologi på Aarhus Universitet. Han er tilknyttet AU Herbarium, Steno Museerne ved Aarhus Universitet. Han forsker i tropiske planteressourcer med fokus på mangofamilien og palmer.

anders.barfod@bio.au.dk

Anders Barfod holder foredrag om kaffe i serien Offentlige Foredrag i Naturvidenskab den 3. november. Læs mere ofn.au.dk

Der er ikke mange tropiske afgrøder vi nærer så dybe følelser for som kaffe. Den er blevet en integreret del af vores sociale samvær og genstand for stor opmærksomhed. Hver dag bliver der drukket sådan cirka 2,25 milliarder kopper kaffe jorden over. Vi jagter den perfekte kop "Arabica", samtidig med at vi frygter for dens fremtid i en verden i stadig klimaforandring.

Men hvad ved vi egentlig om kaffens biologi, hvilke planter er den beslægtet med, hvor vokser den vildt, og hvad er grundlaget for fremtidens forædlingsarbejde? Det ser jeg nærmere på i denne artikel.

Kaffeplantens botanik

Kaffeslægten, *Coffea*, tilhører Krapfamilien, hvis videnskabelige navn er Rubiaceae. Det er en stor familie med cirka 13.400 arter, som hovedsageligt findes udbredt i den tropiske zone, med få udløbere ind i køligere egne. I Danmark er familien repræsenteret ved 13 arter, som alle er urter af beskeden størrelse. Langt de fleste tropiske repræsentanter for familien er dog buske og træer ligesom det er tilfældet med kaffe. Udover kaffeslægten omfatter familien relativt få nyttearter. Vigtigst er nok Cinchona-slægten, som på dansk hedder kinatræer, fra Andesbjergene, som omfatter 24 arter af træer. Fra barken ekstraheres bitterstoffet kinin, som har været anvendt i behandlingen af malaria og, i små mængder, som smagstilsætning til tonicvand.

Et stærkt familiekendetegn er de modsatstillede blade, altså blade som sidder parvist overfor hinanden på stænglen. Ved bladstilkens fod sidder to små bladlignende dannelser, såkaldte fodflige. Det specielle ved familien er, at disse fodflige vokser sammen to og to på tværs af den bladbærende stængel. De kan falde af hurtigt, efter de er dannet, men så efterlader de et tydeligt ar, som kan erkendes som en kort vandret streg på stænglen mellem de to blade.

Kaffe tilhører en slægt, som bærer det videnskabelige navn *Coffea*. Den omfatter i skrivende stund mere end 130 arter. De seneste 40 år er den botaniske udforskning blevet intensiveret, hvilket siden årtusindeskiftet har resulteret i beskrivelse af 30 nye arter, som tidligere var ukendte for videnskaben. Det skal dog bemærkes, at mange af disse "nye" arter er velkendte og navngivet af lokalbefolkningerne. Især på øen Madagascar har forskningen afsløret mange videnskabeligt ubeskrevne arter.

Få arter bruges til fremstilling af kaffe

Det er relativt få arter, vi anvender til fremstilling af kaffe. Det drejer sig først og fremmest om vores elskede Arabica, som leveres af arten *Coffea arabica*. Den står for omkring 2/3 af kaffen på verdensmarkedet. En anden art *C. canephora* er kendt under handelsnavnet Robusta. Smagen regnes ikke for at være helt så elegant som Arabica, og så har den måske også lidt navnet imod sig. I hvert fald er der kafferisterier, som hævder, at den er lige så god som Arabica, hvis man rister den korrekt.

Robusta-kaffe er 2-3 gange så rig på koffein som Arabica, og så efterlader den en cremet substans på overfladen af kaffen. Den bruges især til at blande i espresso-kaffe og til instant-kaffe.

I Sydøstasien og Afrika bruger man to yderligere arter til at fremstille kaffe: *Coffea liberica* (Liberica) og *C. dewevrei* (Excelsa). Sidstnævnte art blev tidligere anset som en underart af *C. liberica*, men et nyt studie baseret på DNA- sekvensanalyser afslører, at *C. dewevrei* er en selvstændig art.

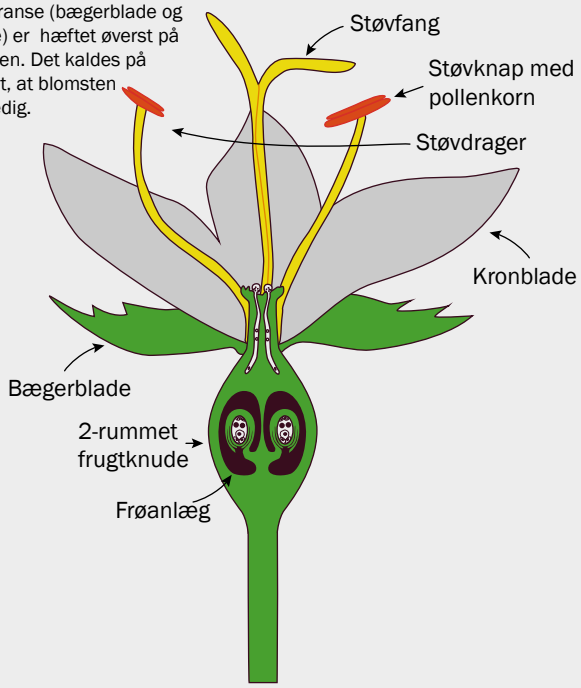
Et andet nyligt studie har i øvrigt endegyldigt afsløret, at *Coffea arabica* opstod spontant for cirka 600.000 år siden som en kromosomfordoblet hybrid mellem to andre arter (*C. eugenoides* og *C. canephora)*.

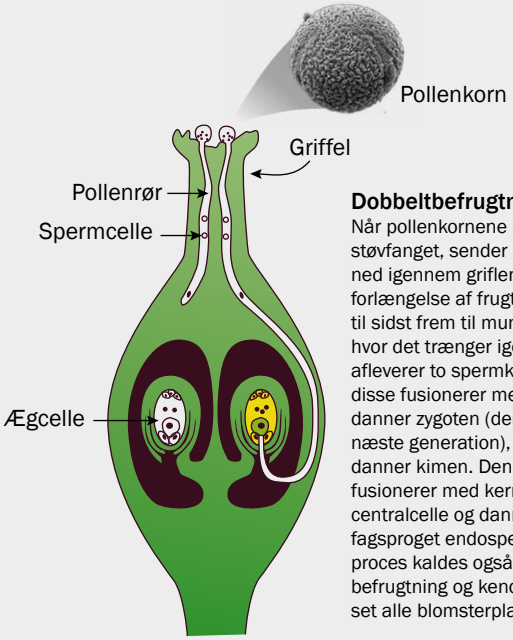
»Kaffen tilhører Krapfamilien, hvis videnskabelige navn er Rubiaceae. Det er en stor familie med cirka 13.400 arter.«

Fotos: Carsten R. Kjaer

KAFFEBLOMST OG -FRUGT

Opbygning af kaffeblomsten
De ydre kranse (bægerblade og kronblade) er hæftet øverst på frugtknuden. Det kaldes på fagsproget, at blomsten er oversædig.





Dobbeltbefrugtning
Når pollenkornene lander på støvfanget, sender de et langt tyndt rør ned igennem griflen (der teknisk er en forlængelse af frugtkunden). Røret når til sidst frem til munden af frøanlægget, hvor det trænger igennem, brister og afleverer to spermkerner. Den ene af disse fusionerer med ægcellen og danner zygoten (den første celle i den næste generation), som deler sig og danner kimen. Den anden spermkerne fusionerer med kernerne i frøanlæggets centralcelle og danner frøhvide (på fagsproget endosperm). Denne sindrige proces kaldes også for dobbelt-befrugtning og kendetegner stort set alle blomsterplanter.

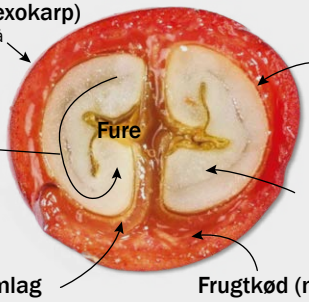
Arabica Robusta

Tværsnit af moden kaffefrugt

Overhud (exokarp)
"Skrællen" på kaffefrugten.

Endokarp
pergamentagtigt lag, som omslutter hvert af de to frø.

Under væksten ruller frøhviden sig sammen og danner den karakteristisk fure, vi kender fra kaffebønner. Furen er let S-formet hos Arabica og næsten ret på Robusta.



Frøhvide (endosperm)
Næringsvæv, der forsyner kimen (den spæde plante) med energi, når frøet spirer.

Slimlag
Den inderste del af frugtkødet er slimet og rigt på pectin og sukkerstoffer.

Frugtkød (mesokarp)

■ Fotos: Colourbox og Shutterstock.

Kaffefrugter høstes

Frugtskal inklusiv slimlag fjernes

Endokarp fjernes

Frøhvide klar til ristning

Ristet frøhvide = "kaffebønner" klar til at blive malet

Skovmærke (*Galium odoratium*). Foto: Anders S. Barfod

■

FORÅRSBEBUDER MED KAFFERELATION

I Danmark omfatter krapfamilien (Rubiaceae) 13 arter klassificeret i tre slægter. Elleve af disse tilhører slægten Snerre (Galium). Den mest kendte art er nok Skovmærke eller Bukkar (*Galium odoratum*). En forårsbebuder, som vokser i bunden af muldrige løvskove. Bladene sidder i 6-8-tallige kranse og de små, velduftende, hvide blomster er samlet i en elegant blomsterstand. Bladkransen er rent evolutionært opstået på den måde, at fodfligene ved grunden af de modsatstillede blade har vokset sig store og ikke længere kan adskilles fra løvbladene. Planten udsender en liflig duft af nyslået hø og vanilje ved knusning, hvilket har givet anledning til dens latinske navn, som betyder velduftende. I Danmark har den haft forskellige anvendelser, blandt andet i tørret form som luftfrisker. I England har man eksperimenteret med at anvende de piggede frugter af en anden art, Burresnerre (*Galium aparine*), til at brygge en koffeinlet kaffeerstatning, som går under navnet cleaver coffee. I modsætning til rigtig kaffe er det hele frugten, man rister og maler. Jeg har aldrig selv tilberedt eller smagt "burrekaffe", så jeg kan ikke komme med en anbefaling, og jeg vil heller ikke gøres ansvarlig for eventuelle forsøg i den retning.

Er man nysgerrig, kan jeg henvise til de opskrifter, der findes på nettet og i bogen *Wild and Sweet Book* skrevet i 2022 af den britiske forfatter Rachel Lambert (på engelsk udgivet af Hoton Mini Press. ISBN13: 9781914314155).

Kaffeforædlingens historie

Det er især *Coffea arabica,* som har været genstand for forædling. Arten stammer oprindeligt fra det etiopiske højland, hvor den forekommer naturligt i bjergskove i en højde omkring 1000 til 2000 meter over havet. I dag dyrkes den i bjergrige egne på tværs af troperne.

I modsætning til andre afgrøder, som er blevet forædlet væk fra det oprindelige udgangspunkt, er de dyrkede kaffearter meget tæt på deres vilde slægtninge. Forædlingen startede først for alvor i Brasilien i midten af det 20. århundrede. Den tog udgangspunkt i to dværg-mutanter af varieteterne *bourbon* og *typica.* Ved at fremavle genetisk rene linjer af disse øgede man i første omgang produktiviteten, senere også resistens mod den udbredte svampesygdom kafferust.

I løbet af 1970'erne skete der i Mellemamerika en veritabel grøn revolution indenfor kaffedyrkningen, da man fik succes med at krydse forskellige dyrkede kaffelinjer. I dag er udgangspunktet for forædlingen af *C. arabica* udover de to førnævnte dværgmutanter også varieteten *geisha*, en oprindelig type som blev indsamlet i 1936 i den bjergrige Gesha-region i det sydvestlige Etiopien. I første omgang blev den dyrket i Tanzania og Costa Rica. I løbet af 60'erne blev den indført til Panama, fordi den er resistent overfor kafferust. Her slog den i første omgang ikke rigtig an blandt kaffebønderne, da den ikke var særlig produktiv. Men det ændrede sig, da vestlige forbrugere begyndte at jage den perfekte kaffesmag.

I dag sælges *geisha*-kaffe til svimlende priser. I 2025 blev rekorden for dyreste kaffe således slået af en *geisha*-kaffe fra Panama (Hacienda La Esmeralda i Boquete-området). Den blev solgt til en indkøber fra Dubai for den nette pris af 30.204 US-dollars per kilo, svarende til mere end 192.000 kroner.

Klimaforandringer og fremtidens kaffe

De mange arter indenfor kaffe danner et solidt grundlag for fremtidens kaffeforædling. Og det er strengt nødvendigt, da de kaffeplanter, vi hovedsageligt dyrker, generelt er følsomme overfor klimasvingninger.

I Brasilien, som producerer omkring en tredjedel af al kaffe i verden, er kaffedyrkningsområderne flere gange blevet ramt af ekstremt vejr i forbindelse med vejrfænomenet el Niño. Det har forårsaget produktionstab og store prisstigninger på verdensmarkedet. De menneskeskabte klimaforandringer forudses i fremtiden at forstærke effekten af el Niño. Det vil få store konsekvenser for kaffedyrkningen i Brasilien, som leverer 40-50% af verdens Arabica-kaffe, og i Vietnam, som er den næststørste kaffeeksporterende nation i verden, hovedsageligt af Robusta-kaffe.

Resultatet vil blive store prisstigninger på kaffe, medmindre vi får fremavlet nye egenskaber i de dyrkede kaffeplanter, som gør dem mere modstandsdygtige overfor fremtidens vilde klima.

Det arbejde er heldigvis allerede i fuld gang.

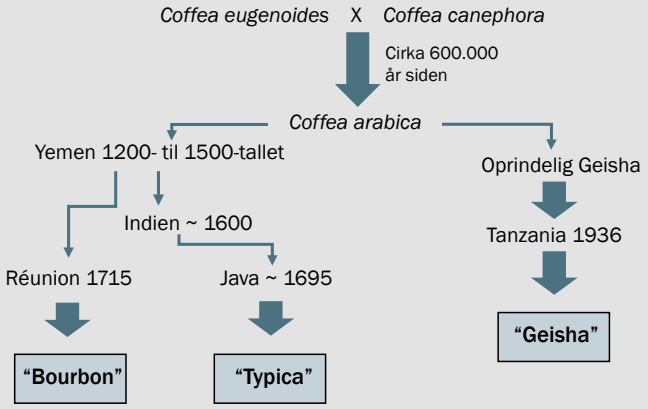
I den forbindelse kan de mere end 130 vildtvoksende kaffearter blive vores redning, da de kombinerer en række ønskelige egenskaber. Vi kan enten satse på nye arter og forædle disse, eller vi kan holde fast i de eksisterende arter og fremavle nye egenskaber ved at krydse dem med andre mere robuste arter.

En særlig interessant art i denne sammenhæng er den udryddelsestruede *Coffea stenophylla,* som man genfandt i 2018 i Sierra Leone. Ikke alene leverer den en relativt velsmagende kaffe i forhold til arter, der dyrkes kommercielt, den forekommer desuden i lavere højde (150–700 m) og er mere modstandsdygtig overfor tørke og visse sygdomme.

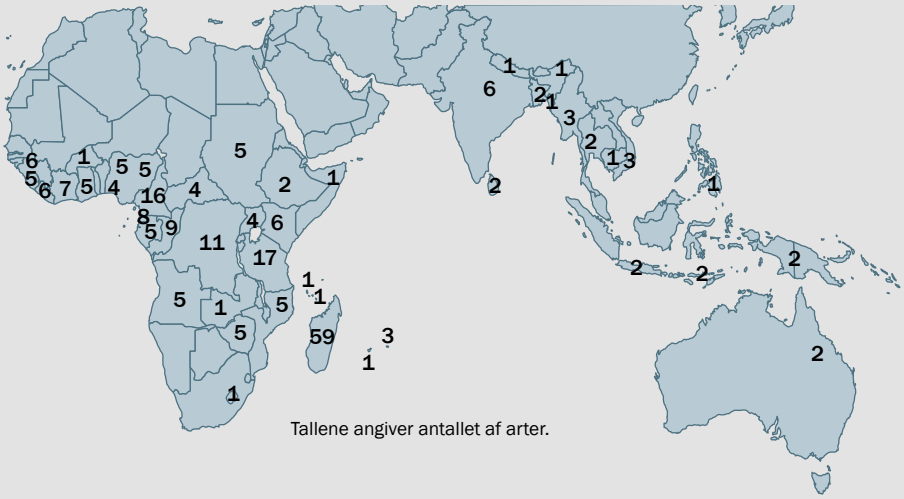
Fra blomst til kop

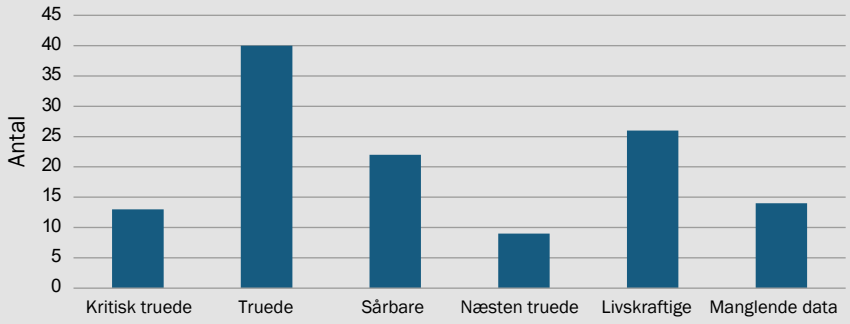
Kaffen, vi nyder, er resultatet af en biologisk reproduktionsproces, som starter med dannelse af blomsten. Samtlige arter af kaffe producerer hvide stjerneformede blomster. I midten af blomsten rager den såkaldte griffel frem. Den bærer støvfangene, hvor pollenkorn fra andre kaffeblomster bliver afsat af bestøvende insekter, hvorved der kan ske en befrugtning og efterfølgende dannelse af frø.

OPRINDELSE AF ARABICA-VARIETETERNE



HVOR FINDES DE VILDE KAFFEARTER I NATUREN?





Tilstanden af vilde kaffearter ifølge IUCN's trusselsklassificering. Samlet er der 75 truede arter, 35 ikke-truede arter og 14 arter, hvis bevaringstilstand er ukendt.

Kaffeblomst. Foto: Anders S. Barfod

■

FRØ ELLER AFLÆGGERE?

Man opformerer kaffebuske ved enten at tage aflæggere eller udså frø. *Coffea arabica* bliver ofte frøformeret, da den er selvbestøvet. Det begrænser den genetiske variation og er garant for en vis ensartethed i afkommet. Hvis man vil være helt sikker på at fastholde plantens kombination af egenskaber i afkommet, må man opformere kaffebusken ved at tage aflæggere, hvilket svarer til kloning. Lidt anderledes forholder det sig med *C. canephora*, som kun danner frø, hvis blomsterne bliver bestøvet af pollen overført fra andre planter, fortrinsvist via bier. Der betyder, at der er stor variation i denne art, og det kan være svært at udføre et målrettet forædlingsarbejde med frøformerede planter, medmindre man tager aflæggere.

De senere år er en ny kloningsteknik kommet til, hvor man dyrker vævskulturer in vitro (dvs. i "reagensglas"). Denne teknik gør det muligt at masseproducere genetisk ensartet plantemateriale. Takket være et nyligt gennembrud finder metoden nu stigende anvendelse indenfor kaffeforædlingen.

Det næringsrige væv inde i frøet – frøhviden (også kaldet endosperm) – er det, vi laver kaffe af.

Udviklingen af frugten tager cirka 6 måneder. Under væksten ruller frøhviden sig sammen og danner en karakteristisk fure, som vi kender fra "kaffebønner". Hos *Coffea arabica* er furen svagt S-formet, mens den er næsten ret hos *C. canephora*.

Når kaffefrugten, som botanisk set er et bær, er moden, består den yderst af en rød skal med frugtkød, hvor det inderste lag er slimet. Hvert af de to frø er omsluttet af et pergamentagtigt lag. Frøhviden udgør ved modenhed det meste af frøet.

For at få fat i frøhviden, skal man altså have fjernet skallerne. Det kan foregå ved, at frugterne tørres og efterfølgende afskalles – enten ved vådafskalning efterfulgt af en gæring, som fjerner det slimede lag af frugtkød, eller ved såkaldt honningbehandling, der er en kombination af tør- og vådbehandling. De senere år har man desuden eksperimenteret med at afskalle frøhviden ved hjælp af fermentering under iltfri forhold. Den valgte behandlingsmetode er traditionsbestemt og optimeret til de lokale forhold. For den enkelte kaffebonde er der meget på spil, for en fejlslagen behandling kan koste dyrt.

Når frøhviderne er færdigbehandlet og klar til eksport, er de grønne og omgivet af den hindeagtige frøskal (sølvhuden). Ved ristningen skaller denne mere eller mindre af. Den bliver sorteret fra, da den ikke bidrager positivt til smagen.

Set fra et rent botanisk perspektiv, er det, vi maler til kaffe, *ikke* en bønne, men frøhvide. Det ligner ganske vist de bønner, vi finder indenfor bælgplanterne, men her udgør de to halvkugleformede halvdele de opsvulmede kimblade.

Jeg erkender blankt, at betegnelsen kaffebønne har bidt sig fast og bliver svær at få udryddet. For hvem har lyst til at byde gæsterne på en kop ristet frøhvide!? ■

VIDERE LÆSNING

Aguilar, M. E. et al. 2022. Somatic embryogenesis of *Arabica coffee* in temporary immersion culture: Advances, limitations, and perspectives for mass propagation of selected genotypes. Frontiers in Plant Science 13 | 994578.

Baldwin, Y. et al. 2021. Phylogenomic analysis clarifies the evolutionary origin of *Coffea arabica*. Journal of Systematics and Evolution 59 (5): 953–963

Barfod, A., & Øllgaard, B. Olesen, B., Ravnskov, S., Steenberg, T., (2017). Øvelseskompendium i Eukaryoter | Alger, svampe og landplanter (3 udg.). Biologisk Institut, Aarhus Universitet.

Davis, A. P. 2020. Lost and Found: Coffea stenophylla and C. affinis, the Forgotten Coffee Crop Species of West Africa. Frontiers in Plant Science 11 | 616

Dias, C. G. et al. 2024. Climate risks and vulnerabilities of the Arabica coffee in Brazil under current and future climates considering new CMIP6 models. Science of the Total Environment 907 | 167753.

Hermansen, K. 2026. Kaffe. Tænkepauser. Aarhus Universitetsforlag. ISBN-13: 9788775971589

McCook, S., & Montero-Mora, A. 2024. Coffee breeding in a time of crisis: F1 hybrids in Central America since 1990. Plants, People, Planet 6(5): 1070–1079.