

Bestøvning hos træer og buske til anvendelse som landskabsplanter

Pollination in trees and shrubs for landscaping

Birgitte Stougaard

Resumé

Udvalgte kloner af *Malus sieboldii*, *M. baccata*, *Viburnum opulus* og *V. dilatatum* er undersøgt for bestøvningsproblemer. Undersøgelsen er bl.a. udført ved håndbestøvning af isolerede blomster.

Frugt- og frøsætning samt anvendelse af fluorescensmikroskopi viser, at med én undtagelse, er samtlige kloner fremmedbestøvere. Undtagelsen er sorten *Viburnum opulus* 'Compactum', hvor selvbestøvning medfører rigelig frugtsætning. Der er fundet en sterilitetsbarriere imellem 2 kloner af *Malus sieboldii* (klon nr. 3212 og 5384), og i 2 kloner af *M. sieboldii* er der fundet sandsynlighed for apomiktisk frøsætning i meget ringe omfang.

Hippophae rhamnoides er undersøgt for bestøvningsproblemer mellem udvalgte han- og hunkloner. Håndbestøvning af hunkloner af dansk oprindelse giver rigelig frugtsætning, mens en hunklon af østeuropæisk oprindelse ikke sætter frugter ved bestøvning med 3 forskellige danske hanplanter.

Der er i forsøget fundet en tvekønnet klon af *Hippophae rhamnoides*.

Nøgleord: Træer og buske til landskab, *Malus sieboldii*, *M. baccata*, *Hippophae rhamnoides*, *Viburnum opulus*, *V. dilatatum*, bestøvning, frugtsætning, inkompatibilitet, apomixis.

Summary

Self-incompatibility has been investigated for selected clones of *Malus sieboldii*, *M. baccata*, *Viburnum opulus*, and *V. dilatatum*, while cross-incompatibility, exclusively, has been investigated for clones selected for seed production. Registration of fruit set and examination of pollen tube length by the fluorescence method demonstrated that all except one clone were self-incompatible. The exception was the cultivar *Viburnum opulus* 'Compactum' where a successful self-fertilization takes place.

Diallel crossings demonstrated the presence of cross-incompatibility in 2 clones of *Malus sieboldii*. A very low degree of apomixis has been found to occur in *Malus sieboldii*.

Pollination has been investigated for selected male and female plants of *Hippophae rhamnoides*.

Fruit set, resulting from hand pollination of female plants, clearly demonstrated full compatibility among male and female plants of Danish origin. However, pollinators of Danish origin did not succeed in fertilization of a female cultivar of East European origin.

Hippophae rhamnoides cannot be classified among entirely unisexual or dioecious species since one clone in the trial appeared to be bisexual.

Key words: Trees and shrubs for landscaping, *Malus sieboldii*, *M. baccata*, *Hippophae rhamnoides*, *Viburnum opulus*, *V. dilatatum*, ornamentals, pollination, fruit set, incompatibility, apomixis.

Indledning

Nogle af de mest betydningsfulde landskabsplanter formeres ved frø. Det frø, der anvendes i produktionen, er imidlertid ikke optimalt, hverken i kvantitativ eller kvalitativ henseende.

Problemerne består først og fremmest i, at der anvendes frøkilder, der ikke har optimale egenskaber, idet de er modtagelige for sygdomme og har en uacceptabel stor variation i afkommet. Dette påfører producenterne tab, da omkostningerne ved sortering i plantepartierne udgør en stor del af de samlede produktionsomkostninger. En styret frøavl på grundlag af udvalgte kloner er forudsætningen for en forbedret produktion af planter.

I de beskrevne forsøg, der er udført i 1980 og 1981, er en speciel form for sterilitet, inkompatibilitet, undersøgt for udvalgte kloner af *Malus sieboldii* (Regel) Rehder, *M. baccata* (L.) Borkh., *Hippophae rhamnoides* L., *Viburnum opulus* L. og *V. dilatatum* Thunb.

Selvinkompatibilitet forekommer overalt blandt angiospermerne, og systemets genetiske baggrund og betydning er grundigt beskrevet i litteraturen (Lundqvist, 1968 og 1975; Lewis, 1956; de Nettancourt, 1972; Linskens & Kroh, 1967). Systemet forhindrer tvekönnede arter i at producere afkom ved selvbestøvning og fremmer derved den genetiske rekombination, der er grundlaget for udviklingen. Med undtagelse af frugttræer og -buske er det imidlertid få konkrete oplysninger, som foreligger over dette helt centrale emne, og tilsyneladende intet, der har relation til vedplanter under danske forhold. Det samme forhold gør sig gældende for andre vigtige aspekter inden for bestøvningssystemerne såsom blomstringstidspunkt og pollenvitalitet. Udvælgelse af kloner til frøavl er da også tidligere udelukkende sket på grundlag af dyrkningsværdi for moderklon og afkom.

Som et led i bestræbelserne på at etablere en rationel og styret frøavl er der iværksat undersøgelser af bestøvningssystemerne hos de 5 nævnte arter.

Undersøgelserne er udført på plantemateriale, der indgår i allerede løbende forsøg med kloner og frøkilder. Der er til bestøvningundersøgelserne

udvalgt særlige kloner af hver art. Denne udvælgelse har fundet sted i andre forsøg og er foretaget på grundlag af de givne kloners dyrkningsværdi. Antallet af kloner afhænger dels af de undersøgte forhold inden for bestøvningssystemerne og dels af en prioritering imellem arterne. De anvendte klonnummer er en intern betegnelse for kloner, der indgår i forsøg på Institut for Landskabsplanter.

Bestøvningundersøgelserne omfatter registrering af blomstringstidspunkt, frugt- og frøsætning samt spiringsprocent.

Til yderligere vurdering af inkompatibilitetsforholdene er der desuden anvendt en teknik med fluorescensfarvning af pollenkorn og pollenrør efterfulgt af mikroskopering. De omtalte resultater er en del af et 3-årigt projekt.

I. *Malus baccata* og *Malus sieboldii*

Begge arter tilhører den gruppe af slægten *Malus*, hvor bestøvningproblemer kan forventes. Bestøvningproblemerne kan skyldes abnormt udviklet pollen (kendes bl.a. fra *Malus hupehensis*, (Gustafsson, 1946)), eller der kan være tale om inkompatibilitet.

Apomixis nævnes flere steder i forbindelse med *M. sieboldii* (Gustafsson, 1946; Hammer, 1972; Schmidt, 1977). Den apomiktiske frøsætning er ikke obligat, og graden af apomixis for en enkelt klon varierer både i løbet af en sæson og inden for en årrække (Schmidt, 1977).

Metodik

Til undersøgelsen er der anvendt 2 kloner af *M. baccata* (klon nr. 5413 og 5383) og 3 kloner af *M. sieboldii* (klon nr. 3212, 5384, 3069).

Forsøget blev udført i 1980 og omfatter dels en undersøgelse af selvinkompatibilitet dels en gruppering af de to arter inden for inkompatibilitetsgrupper. Blomstringstidspunkt blev registreret, og de udvalgte kloner af *M. sieboldii* blev undersøgt specielt for apomixis.

Ca. 100 blomsterknopper blev emaskuleret, indposet og senere krydsbestøvet ved håndbestøvning med pollen fra isolerede blomster. En enkelt klon (3069) blomstrede meget sent, og det var nødvendigt at drive grene indendørs til bestøvning af de øvrige kloner af *M. sieboldii*.

Selvinkompatibilitet blev undersøgt ved indposning af blomsterknopper i pergamynposer (spontan bestøvning), og som kontrol af denne metode blev selvbestøvning af klon nr. 3069 og 3212 undersøgt ved håndbestøvning af emaskulerede og indposede blomsterknopper.

For at fastslå det rette fixeringstidspunkt til fluorescensmikroskopi, blev blomsterknopper af klon nr. 3212 og 3069 fixeret henholdsvis 1–2–3 og 4 døgn efter bestøvningen. De øvrige kloner blev rutinemæssigt fixeret 1 og 2 døgn efter bestøvning. I oktober blev frugterne høstet. Frøene

blev sorteret fra, sået i kasser og stratificeret udendørs om vinteren.

Resultater

Malus sieboldii

Resultaterne fra 1980 viser, at *M. sieboldii* er fremmedbestøver (tabel 1). I fluorescensmikroskop er pollenrørene tydelige i hele griflens længde ved kompatible kryds. Pollenrørene er skåret over ved basis af griflen (fig. 3), da man ved fremstilling af præparaterne skiller griflen fra selve frugtknuden.

Tabel 1. *Malus sieboldii*. Selvbestøvning, fremmedbestøvning og undersøgelse af apomiktisk frødannelse for 3 kloner. Kompatibilitet opgjort i % frugter af bestøvede blomster, antal frø/frugt og % spiring. Hver kombination omfatter ca. 100 blomster.

Pollination with different pollinators (including selfpollination) and investigation of apomixis. Compatibility estimated by % fruits of pollinated flowers, number of seed/fruit and % germination. Each combination includes c. 100 flowers.

Moderplante Female plant	Bestøver Pollen source	% frugter % fruits	Antal frø/ frugt Number of seed/fruits	% spiring % germination
3212	5384	1.1	0.0	–
	3069	22.6	5.0	58.7
	3212	0.5	5.0	0.0
	ingen*) no poll.	8.2	2.6	93.1
	fri bestøvning free poll.	–	3.6	80.3
5384	3212	0.8	2.0	50.0
	3069	48.1	2.8	64.7
	5384	1.3	2.3	77.8
	ingen*) no poll.	1.4	4.0	100.0
	fri bestøvning free poll.	–	3.0	62.6
3069	3212	70.1	4.6	29.4
	5384	72.5	4.6	26.2
	3069	0.0	–	–
	ingen*) no poll.	3.3	0.0	–
	fri bestøvning free poll.	–	4.2	28.6

*) Undersøgelse for apomiktisk frødannelse – ingen bestøvning af den emaskulerede blomst.
Investigation of apomixis – no pollination of the emasculated flower.

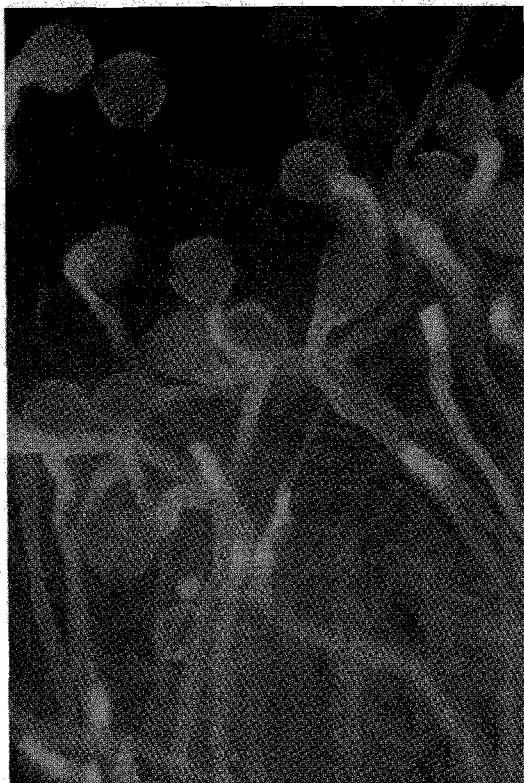


Fig. 1. *Malus sieboldii*. Spirede pollenkorn på støvfanget af klon nr. 3069. Pollenrør farvet med anilinblåt og belyst med UV-lys.

Pollen tubes in the stigmatic region of clone no. 3069. Pollen tubes stained in aniline blue and illuminated with UV-light.

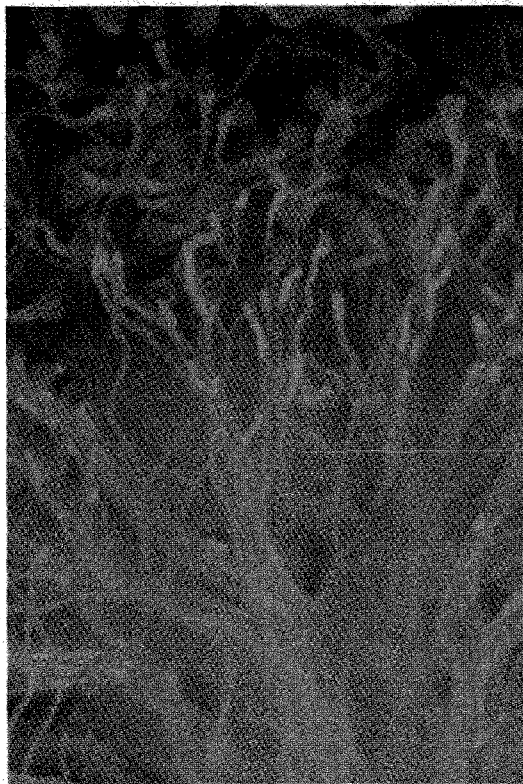


Fig. 2. *Malus sieboldii*. Kompatible pollenrør i øverste del af griflen fra klon nr. 3069.

Compatible pollen tubes in the stigmatic-stylar region of clone no. 3069.

2 af de 3 kloner af *M. sieboldii* har en meget lille apomiktisk frøsætning, og det givne frø har i begge tilfælde (klon nr. 3212 og nr. 5384) haft en høj spiringsprocent (tabel 1).

Resultaterne i tabel 1 viser desuden, at der er en inkompatibilitetsbarriere imellem klon nr. 3212 og 5384. Krydsbestøvning mellem de omtalte kloner gav en meget lav frugtsætning, og fluorescensmikroskopi viste en afbrydelse af pollenrørens vækst, når de var vokset en tredjedel til halvt ned i griflens længde. Det samme skete ved selvbestøvning i alle 3 kloner. I begge tilfælde er der ikke tale om, at inkompatible pollenrør blot vokser langsommere end kompatible pollenrør, da pollenrørens længde forbliver den samme inden for en periode af 4 døgn. Undersøgelsen af det

rette fixeringstidspunkt viste desuden, at fixering 2 til 3 døgn efter bestøvning gav det bedste resultat. 1 døgn kan i nogle tilfælde være for lidt til en fuldstændig gennemvoksning af griflen, og efter 3 døgn begynder pollenrørens fluorescens at blive svag.

Selvbestøvning ved isolering af blomsterknopper og ved håndbestøvning af emaskulerede blomster gav det samme resultat for fluorescensmikroskopi. Ved indposning (spontan bestøvning) blev der ikke afsat så stor en mængde pollen på griflens støvfang, men væksten af det spirede pollen blev afbrudt i samme område som i tilfældet med håndbestøvning af emaskulerede blomster.



Fig. 3. *Malus sieboldii*. Kompatible pollenrør ved basis af griflen fra klon nr. 5384.
Compatible pollen tubes in the lower part of the stylar region of clone no. 5384.

Malus baccata

Malus baccata er endnu et eksempel på en fremmedbestøver med en meget stærk selvinkompatibilitet.

I tabel 2 ses en meget lav frugtsætning ved selvbestøvning, og frugterne har i intet tilfælde indeholdt frø. Kombinationen 5413 ♀ × 5383 ♂ resulterer i en meget lille frugtsætning; men det skyldes øjensynligt forskelle i blomstringstid. I fluorescensmikroskop ses kun en meget lille mængde pollen fra den tidlige klon (5383) på støvfanget af den senere blomstrende moderklon (5413). Det kan dog være et eksempel på envejsinkompatibilitet.

Diskussion

Der er i undersøgelsen ikke taget hensyn til, at blomsternes kvalitet kan forringes efter år med kraftig bæring og skudvækst (Hansen & Grauslund, 1980; Hansen, 1980). Frugtsætningen kan reduceres i løbet af den første måned som følge af blomsterknoppens forskellige kvalitet (Abbott, 1977), og ikke blot pga. indkompatibilitetsforhold. Fluorescensmikroskopi er da den eneste sikre metode til konstatering af en given kombinations kompatibilitetsforhold.

Metoden er ligeledes anvendelig til kontrol af pollenkvalitet, da abnormt udviklet pollen ikke

Tabel 2. *Malus baccata*. Selvbestøvning og fremmedbestøvning af 2 kloner. Kompatibilitet opgjort i % frugter af bestøvede blomster, antal frø/frugt og % spiring. Hver kombination omfatter ca. 100 blomster.
Self- and crosspollination of two clones. Compatibility estimated by % fruits of pollinated flowers, number of seed/fruit and % germination. Each combination includes c. 100 flowers.

Moderplante Female plant	Bestøver Pollen source	% frugter % fruits	Antal frø/ frugt Number of seed/fruit	% spiring % germination
5413	5383	8.5	1.0	28.6
	5413	4.5	0.0	—
	fri bestøvning free poll.	—	4.9	17.3
5383	5413	57.1	3.8	24.0
	5383	8.3	0.0	—
	fri bestøvning free poll.	—	4.8	25.6

fluorescerer eller sender fluorescerende pollenrør ned i griflen. Med undtagelse af *M. baccata*, klon nr. 5383, er alle de undersøgte kloner i stand til at producere spiringsdygtigt pollen.

Williams og Maier (1977) har påvist en betydelig temperatureffekt på pollenrørens vækstrate efter selvbestøvning i æblesorten 'Cox's Orange'. Det kan muligvis være årsag til en vis produktion af frø i inkompatible kryds (tabel 1) da mikroklimaet for den enkelte blomst ikke kan holdes konstant på friland.

Frugtsætning ved apomixis er større end tilfældet er for selvbestøvning (tabel 1). Forskellen er næppe signifikant, men kan muligvis skyldes pirring af frøanlæggene ved emaskulering.

Schmidt (1977) omtaler både tidspunkt i sæsonen og temperaturen, som årsag til variation i graden af apomixis.

Endelig kan frugtsætningen ved apomixis skyldes forurening med fremmed pollen. Selve proceduren med emaskulering udsætter de blomsterknopper, der arbejdes med, for en forurening med pollen fra omkringstående træer.

Malus sieboldii er desuden en art, hvor der forekommer forskellige kromosomtrin. Ploiditeten, eller kromosomtallet, kan påvirke såvel den kønnede som den ukønnede (apomiktiske) formering. En fortsættelse af arbejdet med *M. sieboldii* bør derfor omfatte en nærmere undersøgelse af antallet af kromosomer.

Konklusion

Der er for begge arter tale om, at man ved frøavl må udvælge mindst 2 kloner. De udvalgte kloner skal have sammenfaldende blomstringstidspunkt, og de skal være undersøgt for inkompatibilitet.

Forekomsten af apomixis i de undersøgte kloner af *M. sieboldii* vil ingen praktisk betydning få. Den apomiktiske frøsetning er her så lille, at det ikke vil være muligt at basere en styret frøavl på apomixis.

Ved vegetativ formering vil forekomst af inkompatibilitet ligeledes få betydning. Her vil frugtsætningen svigte, hvis der ikke er mulighed for fremmedbestøvning.

II. *Hippophae rhamnoides*

I litteraturen er *Hippophae* beskrevet som dioecisk (*Rousi*, 1971; *Scopmeyer*, 1974; *Frankel & Galun*, 1977; *Dahlgren*, 1980), og arten repræsenterer en gruppe, hvor krydsbestøvning er blevet obligat. Her sker befrugtningen ved vindbestøvning mellem særbo individer.

Ved frøformerer af dioeciske arter sker der som regel en ligelig fordeling i afkommet mellem de to køn.

Cytologiske studier af *Hippophae rhamnoides* viser, at kønsfordelingen sker efter et X/Y-system (*Shchapov*, 1979). Sådanne sikre oplysninger om kønskromosomer findes kun for et begrænset antal dioeciske arter.

I mange tilfælde kan kønskromosomerne kun erkendes i visse meiotiske faser, og det medfører, at der foreligger modstridende oplysninger om forekomsten af disse kromosomer (*Westergaard*, 1958; *Lewis & John*, 1968). Ved forælding er der frembragt monoeciske typer af dioeciske arter – f.eks. spinat, *Spinacia oleracea*, og humle, *Humulus lupulus* og *H. japonica*. Tvekönnede blomster er desuden observeret for humle, som ellers er enkönnet (*Frankel & Galun*, 1977).

Der findes altså eksempler på, at den mekanisme, der regulerer kønsfordelingen, bryder sammen eller ændres. I dette forsøg er der netop fundet et eksempel, hvor en klon af *Hippophae* har afvigende egenskaber mht. kønsfordeling.

En kortlægning af eventuelle bestøvningsproblemer mellem han- og hunkloner, udvalgt med henblik på frøavl, blev udført i 1980 og 1981.

Metodik

I løbet af 1980 og 1981 blev følgende hunplanter af dansk oprindelse udvalgt til forsøget: klon nr. 4420-1, 4420-2, 4412-3, 1005-1, 1005-2, 2015-2, 2020-1 og 2020-2. I forsøget indgik desuden storfrugtede, tornløse kloner af østeuropæisk oprindelse (klon nr. 5401 ♀ og 5399 ♂). Hanplanter af dansk oprindelse blev udvalgt som bestøvere: klon nr. 4420-4, 1012-6, 6011-1, 1005-3, 2015-3, 2020-4, 2020-3 og 4818-6.

To uger før de første hanblomster begyndte at støve, blev de uanseelige hunblomster indposet.

På dette tidspunkt er både han- og hunblomster indesluttet i et enkelt blomster, der er sammenvokset til et rør. Ved indposning isoleres blomsterne på den øverste del af grenene i en 50 cm lang pose af kraftigt materiale. Blomsternes udvikling kontrolleres jævnlige gennem en rude af klart plastic i hele posens længde. Det sikrer, at risiko for forurening med uønsket pollen bliver minimal. Pollen fra isolerede hanblomster overføres med pensel til støvfanget på det nu helt frie frugtanlæg. I 1980 blev der kun bestøvet én gang, mens der i 1981 blev bestøvet to gange på grund af en mangelfuld bestøvning på første bestøvningsdag. Et døgn efter bestøvning blev hunblomster fixeret i FAA til fluorescensmikroskopi.

Poserne af papir blev erstattet af netposer efter blomstringsperiodens afslutning for at beskytte frugterne mod fugle. Først i oktober blev frugterne høstet, frugtkødet fjernet og frøet sået i kasser til opgørelse af spiringsprocenten.

Der foreligger ingen opgørelse over den procentvise frugtsætning, da det er uhyre vanskeligt at optælle eller foretage et skøn over antallet af hunblomster på den indposede del af en gren.

Resultater

Tabel 3 viser, at samtlige krydsbestøvnninger mellem han- og hunplanter af dansk oprindelse resulterer i frugter. Der foreligger desuden en opgørelse over spiringsprocent af frø høstet på 9 individer. Spiringsprocenten for 4420 ♀ × 1012 ♂ er meget lav, mens de øvrige ligger fra 15.3 til 100.0%.

Der har under danske forhold været problemer med hårdføreheden af klonerne af østeuropæisk oprindelse. Den udvalgte hanklon har derfor ikke kunnet efterprøves som bestøverklon.

3 hanplanter af dansk herkomst har været foresøgt som bestøvere for klon nr. 5401, men i intet tilfælde er bestøvningen lykkedes (tabel 3).

Fri bestøvning af klon nr. 5401 har ikke medført frugtsætning i forsøgsårene 1980 og 1981.

Fluorescensmikroskopi afslører, at det overførte pollen er i stand til at spire på støvfanget og sende pollenrør ned i griflen.

Pollenrørens længde adskiller sig ikke fra det,

der observeres i kompatible kryds med god frugtsætning, hvor pollenrørene kan følges helt ned til frugtknuden.

Diskussion

Som tidligere nævnt foreligger der ingen opgørelse over frugtsætningen. Hvor krydsbestøvnin-gerne har resulteret i få frugter (4420-2 og 2015-2), var der forud for bestøvningen observeret et ekstremt lille antal af hunblomster. Der er i undersøgelsen ikke taget hensyn til evt. årsvariationer i frugtsætningen, da denne problemstilling behandles i andre forsøg.

Den samlede spiringsprocent for et frøparti kan være større end vist, da dette forsøg kun tager hensyn til den del af frøpartiet, hvor frøhvilen brydes ved én kuldeperiode.

Forsøget skulle have omfattet en bestøverplante af russisk oprindelse (klon nr. 5399). Begge år (1980 og 1981) svigtede blomstringen på denne klon – muligvis på grund af frostska-der.

I foråret 1981 blev der for første gang registreret frugter på den ellers udprægede hanlige klon 4418-1. Senere viste det sig, at denne klon ud over hanblomster også udviklede tvekönnede blomster. Der var altså ikke blot tale om et skift fra dioecisk til monoecisk kønsfordeling. Æn-dringen i arveanlæggene for kønsfordeling har medført et skift til forekomst af fuldstændigt udviklede tvekönnede blomster.

Som tidligere nævnt er en sådan ændring i arve-anlæggene beskrevet for *Humulus lupulus* og *H. japonica* (Frankel & Galun, 1977).

De tvekönnede blomster udviklede sig senere end de hanlige blomster på samme plante. Muligheden for selvbestøvning af de tvekönnede blomster vil senere blive undersøgt.

Der er høstet ca. 30 frugter på denne klon, frøet herfra vejede ca. 30% mindre end frø fra hunplanter.

I 1982 er der ikke registreret tvekönnede blomster på klon 4418-1, men derimod enkönnede han- og hunblomster.

Konklusion

Det vil fremover være tilstrækkeligt at registrere blomstringstidspunkt for de kloner, der udvælges

Tabel 3. *Hippophae rhamnoides*. Kontrolleret krydsbestøvning og fri bestøvning af hunplanter af hhv. dansk og østeuropæisk oprindelse.

Cross pollination and free pollination in female plants of Danish and East European origin.

Hunplante Female plant	Bestøver Pollen source	Antal frugter Number of fruits	% spiring % germination
<i>Forsøgsår 1980</i>			
4420-1	4420-4	31	22.6
	1012-6	21	4.8
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	200	25.2
4420-2	4420-4	14	50.0
	1012-6	5	20.0
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	200	43.7
4412-3	4420-4	85	15.3
	1012-6	39	23.1
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	200	25.7
5401	1012-4	0	-
	6011-1	0	-
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	0	-
<i>Forsøgsår 1981</i>			
1005-1	1005-3	73	43.8
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	50	64.0
1005-2	1005-3	57	73.7
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	50	78.0
2015-2	2015-3	12	100.0
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	50	84.0
2020-1	2020-4	38	76.3
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	50	70.0
2020-2	2020-3	161	80.1
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	50	90.0
5401	4818-6	0	-
	fri bestøvning <i>free poll.</i>	0	-
4418-1 (♀)	fri bestøvning <i>free poll.</i>	30	46.7

i forsøg med frøkluder af dansk oprindelse. På grundlag af den udførte undersøgelse, er der ingen grund til at frygte inkompatibilitet mellem en udvalgt han- og hunklon.

Det vil derimod være risikabelt at inddrage storfrugtede, tornløse kloner af østeuropæisk oprindelse på nuværende tidspunkt. Der har vist sig problemer for den udvalgte klon med såvel hårdførhed som bestøvning. Forsøget har vist, at pollen fra hankloner af dansk oprindelse er i stand til at spire på de udvalgte hunplanter af russisk oprindelse. Baggrunden for den manglende frugtsætning må da findes i andre forhold.

Den effektive bestøvningsperiode for hunblomsterne kan naturligvis være forpasset for såvel håndbestøvning som for fri bestøvning. Den manglende frugtsætning kan dog også skyldes manglende hårdførhed for klon nr. 5401.

Anvendeligheden af *H. rhamnoides* som haveplante kan f.eks. sikres ved podning af skud fra hanplanter på en hunplante, som beskrevet i Havens Planteleksikon (1978), eller ved produktion af 2 stiklinger, fra hhv. han- og hunkloner, i samme container.

Frugtsætningen på den tvekønnede klon (4418-1) er så ringe, at eksemplet næppe vil få en direkte praktisk betydning. I forædlingsøjemed vil det derimod være af stor betydning, hvis den givne klon viser sig at være selvkompatibel, og dermed giver mulighed for indavl.

III. *Viburnum opulus* og *V. dilatatum*

Indledning

Viburnum opulus og *V. dilatatum* dyrkes ikke blot for blomsternes skønhedsværdi. De dyrkes i lige så høj grad på grund af de iøjnefaldende farvede frugter, og det betyder, at kendskab til bestøvningsforholdene er særdeles vigtigt for såvel frøformerede som vegetativt formerede typer.

Mangelfuld frugtsætning ved selvbestøvning er velkendt inden for slægten *Viburnum*. *Egolf* (1956) nævner, at 8 ud af 17 undersøgte arter er 100% selvsterile, og blandt disse arter findes bl.a. *V. dilatatum*. I den omtalte undersøgelse giver *V. opulus* en frugtsætning på ca. 1% ved selvbestøvning. Omfattende cytologiske under-

søgelser (*Egolf*, 1956 og 1962) tyder ikke på, at den manglende frugtsætning ved selvbestøvning skyldes afvigelser i kromosomtallet. Såvel *V. opulus* som *V. dilatatum* tilhører den store gruppe inden for slægten *Viburnum*, der har et kromosomtallet på $2n = 18$. *Egolf* (1956) forklarer da også selvsteriliteten med forekomst af et inkompatibilitets system.

Traditionelt anbefales plantning af flere frøplanter eller forskellige sorter for at sikre en rigelig frugtsætning, men for en del sorter og arter er det en unødvendig forholdsregel, da graden af selvinkompatibilitet varierer for de enkelte arter og sorter (*Egolf*, 1966). Det medfører, at der kan forekomme selvkompatible kloner inden for arter, der tidligere er beskrevet som selvinkompatible.

Udvalgte individer af *V. opulus* og *V. dilatatum* er i dette forsøg undersøgt for forekomst af selvinkompatibilitet, og kompatibilitet imellem kloner er desuden undersøgt for 3 kloner af *V. opulus*.

Metodik

3 kloner af *V. opulus* (klon nr. 3040-1, 3040-2 og 3040-3) blev med henblik på senere frøavl udvalgt til bestøvningsundersøgelser i 1980 og 1981. I forsøget indgik desuden sorten *V. opulus* 'Compactum'. Af *V. dilatatum* blev 5 sortfrugtede individer undersøgt (klon nr. 3525-1, 3525-2, 3525-4, 3527-1 og 3527-2).

Selvinkompatibilitet blev undersøgt for samtlige kloner, mens intraspecifik inkompatibilitet er undersøgt for de 3 kloner af *V. opulus*, der tænkes anvendt til frøavl.

Til hhv. selv- og krydsbestøvning blev der indposet mellem 30 og 60 blomsterstande (ca. 150 blomster pr. blomsterstand).

De små tvekønnede blomster, samlet i blomsterstande, blev ikke emaskuleret før indposning. De isolerede blomster blev bestøvet med pollen fra samme blomsterstand (selvbestøvning) eller med pollen indsamlet fra et andet individ (krydsbestøvning mellem klon nr. 3040-1, 3040-2 og 3040-3). Som kontrol af bestøvningsteknikken blev blomsterstande fra 3 individer (klon nr.

3040-1, 3040-2 og 3040-3) et år indposet til spontan selvbestøvning. Alle poser blev fjernet efter afblomstring og erstattet af netposer til beskyttelse mod fugle.

Resultater

Selvbestøvning af samtlige 5 individer af *V. dilatatum* gav ingen frugter, hverken i 1980 eller i 1981, mens sorten *V. opulus* 'Compactum' producerede omkring 10 frugter pr. blomsterstand ved selvbestøvning. Selvbestøvning af klon nr. 3040-1, 3040-2 og 3040-3 (*V. opulus*) gav fra 0,2-0,5 frugter pr. blomsterstand. Krydsbestøvning imellem de 3 kloner gav i samtlige tilfælde rigeligt med frugter.

De indposede blomsterstande, der ikke blev håndbestøvet og kun havde mulighed for spontan bestøvning, producerede ingen frugter. Til sammenligning hermed resulterede håndbestøvning, som ovenfor nævnt, imellem 0,2-0,5 frugter pr. blomsterstand. De oversædige blomster med den meget korte griffel kræver tilsyneladende insekter (fluer) eller vind for at sikre en tilstrækkelig frugtsætning.

Diskussion

Resultaterne viser tydeligt, at såvel de udvalgte kloner af *V. dilatatum*, som de 3 kloner af *V. opulus*, der er udvalgt til frøavl, er selvkompatible. Derimod har sorten *V. opulus* 'Compactum' vist sig at være selvkompatibel i en grad, der sikrer en rimelig frugtsætning ved selvbestøvning. Derved adskiller denne sort sig fra det udsnit af arten, som tidligere er undersøgt (Egolf, 1956).

Alle kombinationer mellem klonerne 3040-1, 3040-2 og 3040-3 har vist sig at være kompatible, og fri bestøvning af begge arter resulterede da også i rigelig frugtsætning. Forsøgsplanterne har ved fri bestøvning haft mulighed for at modtage pollen fra mindst 2 andre kloner af samme art.

Konklusion

V. opulus 'Compactum' kan anvendes som soli-

tær busk, da selvkompatibilitet her sikrer en rigelig frugtsætning ved selvbestøvning.

Konklusionen for de øvrige kloner er, at frugtsætningen kun kan sikres ved at plante 2 forskellige kloner i nærheden af hinanden.

En styret frøavl på basis af de 3 udvalgte kloner af *V. opulus* kan iværksættes uden bestøvningsproblemer, da samtlige kombinationer imellem klonerne er kompatible.

Samlet konklusion

1. Med én undtagelse er de undersøgte kloner af *Malus sieboldii*, *M. baccata*, *Viburnum opulus* og *V. dilatatum* selvinkompatible. Undtagelsen er sorten *V. opulus* 'Compactum', der er selvkompatibel.
2. Der er observeret ét tilfælde af intraspecifik inkompatibilitet hos *Malus sieboldii* imellem klon nr. 3212 og 5384.
3. Den apomiktiske frøopsætning, der er observeret for *Malus sieboldii* er så lav og usikker (under 8,2%), at det ikke vil få nogen praktisk betydning for produktion af frøplanter.
4. Der er ikke fundet bestøvningsproblemer for de udvalgte kloner af *Hippophae rhamnoides*, som er af dansk oprindelse, hvorimod bestøvning af en hunplante af østeuropæisk oprindelse ikke lykkedes. Som bestøvere er der anvendt 3 hanplanter af dansk oprindelse. Årsagen til den manglende frugtsætning kendes ikke.
5. Der er i et klonforsøg fundet en tvekønnet klon af *Hippophae rhamnoides*.
6. Resultaterne viser, at inkompatibilitetsforhold bør inddrages i såvel udvælgelse som beskrivelse af nye sorter, hvor frugtsætningen udgør en stor del af sortens dyrkningsværdi.
7. I undersøgelsen er der fremkommet resultater, der viser, at en præcis viden om bestøvnings-systemerne er væsentlig for en rationel frøavl af kvalitetsplanter.

Erkendtlighed

Forsøgene har været udført med støtte fra Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg.

Litteratur

- Abbott, D. L. (1977): Fruit-bud formation in 'Cox's Orange Pippin'. Long Ashton Research Station Report 1976, 167-176.
- Bertelsen, J. (1978): Havens Planteleksikon, s. 267-268. De samvirkende danske Haveselskaber.
- Dahlgren, R. (1980): Angiospermernes Taxonomi. Bind 2, Akademisk Forlag, Universitetsforlaget i København 1980, 279-281.
- Egolf, D. R. (1956): Cytological and intraspecific hybridization studies in the genus *Viburnum*. Ph. D. dissertation, Cornell University, 131 pp.
- Egolf, D. R. (1962): A cytological study of the genus *Viburnum*. Journal of the Arnold Arboretum 43, 132-172.
- Egolf, D. R. (1966): Eight new *Viburnum* cultivars (*Caprifoliaceae*). Baileya 14, 106-123.
- Frankel, R. & Galun, E. (1977): Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding. Monographs on theoretical and applied genetics 2. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 281 pp.
- Gustafsson, Åke (1946-47): Apomixis in higher plants 1-3. Bind nr. 3. Lunds Univ. Årsskrift, 1946-47, 370 pp.
- Hammer, Ole (1972): Iagttagelser over pynteæblers blomstring og frugtsætning med henblik på biers og vilde fugles interesse, I. Tidsskr. Planteavl 76, 437-389.
- Hansen, P. & Grauslund, J. (1980): Blomsterknopdannelse hos æbletræer. Nogle virkninger af bæring, vækst og klima. Tidsskr. Planteavl 84, 215-227.
- Hansen, P. (1980): Virkning af skudvækst, bæring og blomstermængde på frugtsætningen hos æbletræer. Tidsskr. Planteavl 84, 499-505.
- Lewis, D. (1956): Incompatibility and plant breeding. Brookhaven Symposia in Biology, 9, Genetics in Plant Breeding, 89-100.
- Lewis, K. R. & John, B. (1968): The chromosomal basis of sex determination, Intern. Rev. Cytol. 23, 277-379.
- Linskens, H. F. & Kroh, M. (1967): Incompatibilität der Phanerogamen. Encyc. Plant Physiol. 18, 506-530.
- Lundquist, A. (1968): Auto-incompatibility and breeding. Fifth congress of the European Ass. for Research on plant breeding, 365-380.
- Lundquist, A. (1975): Complex self-incompatibility system in Angiosperms. Proc. R. Soc. Lond. B. 188, 235-245.
- Nettancourt, D. de (1977): Self-incompatibility in basic and applied research with higher plants. Genetica Agraria 26, 163-216.
- Rousi, A. (1971): The genus *Hippophae* L. A taxonomic study. Ann. Bot. Fennici 8, 177-227.
- Schmidt, H. (1977): Contributions on the breeding of apomictic apple stocks. 4 on Inheritance of apomixis. Pflanzenzüchtung 78, 3-12.
- Schopmeyer, C. S. (1974): Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook No. 450 Forest Service, U. S. Department of Agriculture Washington, D. C., 883 pp.
- Shchapov, N. S. (1979): Caryology of *Hippophae rhamnoides* L. Tsitlogiya i Genetika 13, 45-47.
- Westergaard, M (1958): The mechanism of sex determination in dioecious flowering plants. Advan. Genet. 9, 217-281.
- Williams, R. R. & Maier, M. (1977): Pseudocompatibility after self-pollination of the apple 'Cox's Orange Pippin'. J. hort. Sci. 52, 475-483.

Manuskript modtaget den 18. juni 1982.