

## Undersøgelser over honningbiernes betydning for bestøvningen i vårraps (*Brassica napus*)

*Experiments on the importance of honeybees for the pollination of spring rape (Brassica napus)*

ORLA SVENDSEN

---

### Resumé

I årene 1977–1985 er der foretaget overdækninger af rapsparceller med bitætte netbure for at undersøge udbytteforholdene i raps, som enten var frit tilgængelig for bier, eller som blev unddraget bi-bestøvning i blomstringsperioden.

Undersøgelserne omfattede sorterne Olga, Line, Karat og Topas.

I forhold til de netdækkede parceller kunne der i de bitilgængelige parceller i gennemsnit måles et merudbytte på ca. 9 pct. frø, men der var tale om

en betydelig årsvariation samt en variation mellem sorterne. Råfedtindholdet var også højere i de bibestøvede parceller. Den gennemsnitlige forøgelse af råfedt for de nævnte sorter var: 2,0, 0,7, 1,3 og 1,5 pct.

De øvrige positive udslag, som blev målt i de bibestøvede parceller, var længere skulper med flere frø og færre skulper med få frø. Derimod blev der i de samme parceller målt et mindre råproteinindhold samt en lavere tusindkornsvægt i forhold til de ikke bibestøvede parceller.

**Nøgleord:** Vårraps, bibestøvning, frøudbytter.

### Summary

For a period of nine years, experiments have been made at the Government Research Station at Roskilde with four varieties of rape. In 1977–1985 the yield of rape were examined in open plots and plots caged without bees in the flowering season. The varieties in question were: Olga, Line, Karat and Topas.

Compared to the caged plots, the yield of open plots increased with about 9% seeds on average, but the year variation was considerable as well as

the varieties varied. The content of crude fat was higher in the open plots, too. The average increase of crude fat in the varieties in question was: 2,0, 0,7, 1,3 and 1,5%.

Other positive effects measured in the bee pollinated plots were longer siliques with many seeds and less siliques with only few seeds. On the other hand – in the same plots the albuminoid content was smaller and the thousand corn weight lower compared to the caged plots.

**Key words:** Spring rape, bee pollination, seed yields.

## Indledning

Undersøgelser af pollenindholdet i danske honningprøver har vist, at 80–90 pct. af pollenet stammer fra raps. Derved kan rapsen betegnes som den vigtigste biplante i Danmark i disse år.

Det kan på denne baggrund være af interesse at vide, om den danske rapsavl, som årligt er på 200 tusinde ha, har gavn af bierne.

Med græsmarksbælplanternes tilbagegang i areal og den stigende avl af raps, har rapsen nu indtaget pladsen som den betydeligste trækplante for honningbier her i landet.

Rapsblomsterne er let tilgængelige for bier. De har en stor pollen- og nektarproduktion i sammenligning med biernes traditionelle trækplanter. Dette sammen med deres øvrige tillokkende karaktertræk gør rapsen til en meget bibesøgt plante.

Pollenundersøgelser foretaget ved Statens Biavlsvforsøg på honningprøver, der var samlet i danske landbrugsegne i de senere år, har dokumenteret dette. Analyser af 26 honningprøver fra årene 1984–1986 viste et gennemsnitligt rapspollenindhold på 80,6 pct. Heraf havde ti prøver et rapspollenindhold på over 90 pct.

Da honningbierne således viser en betydelig interesse for raps, er det nærliggende at antage, at rapsen også har et behov for bier ved bestøvning og befrugtning af blomsterne. Dette spørgsmål har været genstand for megen international forskning i de sidste 30–40 år. De opnåede resultater har dog været meget forskellige. Denne forskellighed skyldes formentlig, at der har været arbejdet med forskellige sorter under meget varierende forsøgsbetingelser. Dertil kommer, at raps i betydelig grad er selvfrugtbar, men dens fertilitetsforhold er ret kompleks, idet fertiliteten kan variere mellem sorter. Selv inden for samme sort kan der være enkeltplanter, som er helt selvsterile (10). Dette indebærer samtidigt, at der i en rapskultur kan forekomme såvel selv- som fremmedbestøvning. Selvbestøvning kan forekomme spontant, og den kan ske ved vindens eller insekters hjælp. Fremmedbestøvning vil hovedsagelig være betinget af påvirkninger fra vinden eller ved pollenoverførsel med insekter.

Raps hører til korsblomstfamilien (*Cruciferae*). Rapsblomsten er tvækønnet med én griffel samt fire lange og to korte støvdragere. Støvknapperne på de to korte støvdragere er placeret lige ud for griffelens støvfang. Hos de fire lange støvdragere er støvknapperne placeret et par millime-

ter over støvfanget. På blomsterbunden findes fire florale nektarier. De to sidder på undersiden ved basis af de to korte støvdragere og de to andre på ydersiden ved basis af de lange støvdragere. Nektarafsondringen sker hovedsagelig eller kun fra de to førstnævnte nektarier (11). Rapsplanten er protogyn, idet arret kan bestøves, førend pollenkornene i støvknapperne modnes. Ved blomstens åbning befinder støvfanget sig under støvknapperne. Senere i blomstringen strækker griffelen sig, og støvfanget kommer på højde med de lange støvdrageres støvknapper, hvilket kan begunstige selvbestøvning med pollen fra de lange støvdragere. *Persson* (11) sammenlignede selv- og fremmedbestøvning med pollen fra korte og lange støvdragere hos vinterraps. Herved fandtes, at fremmedbestøvning med pollen fra de korte støvdragere gav et 14 pct. højere frøudbytte pr. skulpe end fremmedbestøvning med pollen fra de lange støvdragere. Fremmedbestøvning med pollen fra de korte støvdragere gav også større udbytte end selvbestøvning med pollen fra korte og lange støvdragere, henholdsvis 19 pct. og 12 pct. merudbytte.

Fra andre forfattere, som har forsket i bibestøvnings betydning for frøudbyttet hos raps, kan nævnes følgende fundne merudbytter: *Jenkinson* og *Jones* (5) 27 pct. i vårraps Regina. *Cedell* (2) 6 pct. i vinterraps Victor. *Free* og *Nuttal* (3) 5 pct. i vårraps Nilla. *Kaesor* (6) 33 pct. i vinterraps Lembkes Diamant. *Barbier* (1) 36 pct. i vinterraps Primor og 62 pct. i sorten Lesira. De opnåede merudbytter synes at fremkomme ad flere veje. *Jenkinson* og *Jones* (5) fandt således 66 pct. større frøudbytte i skulper fra raps med bibestøvning, men samtidig en lavere tusindkornsvægt. *Meyerhoff* (8) fandt 53 pct. flere skulper i bibestøvet raps. *Free* og *Nuttal* fandt ved forsøg med raps i netbure med bier et 13 pct. større frøantal end i netbure uden bier. Tusindkornsvægten var også her lavere.

Det er almindeligt antaget, at vinden har en betydning som pollenspredere og dermed har indflydelse på fremmedbestøvningen, men da vinden er en uhyre variabel faktor, er det svært at beregne denne faktors relative betydning. *Olsson* (9) foretog en opsamling af pollen på objektglas og fandt 18,7 pollen pr. mm<sup>2</sup> i en meters afstand fra rapsmarkens læside, faldende til 8,7 pollen pr. mm<sup>2</sup> i 40 meters afstand.

*Williams* (12) fandt, at rapsplanter, der blev ryistet, satte flere skulper indeholdende flere frø pr.

skulpe end planter, der ikke blev rystet. Vinden kan i den henseende bidrage til såvel selv- som fremmedbestøvning.

Ved Statens Planteavlsvforsøg i Roskilde er der i årene 1977–1985 foretaget forsøg og undersøgelser over insektbestøvningens indflydelse på forskellige udbytteforhold hos fire vårrapsorter. Undersøgelserne er foretaget ved at sammenholde udbytteforholdene hos rapsparceller, som var frit tilgængelig for insekter, med parceller, der var overdækket med netvæv i blomstringsperioden.

## Metodik

Forsøgene blev gennemført i vårrapsorterne Olga (1977–79), Line (1980–81), Karat (1982) og Topas (1983–85).

Forsøgsplanen omfattede undersøgelser af vækst-, blomstrings- og udbytteforhold hos vårraps, der enten var frit tilgængelig for bier og andre insekter i blomstringsperioden, eller som var dækket med netvæv i samme periode.

I hvert af årene blev der på rapsarealer opstillet fire netbure i række skiftende med fire udækkede parceller. Parcelstørrelsen var 2 × 6 m, og netbu-

rene var 1,80 m høje. Det anvendte net var hvidt »Gardisette« gardinstof med en maskestørrelse på 3,5 × 3,5 mm. Burene blev opsat, når de første rapsblomster var udsprungne, og nedtaget efter afblomstring.

Bibestøvningen blev hvert år tilgodeset ved tilstedeværelse af en nærliggende bigård på 10–12 bifamilier.

Ved modenhed blev parcellerne skårlagt til tærskning. Samtidigt blev der udtaget 15 tilfældigt valgte planter til registrering af højde, skulpe-længde, frøantal pr. skulpe og frøvægt. Desuden blev planternes totalhøjde målt. Der er endvidere foretaget analyse af frøets indhold af råfedt og råprotein. Parcellernes frøudbytte er desuden målt. I et enkelt år er der ved fuld blomstring målt pollenedfald i marken og dens nærhed.

## Resultater

Der var en generel tendens til øget strækningsvækst hos planterne under netburene i forhold til planterne fra de frie parceller. Det kan ikke udelukkes, at denne strækningsvækst er forårsaget af, at planterne under nettet har modtaget en mindre lysmængde, da det hvide net har reflektere-

**Table 1.** Plantehøjde, skulpeantal, skulpelængde, frøantal pr. skulpe.

*Plant height, no. of siliques, length of siliques, no. of seeds per silique.*

År Year	Sort Variety	Plantehøjde, cm Plant height, cm		Antal skulper pr. plante No. of siliques per plant		Skulpelængde, mm Length of silique, mm		Frøantal pr. skulpe No. of seeds per silique	
		bur pc. cage	fri pc. open	bur pc. cage	fri pc. open	bur pc. cage	fri pc. open	bur pc. cage	fri pc. open
1977	Olga	117,1	110,1	79,5	68,3	53,0	54,6	22,3	23,7
1978	–	138,5	126,4	103,2	106,8	48,4	51,2	19,4	20,8
1979	–	121,3	113,4	81,7	75,8	50,5	53,1	21,3	23,2
Gns.	Olga	125,6	116,6	88,1	83,6	50,6	53,0	21,0	22,6
Mean									
Fht.		100,0	92,8			100,0	104,7	100,0	107,6
1980	Line	135,6	133,0	77,1	66,0	52,7	56,8	19,9	22,5
1981	–	141,8	137,3	79,7	79,2	53,2	54,7	20,6	20,1
Gns.	Line	138,7	135,2	78,4	73,1	53,0	55,8	20,3	21,3
Fht.		100,0	97,4			100,0	105,3	100,0	104,9
1982	Karat	142,2	131,2	100,9	107,6	46,6	50,4	17,9	19,8
Fht.		100,0	92,3	100,0	106,6	100,0	108,2	100,0	110,6
1983	Topas			63,0	65,1	49,4	50,1	20,1	21,9
1984	–			119,0	103,5	46,3	54,3	15,5	20,3
1985	–			90,1	106,7	52,5	54,7	18,2	22,1
Gns.	Topas			90,7	91,8	49,4	53,0	17,9	21,4
Fht.						100,0	107,3	100,0	119,6
LSD for gennemsnit		3,3		n.s.		1,7		1,2	
– – mean									

ret en del lys. En øget lævirkning fra nettene kan også spille ind. Derimod har der ikke været målt større temperaturforskelle end 0,5°C inde i burene i forhold til udetemperaturen.

Forskellen i planternes strækningsvækst må dog hovedsagelig tilskrives den ændring i vækstvilkårene, som det reducerede frøudbytte ved manglende insektbestøvning medfører.

Skulpeantallet blev registreret på 15 planter fra hver parcel (tabel 1). Dette viste en betydelig variation, hvilket må forventes selv i meget ensartede plantebestande. Der var desuden en betydelig variation mellem år inden for samme sort. Skulpeantallet synes i det hele taget at være uden sammenhæng med behandlingen.

Skulpelængden blev målt på hver tiende skulpe hos de 15 udvalgte planter ved afplukning fra rod mod top (tabel 1). Skulpelængden var generelt længere hos rapsplanterne fra de frie parceller. Den gennemsnitlige forøgelse af skulpelængden i de frie parceller var: Olga 4,7 pct., Line 5,3 pct., Karat 8,2 pct. og Topas 7,3 pct.

Frøantallet pr. skulpe er optalt i de samme skulper, hvorpå skulpelængden blev målt (tabel 1). Bortset fra 1981 var der i alle år et højere frøantal

pr. skulpe hos rapsplanterne fra de frie parceller end i burparcellerne. Den gennemsnitlige forøgelse var: Olga 7,6 pct., Line 4,9 pct., Karat 10,6 pct. og Topas 19,6 pct.

Frøudbyttet er målt på den totale plantebestand i de respektive parceller (tabel 2). Det vil ses, at der har været et merudbytte i de frie parceller i otte af de ni forsøgsår.

Det gennemsnitlige merudbytte for frø i de frie parceller var: Olga 9,1 pct., Line 4,3 pct., Karat 12,2 pct. og Topas 9,2 pct.

Indholdet af råfedt viste ligeledes et merudbytte i de frie parceller i alle år med undtagelse af 1981. Merudbytterne for råfedt var i gennemsnit: Olga 2,0 pct., Line 0,7 pct., Karat 1,3 pct. og Topas 1,5 pct.

Tusindkornsvægten var i alle ni forsøgsår lavest i de frie parceller. I forhold til burparcellerne var reduktionen i gennemsnit: Olga 6,1 pct., Line 4,1 pct., Karat 3,2 pct. og Topas 7,3 pct.

I fig. 1-4 er frøantallet analyseret i klasser fra 0-3 frø pr. skulpe stigende med 3 frø pr. klasse for hver sort og for dækkede og frie parceller.

Der er i alt målt ca. 500 skulper pr. behandling og år.

**Tabel 2.** Frøudbytte, råfedtindhold, råproteinindhold, tusindkornsvægt.  
*Seed yield, content of crude fat and albuminoid, thousand corn weight.*

År Year	Sort Variety	Frøudbytte, kg/ha <i>Seed yield, kg/ha</i>		Råfedt pct. af tørstof <i>Crude fat % of DM</i>		Råprotein <i>Albuminoid</i>		Tusindkornsvægt <i>Thousand corn weight</i>	
		bur pc. <i>cage</i>	fri pc. <i>open</i>	bur pc. <i>cage</i>	fri pc. <i>open</i>	bur pc. <i>cage</i>	fri pc. <i>open</i>	bur pc. <i>cage</i>	fri pc. <i>open</i>
1977	Olga	1700	1900	37,6	38,2	24,6	25,0	3,23	3,09
1978	-	2300	2683	42,3	43,8	24,5	23,1	3,19	3,08
1979	-	2465	2474	41,8	42,2	25,2	24,1	3,39	3,10
Gns.	Olga	2155	2352	40,6	41,4	24,8	24,1	3,27	3,09
Mean									
Fht.		100	109,1	100	102,0	100	97,2	100	93,9
1980	Line	1299	1541	42,3	43,1	25,8	24,8	3,19	3,07
1981	-	1666	1549	43,4	43,3	24,3	23,6	2,72	2,60
Gns.	Line	1482	1545	42,9	43,2	25,1	24,2	2,96	2,84
Fht.		100	104,3	100	100,7	100	96,4	100	95,9
1982	Karat	2516	2824	45,4	46,0	24,6	23,5	2,82	2,73
Fht.		100	112,2	100	101,3	100	95,5	100	96,8
1983	Topas	2316	2457	45,4	46,3	26,0	23,0	3,42	3,02
1984	-	2499	2783	44,2	44,9	26,4	24,6	3,61	3,21
1985	-	2349	2582	45,6	46,3	23,7	22,6	3,62	3,46
Gns.	Topas	2388	2607	45,1	45,8	25,4	23,4	3,55	3,29
Fht.		100	109,2	100	101,5	100	92,1	100	92,7

LSD for gennemsnit 1,2  
- - mean

procent  
per cent

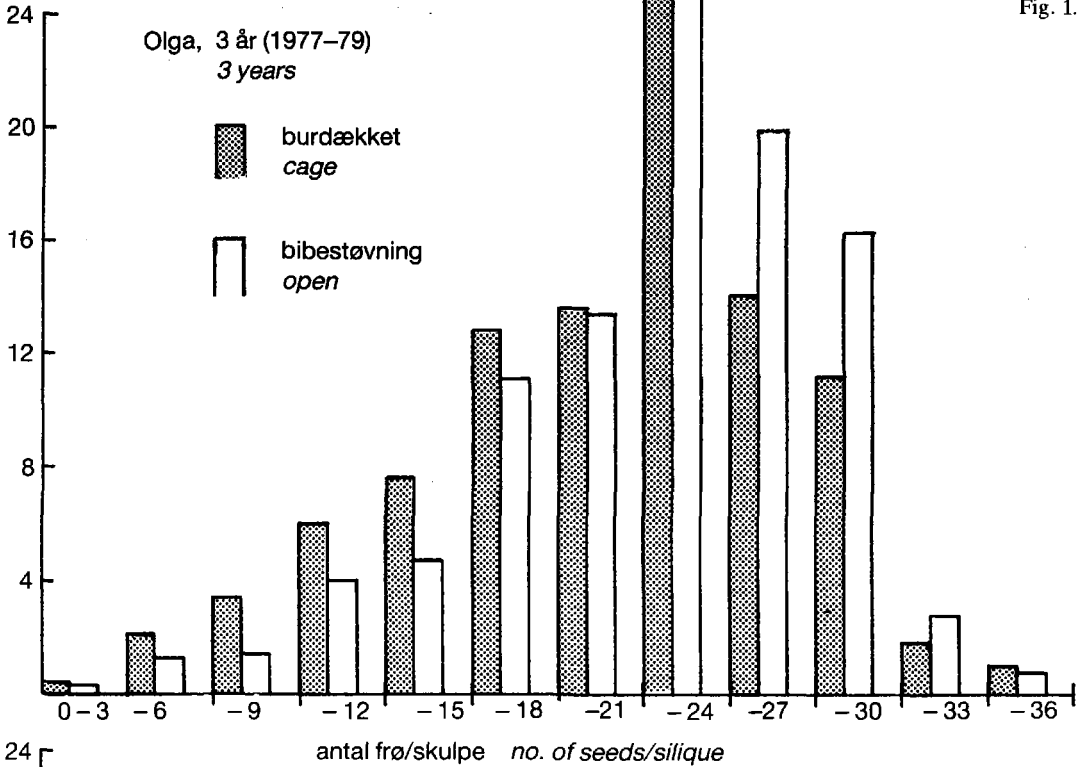


Fig. 1.

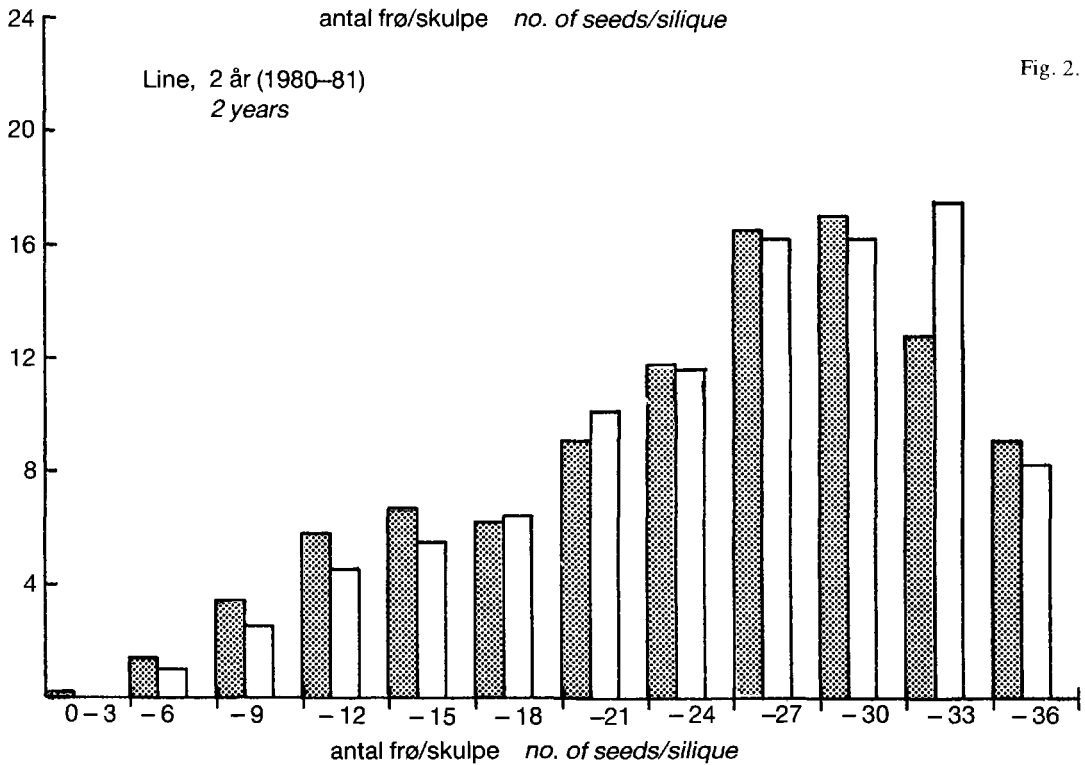


Fig. 2.

procent  
per cent

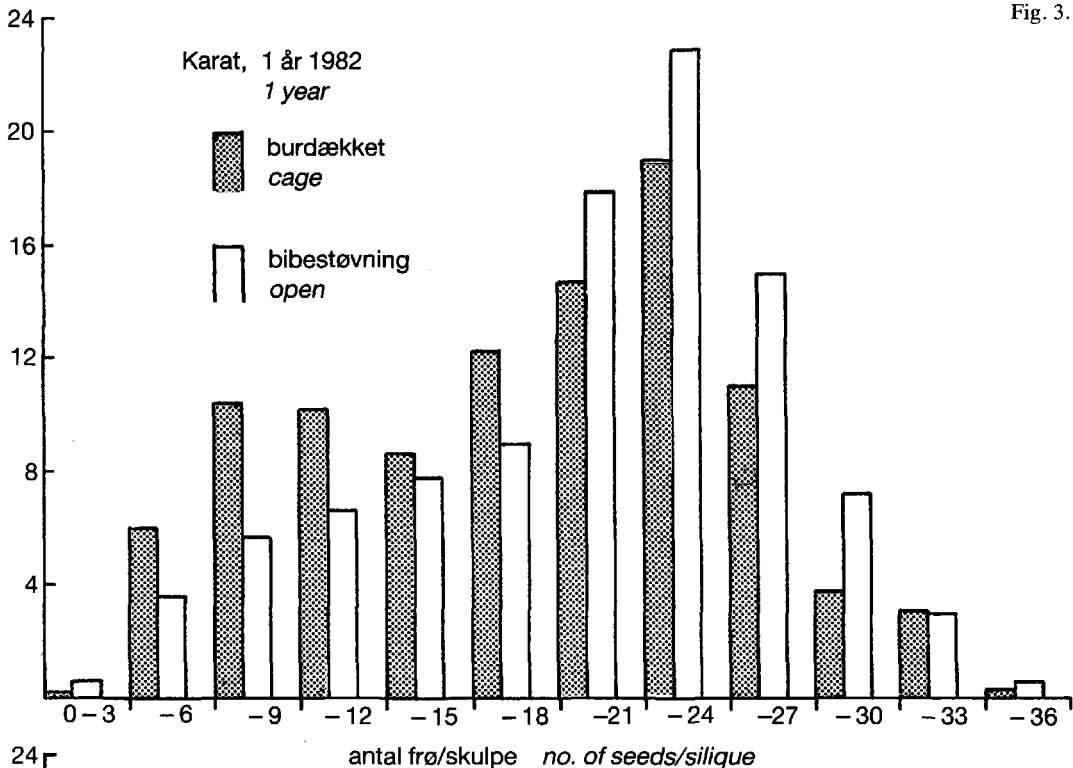


Fig. 3.

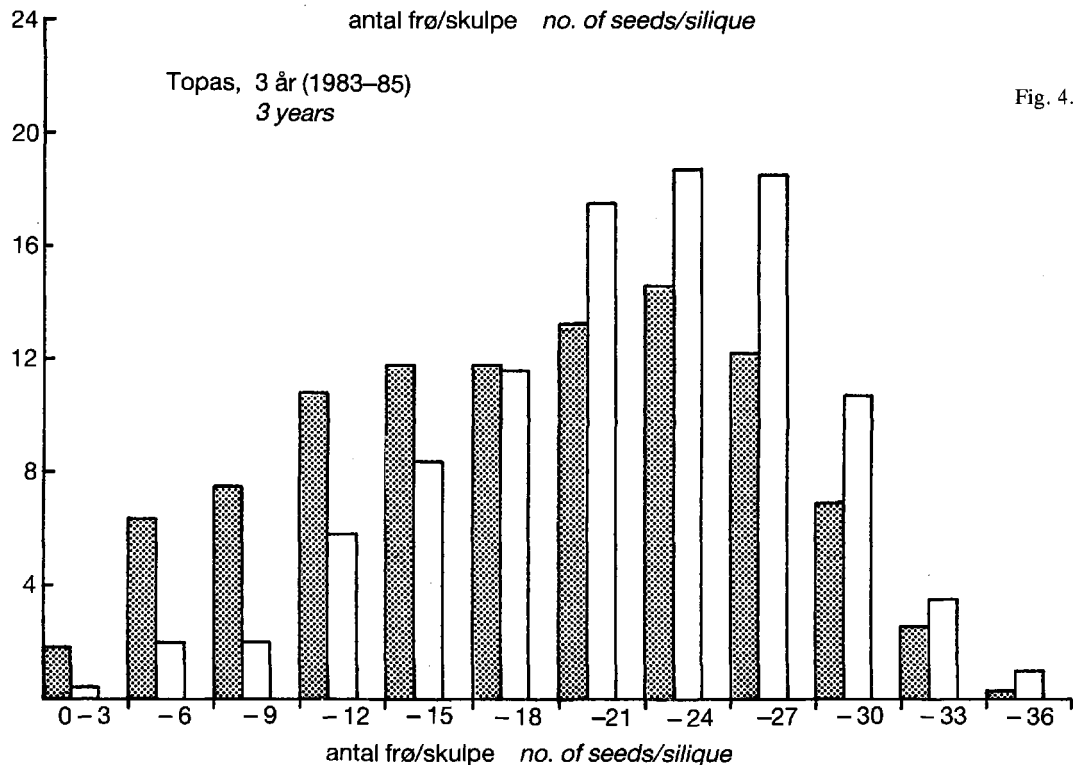


Fig. 4.

Det ses, at der for alle sorter er en tendens, som viser flest skulper i burparcellerne hos de lavere klasser i venstre side af histogrammerne, men i retning mod højre sker der et skifte til flest skulper i de frie parceller.

Pollenedfaldet fra blomstrende raps er målt ved optælling på objektglas, der var udlagt i og ved rapsmarken (tabel 3). Glassene var smurt med glyceringelatine og udlagt i syv dagtimer i 0,5 m's højde. Der blev udlagt i alt 24 glas med 6 glas for hver af følgende placeringer:

- a) i rapsmarken under netbur
- b) i rapsmarken uden for netbur
- c) 2 m fra rapsmarken i vindens flugtretning
- d) 10 m fra rapsmarken i vindens flugtretning

Vejret var skyfrit med svag vind og 20–22°C. Der blev optalt pollen under mikroskop på i alt 200 mm<sup>2</sup> på hvert glas.

**Tabel 3.** Pollenedfald.  
*Pollen windfall.*

Sted	Antal pollen pr. mm <sup>2</sup>						Gns.
a	7,4	2,3	4,9	5,6	4,1	5,8	5,0
b	2,5	3,3	1,3	6,2	2,1	6,6	3,7
c	2,1	1,0	1,1	1,7	0,8	0,5	1,2
d	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2

Der er en signifikant forskel på pollenedfaldet mellem stederne a, b og c, d, LSD = 1,7. Hvorimod forskellen mellem henholdsvis a og b eller c og d ikke er sikker.

## Diskussion

Talrige optællinger af bestøvende insekter i rapsblomster har vist, at mere end 90 pct. af de bestøvende insekter er honningbier. Skadedyr og andre insekter, som findes i rapsblomsterne, må også betragtes som potentielle bestøvere i det omfang, de kommer i kontakt med støvdragere og støvfang. Da rapsblomsterne har en stor pollenproduktion, er der gode muligheder for, at et insektbesøg i blomsten kan medføre en bestøvning og befrugtning af blomsten. Raps besidder en høj grad af selvfertilitet, derfor kan et insektbesøg resultere i enten en kryds- eller en selvbe-frugtning. Biernes særlige arbejdsmåde indikerer, at deres besøg i højere grad resulterer i en krydsbefrugtning end andre insekters besøg, hvor insekterne er mere fixeret på den enkelte plante.

Det er desuden en kendsgerning, at rapsens store pollenproduktion af ret tørt pollen let hvirvles op og transporteres med vinden. Målingerne af pollenedfaldet viser et stort dagligt nedfald af pollen i blomstringstiden. Dette nedfald vil medføre en betydelig vindbestøvning.

Da et ar måler mere end 1 mm<sup>2</sup> i areal, er der teoretisk set gode muligheder for en befrugtning alene ved vindens hjælp.

*Williams* (13) viste, at rapsplanter i drivhus gav flere skulper og flere frø pr. skulpe, når planterne jævnlige blev rystet i blomstringstiden. Spørgsmålet er derfor, om vindbestøvningen i raps er tilstrækkelig, eller om der kan forventes et øget udbytte ved insekters – og især biers hjælp. Som før nævnt, er der gjort mange undersøgelser for at belyse dette.

Disse mange undersøgelser har på forskellig vis dokumenteret, at der opnås et øget udbytte i raps, hvor bier medvirker ved bestøvningen, i forhold til rapsparceller, som har været isoleret imod bibestøvning.

På forhånd må der regnes med, at vindpåvirkningen har stor betydning. Da vindforhold og insektpopulation varierer fra en lokalitet til en anden, samt at varierende fertilitetsforhold og -grader mellem sorter ligeledes kan spille ind, må man regne med, at de opnåede resultater mellem år, lokaliteter og sorter vil være meget varierende.

Det er evident, at den anvendte metodik kan øve indflydelse på vækstfaktorerne. Et netbur kan give ændrede vækstforhold, der kan have såvel positiv som negativ betydning for planternes vækst. Nettet kan reflektere lys, som kan reducere fotosyntesen. Og det kan samtidig fungere som lægiver, hvilket kan påvirke temperaturen. Disse forhold er søgt reduceret til det mindst mulige, idet nettets maskestørrelse tillod et betydeligt luftsifte. Da det samtidigt var løsthængende, var temperatur og vindhastighed omtrent den samme inde i buret som udenfor.

Ved lysmålinger i burene blev der registreret en reduktion af lyset på 20 pct.

Man skal regne med, at behandlingsmåderne – netdækkede og frie parceller – er parametre, der varierer med insektpopulationen. De målte udslag kan af denne årsag variere mere end den variation, man kan finde ved eksempelvis et gødningforsøg.

## Konklusion

Raps er for tiden den vigtigste trækilde for honningbier de fleste steder i landet. Dette er en følge af det meget store areal med raps sammen med dens særlige tiltrækning over for bierne. Det har også vist sig, at det meste af den dansk producerede honning stammer fra raps.

Tyske undersøgelser har vist (7), at der kan høstes indtil 200 kg honning pr. ha raps. Selv om der blot regnes med det halve under danske forhold, vil dette give henved 20.000 t honning med den nuværende rapsavl. Da den årlige honningproduktion her i landet blot er 3.000 – 4.000 t, er det indlysende, at de danske rapsarealer slet ikke er dækkede med bier.

Det er desuden bevist, at bitætheden i rapsen falder med stigende afstand fra bistader til arealet inden for samme mark (4). Da bistader ofte er placeret, hvor der er læ og gode tilkørselsforhold – ofte flere hundrede meter fra marken – skal der regnes med, at mange rapsarealer er meget underforsynede med bier.

Det vil derfor være i både bi- og rapsavlernes interesse, at et større antal bifamilier bliver anbragt i rapsarealernes umiddelbare nærhed.

## Litteratur

1. *Barbier* 1978. Ref. Dansk Frøavl 1981, nr. 9.
2. *Cedell, T.* 1966. Vad betyder bina för rapsskörden. Svensk Frötidning 5, 81-83.

3. *Free, J. B. & Nuttal, P. M.* 1968. The pollination of oilseed rape (*B. napus*) and the behaviour of bees on the crop. J. agric. Sci. Camb. 71, 91-94.
4. *Fries, I. & Stark, J.* 1983. Measuring the importance of honeybees in rape seed production J. apicult. Res. 22 (4), 272-276.
5. *Jenkinson, J. G. & Glynn-Jones, G. D.* 1953. Observations on the pollination of oilseed rape and broccoli. Bee World 34, 173-177.
6. *Kaesor, W.* 1976. Bienen und Raps. Nordwest-deutscher Imkerzeitung 9, 115-116.
7. *Maurizio, A. & Graf, I.* 1969. Das Trachtpflanzenbuch. Ehrenwirth Verlag, München, p. 288.
8. *Meyerhoff, G.* 1954. Untersuchungen über die Wirkung des Bienenbefluges auf dem Raps. Archiv für Geflügelzucht und Kleintierkunde 3, 259-306.
9. *Olsson, G.* 1955. Vindpollinering hos korsblomstriga oljevækster. Sveriges Utsädesförenings Tidskr. 65, 418-422.
10. *Olsson, G. & Persson, B.* 1958. Indkorsningsgrad och självsterilitet hos raps. Sveriges Utsädesförenings Tidskr. 68, 74-78.
11. *Persson, B.* 1956. Korsbefrugtnings betydelse och omfattning hos raps. Statens Vækstskyddsanstalt, Meddelande nr. 70.
12. *Williams, I. H.* 1983. The increasing need to control insect pests of oilseed rape in England. Bee World 64, 163-168.
13. *Williams, I. H.* 1985. The pollination of swede rape (*Brassica napus*). Bee World 66, 16-22.

Manuskript modtaget den 8. marts 1990.