

Stensiltrykk nr. 74.

Institutt for grønnsakdyrking

Norges landbrukshøgskole

Ås-NLH

ISBN 82-576-5517-1

HULE FRUKTER SOM KVALITETSPROBLEM HOS TOMAT

En litteraturoversikt

av

Olav Arne Bøvre

NLH, juni 1975

Stensiltrykk nr. 74.

Institutt for grønnsakdyrking

Norges landbrukshøgskole

Ås-NLH

ISBN 82-576-5517-1

HULE FRUKTER SOM KVALITETSPROBLEM HOS TOMAT

En litteraturoversikt

av

Olav Arne Bævre

NLH, juni 1975

# INNHOOLD

	Side
I. INNLEDNING .....	1
II. GENERATIV UTVIKLING .....	1
III. KARAKTERISTIKK AV HULE FRUKTER .....	3
IV. UTBREDELSE .....	4
V. ÅRSAKER .....	4
A. Befruktning .....	5
1. Pollenkvalitet .....	8
2. Pollenoverføring .....	10
3. Pollenspiring og vekst av pollenslangen .....	18
B. Sort .....	28
C. Sykdom og parasitter .....	33
D. Fysiologiske .....	35
1. Klima .....	35
a. Temperatur .....	35
b. Lys og daglengde .....	35
c. Luftfuktighet .....	36
d. Karbondioksyd .....	36
2. Jord .....	37
a. Jordtype og surhetsgrad .....	37
b. Jordfuktighet .....	37
3. Gjødsling .....	38
a. Nitrogengjødsel .....	38
b. Kaliumgjødsling .....	40
c. Fosforgjødsel .....	41
d. Magnesiumgjødsling .....	41
e. Borgjødsel .....	42
E. Spesielle forhold som har forbindelse med hulhet ..	43
1. Klasse .....	43
2. Tørrstoff i plantene .....	44
3. Innhold av sukker og syre i fruktene .....	45
4. Fruktform og frukttype .....	45
VI. SAMMENDRAG .....	46
VII. LITTERATUR .....	48

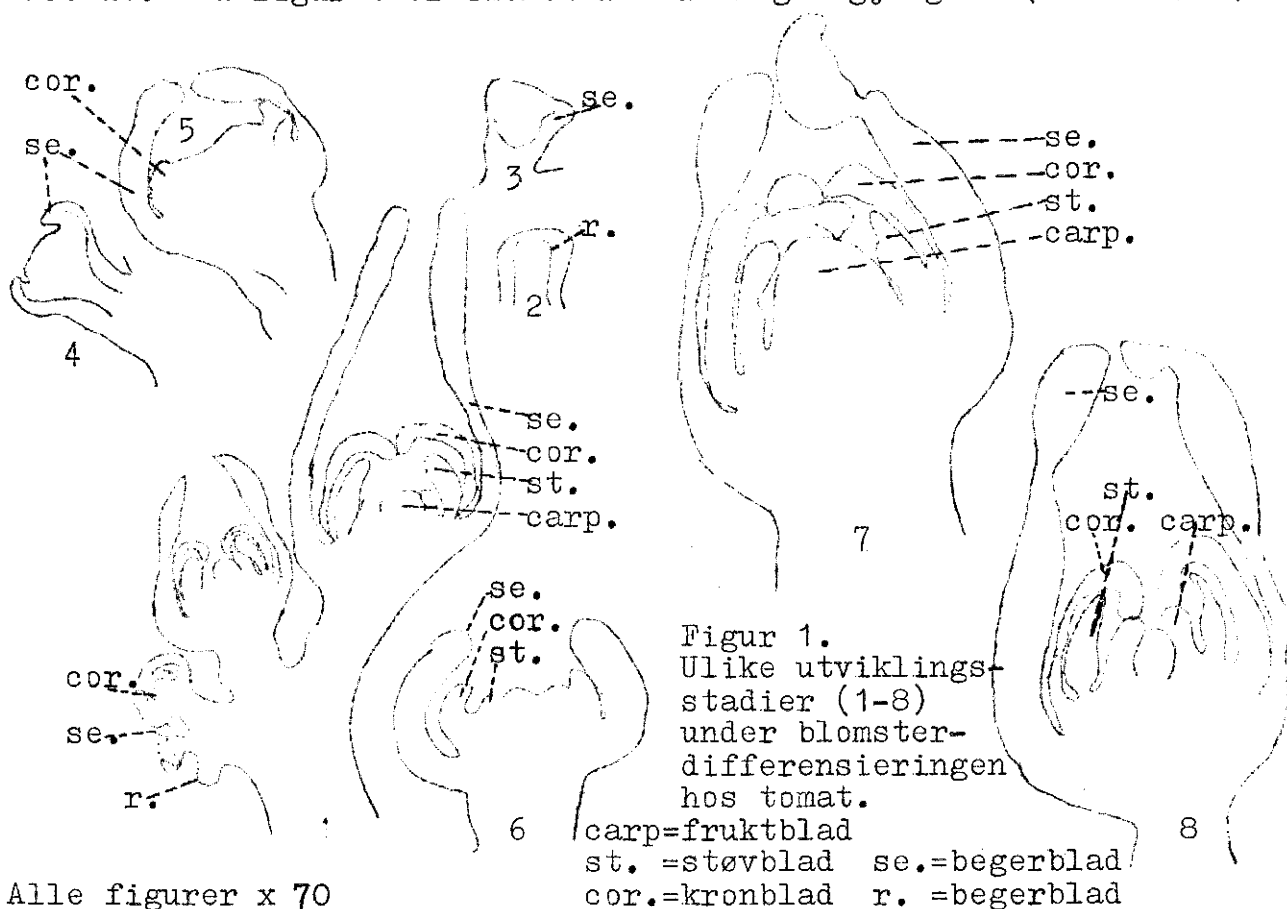
## HULE FRUKTER SOM KVALITETSPROBLEM HOS TOMAT

### I. INNLEDNING

Hule frukter er et alminnelig problem i all tomatproduksjon. Problemene ble først beskrevet av PRICE et al. i 1895. Dette gjalt sorten 'Teracotta' som ble dyrket på friland i Texas. Forskere ved Texas Agricultural Experiment Station var tidlig klar over problemet og satte igang den grunnleggende forskning på dette området. Etersom dette var et dyrkingsområde for frilandstomat, var det særlig den som ble undersøkt. I den senere tid er det forskere i Israel som har interessert seg mest for frilandstomat, mens forskningen i veksthustomat er spredt over hele verden.

### II. GENERATIV UTVIKLING

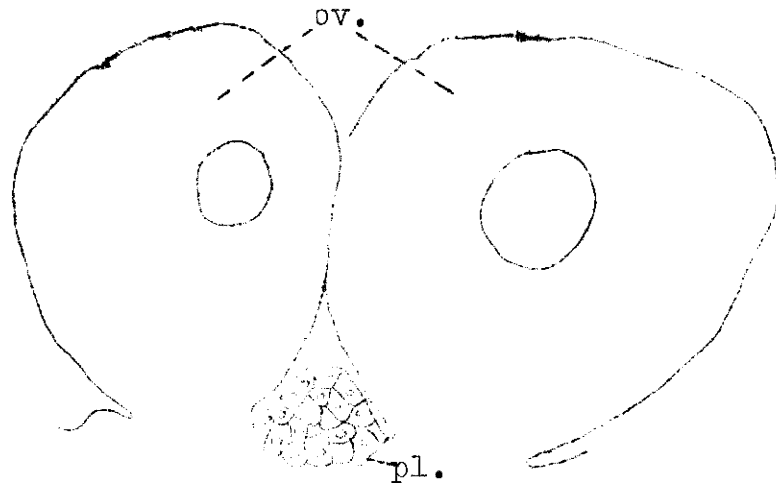
Den generative utviklingen begynner med blomsterdifferensiering. På første klase begynner den få dager etter at frøbladene er foldet ut. På figur 1 er blomsterutviklingen gjengitt (SMITH 1935).



Alle figurer x 70

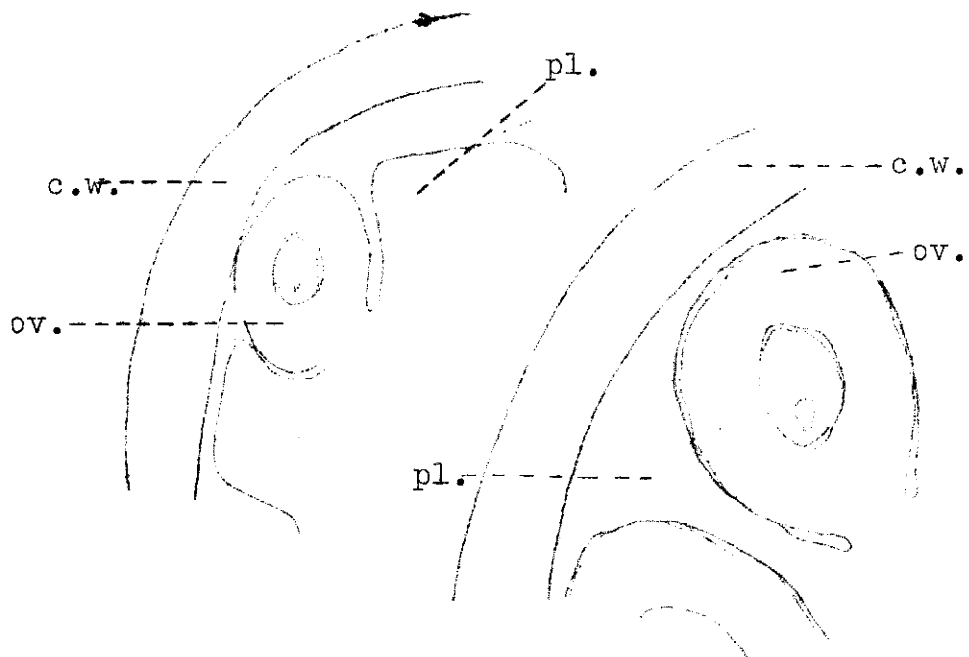
Differensieringen begynner med en forandring av vekstpunktet, dannelse av pollenbladene, kronbladene, begerbladene og til slutt fruktbladene.

For at frøemnene skal utvikle seg til frø og plasenta til geleaktig masse, må det skje en befruktning. Utviklingen av den geleaktige massen er vist i figur 2 (SMITH 1935).



Figur 2. Begynnende vekst av plasenta (pl.) mellom frøemnene (ov.) 60 timer etter pollinering. (300 x forstørret).

I figur 2 er utviklingen vist 60 timer etter pollinering. På dette tidspunkt har den geleaktige massen så vidt begynt å vokse fram mellom frøemnene.



Figur 3. Vekst av plasenta (pl.). Til venstre 151 timer og til høyre 224 timer etter pollinering. (70 x forstørret).

I figur 3 er utviklingen vist 151 og 224 timer etter pollinering. Etter 224 timer har den geleaktige massen omringet frøemnene.

I tida fram til modning (7-9 uker etter pollinering) vil pulpen (geleaktig masse pluss frøene) og veggene vokse. Skjer dette under harmoniske forhold, vil den modne frukten være fylt. Andre forhold kan gjøre at veksten i veggene og pulpen ikke er lik. Vokser veggene mer enn pulpen, vil det dannes hulrom i frukten.

### III. KARAKTERISTIKK AV HULE FRUKTER

Man kan finne fram til hule frukter på to måter. Klemmer man på frukten, vil de være bløtere enn normalt der hulrommet er. Meget ujevne frukter er ofte hule, men det finnes unntak slik at man ikke kan stole bare på synet. Også normale frukter kan være hule, og disse må man klemme på for å få konstatert eventuelle hulrom. En nøyaktigere måte er å skjære gjennom fruktene på tvers, noe som gir et synlig bevis for det ene eller det andre.

Hule tomater kan sannsynligvis deles i fire grupper:

1. Hule frukter danner parthenocarpisk, uten frø.
2. " " med færre frø enn normalt.
3. " " " normalt antall frø.
4. " " hvor pulpen løsner fra veggen (pericarpen).

I de fleste forsøkene som er utført, er det ikke forsøkt å skille mellom disse gruppene. Naturlige parthenocarpe hule frukter er ofte så små at de ikke blir medregnet. Gruppe to kan man tenke seg inneholder dem som er blitt hule p.g.a. dårlig befruktning. Disse fruktene vil ha få frø eller at mange frøanlegg ikke er utviklet. Denne gruppen er trolig mindre representert på friland ettersom pollineringen ikke burde være noe problem der, i hvert fall når dyrkingen foregår under nær ideelle forhold. Gruppe tre inneholder det man vil kalle ekte hulhet. Trolig er det andre faktorer enn de som har med befruktning å gjøre som her gjør seg gjeldende. Frukttypene i gruppe to og tre opptrer om hverandre i veksthus. Hule frukter innen gruppe fire er egentlig ikke hule, men ved gjennomskjæring løsner pulpen fra pericarpen. JENSEN (1971) som beskriver denne type hulhet, mener at den henger sammen med relativ vannmangel.

Ting tyder på at hule frukter og brune karstrenger er to sider av

samme sak. MAYNARD et al. (1959) fant mindre bor i frukter som hadde brune karstrenger eller var hule enn i dem som var normale.

Tabell 1. Bor- og kalsiuminnholdet i tomatfrukter.

Frukttype	Bor ppm	Kalsium Prosent av tørrvekten
Normale	9,6	0,22
Hule	6,3	0,21
Brune karstrenger	6,8	0,22
Korkdannelse	6,6	0,22

JENSEN (1974) mener det finnes et slektskap mellom hule frukter og brune karstrenger. Den reelle forskjellen mellom disse kan være at i det ene tilfellet kan det være spørsmål om en forsiktig, men langvarig vannmangel, og i det andre tilfellet en hurtig fremtredende vannmangel

#### IV. UTBREDELSE

Omfanget av hule frukter i avlingene varierer fra år til år og fra uke til uke innen hver sesong. I årene 1924-1930 hadde salgssavdelingen i Texas fra 2-20% hule frukter (TAUBENHAUS og ALTSTATT 1929). HAMILTON (1930) oppgir at minst 15% av avlingen i Texas går tapt p.g.a. hulrom. HOWLETT (1965) sier at hule frukter er meget utbredt hos de vanligste dyrkede veksthustomatsortene i U.S.A. KEDAR og PALEVITCH (1968) sier at 40-50% av avlingen fra friland ikke kan selges p.g.a. hulrom. Den prosentvise del av avlingen som er hul, varierer fra 0-80%, avhengig av sort og dyrkingsforhold (PALEVITCH og KEDAR 1970). I norske og danske sortsforsøk de siste årene, varierer også mengden av hule frukter beroende på år, sted og sort. Variasjonsbredden er fra 2-70%, mens det vanlige er fra ca. 8-25%.

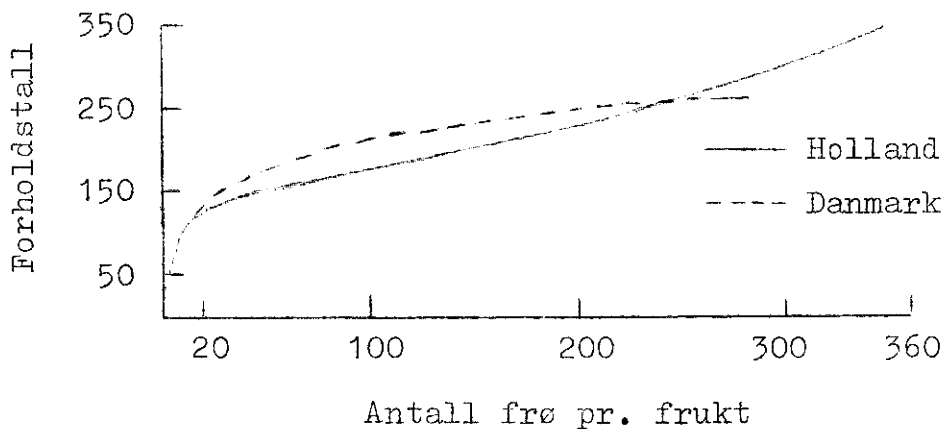
#### V. ÅRSAKER

Årsaken til problemet med hule frukter hos tomat, er det ingen som har kunnet gi noe enkelt svar på. Trolig er det et samspill mellom flere faktorer. I Horticultural abstracts finnes hule frukter un-

der kapitlet om usikre eller ikke parasittære årsaker. Dette viser også noe av usikkerheten bak problemet.

#### A. Befruktning

For å fullføre den generative utviklingen må det skje en befruktning. Full utvikling av frukten er avhengig av at et stort antall frø blir frødd. Hormondannelsen i frøene påvirker veksten hos frukten slik at fruktene blir bedre utviklet enn om det skulle skje en naturlig parthenocarpi. VERKERK (1957) har funnet en slik positiv korrelasjon mellom antall frø pr. frukt og fruktvekt. Fruktvekten pr. frø avtok med økende antall frø. CHRISTENSEN (1960) beskriver også sammenhengen mellom antall frø og fruktvekt. I figur 4 er fruktvekten angitt som forholdstall hvor 10 frø pr. frukt er satt til 100. Med 200 frø pr. frukt er forholdet ca. 230 og 250, og ved 350 frø pr. frukt er vektallet 350.

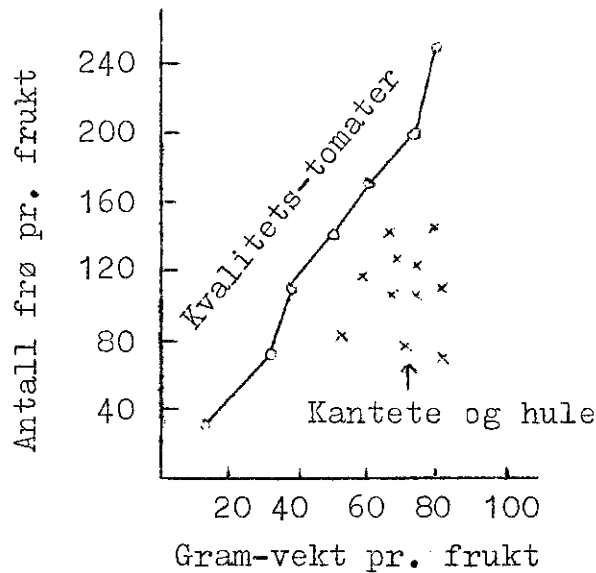


Figur 4. Fruktvekt ved varierende antall frø pr. frukt.

Angitt som forholdstall hvor 10 frø er satt til 100.

Her er det også en økning i fruktvekten med økt antall frø, men sammenhengen er ikke lineær. DEMPSEY og BOYNTON (1965) fikk signifikant korrelasjon mellom frøantall og fruktvekt hos sortene 'Pearson' og 'San Marzano'. Hvert frø økte fruktvekten med ca. 1 gram. ULDAL (1963) har funnet en nær lineær sammenheng mellom antall frø og fruktvekt hos kvalitetstomat, figur 5.





Figur 5. Frøinnholdet i enkle tomatfrukter.

Fruktene som veide fra 50-90 g hadde fra 120-240 frø. Hule frukter hadde færre frø pr. vektenhet. Han kunne ikke finne noen forskjell i frøstørrelsen hos de frø som var utviklet. I stedet fant han i kantete og hule frukter et større eller mindre antall utviklede frøemner. HARRISON og SIDDALL (1961) fant bare 2,8 færre frø i hule enn i normale frukter etter undersøkelser av sortene 'Potential', 'Moneymaker', 'Single X', 'Suttons', 'Bonne Chose' og 'Potentat'. På bakgrunn av at normale tomatfrukter inneholder fra 800-1100 frø, mener de at denne forskjellen er svært liten.

HARRISON (1963) har undersøkt frøinnholdet i nye forsøk. Resultatene er satt opp i tabell 2.

Tabell 2. Observasjon fra 10 par prøver av normale og hule frukter.

	Normale frukter	Hule frukter	S.E.
Forholdet normale/små frø	4,62	7,77	+1,02
Gjennomsnittlig frøantall pr. fruktvolum	2,17	2,09	+0,105
Gjennomsnittlig frøvekt pr. 100 frø (gram)	0,293	0,271	+0,0097

Her ble det konstatert liten forskjell i frøantallet pr. fruktvolum hos normale og hule frukter.

HOWLETT (1965) sier at når få frøemner blir befruktet, blir det også bare få frø til å utvikle frukten som dermed må bli liten og

mangle pulp i et eller flere rom, altså hul.

KEDAR og PALEVITCH (1968) fant ingen korrelasjon mellom antall eller vekt av frø pr. frukt og prosent eller graden av hulhet hos frilandstomat.

Tabell 3. Antall og vekt av frø i normale og i hule frukter hos 'Moneymaker'.

Sted	Dato for undersøkelsen	Antall frukter undersøkt		Gjennomsnittlig antall frø pr. frukt		Gjennomsnittlig vekt (mg) av frø pr. frukt	
		Normale frukter	Hule frukter	Normale frukter	Hule frukter	Normale frukter	Hule frukter
Kinneret (Jordan Valley)	12/02-62	10	20	182,2	173,7	493	504
Mivtahim (Western Negev)	21/03-62	10	20	120,0	128,2	266	256
Rehovot (Coastal area)	30/07-62	17	20	118,0	115,9	351	339
Rehovot (Coastal area)	27/11-62	25	14	130,4	142,6	370	366

Tabell 4. Antall og vekt av frø i frukt av 'Moneymaker' med forskjellig grad av hulhet.

Gj.snitt. fruktvekt i gram	Antall undersøkte frukter	Grad av hulhet					Gjennomsnitt av alle typer
		Ingen	Litt	Middels	Kraftig	Svært kraftig	
		Gjennomsnittlig antall frø pr. frukt					
119,7	100	189,2	183,1	158,6	208,4	181,3	184,1
91,0	415	160,3	165,0	171,6	165,4	172,4	166,9
74,9	507	134,2	154,0	155,1	136,3	156,6	147,2
Gjennomsnitt		161,2	167,3	161,8	170,0	170,1	166,1
		Frøvekt pr. frukt					
119,7	100	470	433	410	469	475	451
91,0	415	294	338	319	286	325	312
74,9	507	294	246	255	266	248	250
Gjennomsnitt		353	339	328	320	349	338

## 1. Pollenkvalitet

Vanligvis produseres det nok pollen, men kvaliteten kan variere mye. Pollenkorn med god spireevne blir karakterisert som store og med god farge. Høy temperatur favoriserer dannelsen av store pollen-korn hos Hyacinthus orientalis (STOU 1930). KURTZ og LIVERMANN (1958) fant at diameteren avtok både ved høy og lav nattetemperatur hos tomat. Det samme var tilfelle ved høy dagtemperatur for pollen av krokfrø, figur 6.

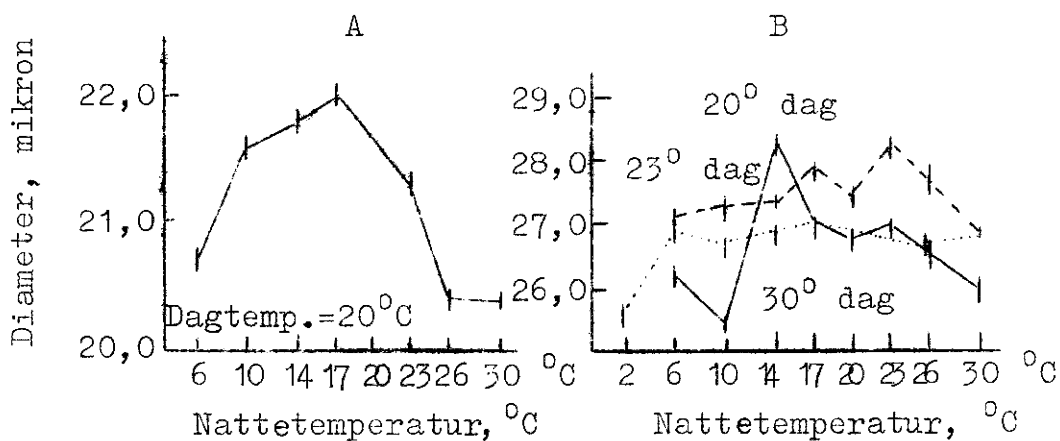


Fig. 6A. Effekt av nattetemperaturen på diameteren hos tomatpollen. Hver vertikal strek representerer et standard avvik fra gjennomsnittet av 20 målinger.

B. Effekt av dag- og nattetemperaturen på diameteren hos krokfrøpollen. Hver vertikal strek representerer et standard avvik fra gjennomsnittet av 30 til 50 målinger.

WENT (1957) og CALVERT (1964) siterer Mrs. Leslie som sier at alt pollen blir abnormalt eller tomt ved temperaturer under 13°C. Ved 30°C er 50% av pollenet levende. MYKLEBUST (1968) sier at 40°C skader pollenet. Sikker på å unngå skade er man først under 30°C. Skadegrensen varierer sannsynligvis med fuktigheten og varigheten av høy temperatur.

PREIL og REIMANN-PHILIPP (1969) kom til at lav nattetemperatur (5°C) under pollendannelsen ikke påvirket utviklingen av vitalt pollen eller produksjonen av parthenokarpe frukter.

CHARLES og HARRIS (1972) mener at den dårlige fruktsettingen de har fått ved 10 og 12,8°C, skyldes dårlig vitalitet i pollenet.

MIKKELSEN (1949) har undersøkt hvordan temperaturen virket inn på pollenstørrelsen hos Pelarginium zonale. Han fikk litt avtagende

størrelse med økt temperatur. Effekten av temperaturen blir videre modifisert av næringstilgangen. God næringstilgang gir også stort pollen ved forholdsvis høy temperatur. ABDALLA og VERKERK (1968) samlet pollen av planter som ble dyrket ved høy temperatur (35°C dag og 25°C natt) og normal temperatur (22°C dag og 18°C natt). Her ble det ingen forskjell på spiringen, men pollenslangen vokste seinere når pollenet hadde utviklet seg ved høy temperatur. Spiring av samme pollen in vivo spirte godt og pollenslangene trengte ned til ovariet i løpet av 24 timer. Det pollenet som var produsert ved høy temperatur og nyttet til pollinering ved normal temperatur, produserte pollenslange i 3 av 10 observasjoner. Få av dem som spirte nådde ovariet i løpet av 48 timer.

Temperaturen er tydeligvis bare en av faktorene som virker på pollenstørrelsen.

McGURIE (1949) kom til at pollen som var samlet under dårlige værforhold, hadde dårligere vitalitet. GOLINSKA-NOSZEZYŃSKA (1959) har undersøkt pollenkvaliteten gjennom året. Et gjennomsnitt av 11 sorter viste 70% sterilt pollen fra 12/11-13/3 og 80% sterilt pollen fra 17/12-13/3.

PREIL og REIMANN-PHILIPP (1969) har målt pollenspiringen og lengden av pollenslangen hos 7 sorter i tidsrommet august-mars:

	Spireprosent	Lengden av pollenslangene
Aug. - Sept.	35,4 - 59,5	236 - 341
Okt. - Nov.	22,5 - 55,8	148 - 282
Jan. - Feb.	31,6 - 61,0	307 - 400 (med tilleggslys)
Feb. - Mars	17,7 - 70,5	148 - 354

Gjennomgående er det de samme sortene som har spirt dårlig (eventuelt godt) gjennom hele sesongen. Variasjon i pollenvitalitet fra august til mars tillegges lysforholdene.

MYKLEBUST (1968) mener at 80% sterilt pollen kan føre til dårlig pollinering. Etter dette skulle det forekomme dårlig pollinering p.g.a. sterilt pollen først i sesongen. MARR og HILLYER (1968) fant at det var 3% misdannet pollen på 1. og 2. klasse, uansett skygging fra 0-63% hos veksthustomat. Misdannet pollen var innskrumpet. På 7. og 8. klasse var det 13% misdannet pollen med 63% skygge, mens kontrollplantene hadde 4% misdannet pollen på tilsvarende klaser. Dette tyder på at vitaliteten avtar noe med økende

klasenummer. Skyggingen reduserte avlingen, men økte ikke prosenten av misdannede frukter signifikant.

ABDALLA og VERKERK (1968) fant at pollen fra skyggede blomster var nesten ubrukbart. Ved 27°C spirte det med 5%. Trolig er dårlig lys en viktig årsak til dårlig pollenvitalitet om vinteren.

Tabell 5. Pollenspiring og pollenslangevekst in vitro ved forskjellig temperatur hos pollen fra blomster produsert ved høy (H) og normal (N) temperatur og hos skyggede blomster (S).

Spiring ved °C	Spireprosent etter 5 timer			Pollenslangens lengde i mm etter 24 og 28 timer					
	H	N	S	H		N		S	
22°	63	60	0	2,8	5,6	3,7	5,2	0,0	0,0
27°	69	67	5	3,6	5,8	6,1	7,5	3,0	4,5
34°	42	55	3	3,0	4,0	3,6	5,5	3,3	4,0
42°	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

### 3. Pollenoverføring

Hos tomat hvor det hovedsakelig er selvpollinering, skulle ikke pollenoverføringen by på problemer. På friland hvor insekter, vind og veksling i rel. fuktighet gjennom døgnet påvirker pollineringen, overføres trolig nok pollen. I veksthus med et stille, fuktig klima, er det mange detaljer som påvirker pollenoverføringen. Blomsterbygningen kan være av betydning når pollen skal overføres.

LESLEY (1924) mener at kortgrifledede sorter er sikrere selvbestøvere enn de med lange griffler. SCHNECK (1928) har funnet at amerikanske sorter generelt har lengre griffel enn pollenknapper, mens engelske sorter har kortere griffel enn pollenknapper. De amerikanske sortene krever mer omtanke under pollineringen.

CHRISTENSEN (1960) mener at de vanligste dyrkede sortene i Danmark har forholdsvis lang griffel.

Om griffellengden kan være sortsbestemt, er det flere faktorer som påvirker den. BURK (1929) dyrket sorten 'Bonny Best' ved kort dag (8 timer) og lang dag (16 timer). Ved kort dag ble griflene mye lengre enn støvknappene, mens de i lang dag ikke rakk over støvknappene. Om vinteren var griflene hos 'Bonny Best' 1/16 - 3/16 tommer lengre enn støvknappene. Til sammenligning var griflene

hos 'Princess of Wales' 1/16-1/32 tomme kortere enn støvknappene. HOWLETT (1939) har undersøkt griflene (+ovariet) og lengden av støvknappene hos mer enn 50 sorter. Forandring i relativ lengde hos disse organene lå hovedsakelig i lengden av griffelen. Lengden av støvknappene varierte også, men mye mindre. Ovariet såvel som griffelen var årsak til variasjonene i griffellengden, men hovedsakelig griffelen. Etter undersøkelse hos 30 sorter på 1. klasse i mars, kunne han klassifisere dem.

Arret helt inne i pollenknappkjeglet	Arret like innenfor pollenknappkjeglet	Arr og pollenknappkjegle i samme høyde	Arret godt over toppen av pollenknappkjeglen
Ingen sorter	'Best of All' 'Break O' Day' 'Earliest of All' 'Marglobe' 'Rutgers'	'Bonny Best' 'Globe' 'Comet' 'Perfection' 'Sureset'	'Indiana Baltimore' 'New Stone' 'Norton' 'Ponderosa' 'Majestic'

Maksimal lengde på griffelen (uten ovariet) i forhold til pollenknappene, fikk han når plantene ble dyrket under en periode med relativ kort dag, ved lav lysintensitet eller ved god tilgang på lett tilgjengelig nitrogen. Kort griffel ble oppnådd under lang dag, høy lysintensitet og moderat tilgang på nitrogen. WILLIAMS (1960) har målt forholdet griffel/støvbærer på de to første blomstene på første klasse. Ved 18,3°C og kort dag (8 timer) sammenlignet med lang dag (16 timer), økte forholdet lite, men signifikant fra 0,96 til 1,00. Høy temperatur 21,1°C sammenlignet med 13,9°C ved 16 timers dag, forandret forholdet fra 0,84 til 1,01, en økning på 20%. Sorten 'N36' med et griffel/støvbærerforhold på 1,12 satte bare 16,2% av blomstene, mens 'D36' som hadde et lavere griffel/støvbærerforhold (0,96) satte 60% av blomstene.

HOWLETT (1965) mener at foredlingsprogrammet for veksthustomat i U.S.A. ikke har tatt nok hensyn til utvikling av blomster som tilfredsstillende pollenoverføringen. Lite oppmerksomhet er det også blitt ofret på de faktorene som påvirker den relative lengden av pollenknappene og griffel hos nye F<sub>1</sub>-hybrider. På den andre siden foregår pollineringen lett hos engelske sorter, og det er her liten bruk for mekanisk pollinering, f.eks. vibrator. I U.S.A. er arret meget hyppig i samme høyde som pollenknappene og ofte omhyl-

ler pollenknappene griffelen så tett at pollenoverføringen blir sterk redusert. Som en konsekvens av dette har fruktene en tendens til å ha få frø, og mye hule frukter.

RICK og DEMPSEY (1969) undersøkte forholdet mellom posisjon av arret og settingen. De brukte foredlingene 'VF 36' med lavt arr og 'VF6' med høyt arr. Her fant de en nær korrelasjon mellom lavt arr og bedre selvpollinering som igjen førte til bedre setting.

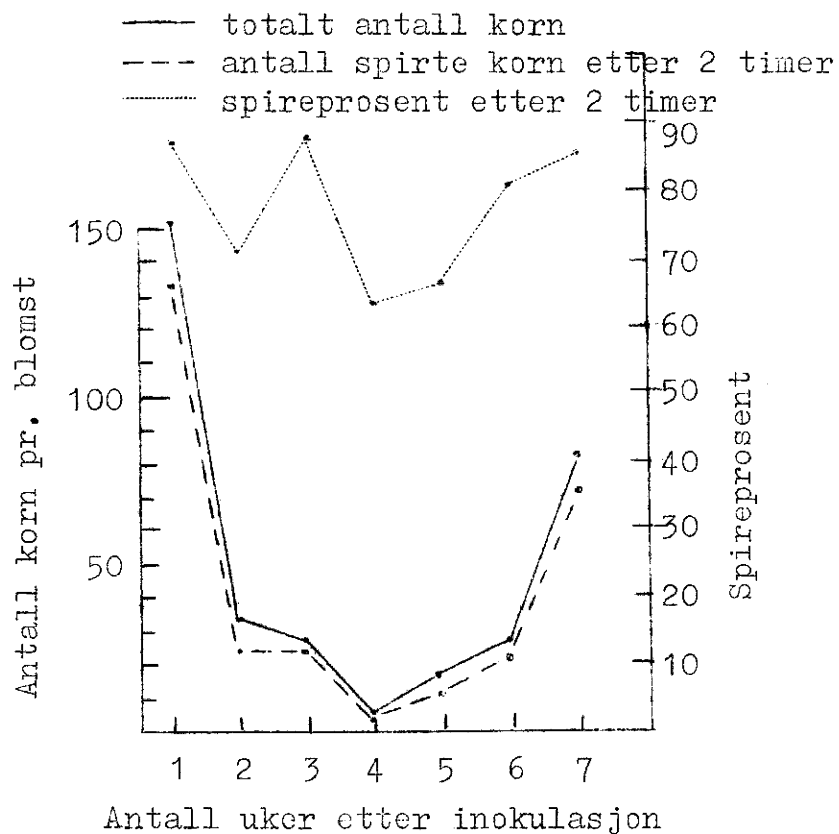
CALVERT (1973) mener at forhold som gjør griffelen lengre enn pollenknappene slik at arret stikker ut, vil gjøre selvpollineringen dårlig, med redusert fruktsetting som resultat.

COYNE (1968) har undersøkt hvordan jordfuktigheten påvirket griffellengden hos 5 frilandssorter, dyrket ved høy temperatur. Under jordfuktighetsstress viste to av sortene signifikant økning i griffellengden. Hos en av sortene hvor griffelen nådde 2 mm over pollenknappene, ble ikke pollineringen og fruktsettingen alvorlig hindret. De andre sortene fikk ikke signifikant økning i griffellengden ved lav jordfuktighet, og griffelen var lavere enn pollenknappene.

WAGNER (1956) har beskrevet blomsterbygningen hos noen tomatsorter. Enkelte har små arr, andre store. Videre kan de være udelt eller mer eller mindre oppdelt. Han mener dette har betydning for hvor lett pollenet hefter seg til arret. Etter forsøk utført av VAN KOOT og VAN RAVESTIJN (1963) skal virusinfeksjonen virke på klebingen av pollenet til arret. Fra 2-6 uker etter inokulasjon av TMV på plantene, var det bare en liten del av normale pollen-korn som ble funnet på arret. Ved en slik moderat virusinfeksjon som dette var, så det ut til at det er festingen av pollenet til arret som er problemet (se figur 7).

For å få en bedre pollenoverføring har man nytted flere hjelpemidler. Det kan være kamelhårsbørster, bier, slå på strengene, elektriske vibratorer eller en sterk luftstrøm.

I 1945 beskrev COTTRELL-DORMER bruk av en elektrisk vibrator for å forbedre pollineringen. Den vibrerte hver enkelt blomst slik at den passet best for forsøksbruk. WITTWER (1949) undersøkte effekten av vibrering på 9 sorter veksthusmat. De fleste sortene reagerte med å gi større avling uten "alvorlige defekter". Fruktvekten økte også i de fleste tilfellene. For sorten 'Potentat' ble det ingen signifikant avlingsøkning og fruktvekten gikk ned.



Figur 7. Spiring og hefting av pollen til arret etter forskjellig stadium av virusinfeksjon.

HONG og VERKERK (1953) kom fram til at vibrering ga større avling, bedre sortering, tidligere avling og større gjennomsnittsvekt pr. frukt. Antall frukter pr. plante ble redusert med vibrering. Sortene var 'Ailsa Craig' og 'Tuckqueen'. Senere undersøkelser med de samme sortene (VERKERK 1963) førte til de samme resultatene. I tillegg ble frøtallet i fruktene undersøkt. I frukter à hundre gram førte vibreringen til betydelig økning i antall frø.

KERR og KRIBS (1955) sammenlignet bruk av elektrisk vibrator med å slå på strengene. Vibreringen tok dobbelt så lang tid, men det ga større frukter av bedre kvalitet og de modnet hurtigere. Vibrerte planter produserte både et større antall og flere salgbare frukter. GIBSON (1959) har flere vibreringsforsøk med sortene 'Ware Cross' og 'Syston Cross'. Ved å vibrere 6 dager pr. uke og maksimum tre klaser pr. dag, er han kommet fram til bedre setting, færre blomster pr. klase, noen flere frukter pr. plante, mye større tidlig-avling og noe større totalavling i ett forsøk. I et annet tilsvarende forsøk førte vibreringen til bedre setting, færre blomster



pr. klase, signifikant større tidligavling og samme totalavling. Ettersom sortene reagerte noe forskjellig, kan det være at variasjonen er mye større mellom andre sorter, mener han. Hos sorten 'Ware Cross' resulterte vibrering 1 gang pr. uke til bedre setting enn ikke vibrering og 6 ganger vibrering bedre enn 1 gang. Vibrering 6 ganger pr. uke ga færre blomster enn 1 gang. Frukter pr. plante økte med vibreringen. Vibrering 2 og 3 ganger pr. uke hadde liten effekt over 1 gang. VAAGE (1959) fant at vibrering ga økonomisk lønnsomt utbytte på 1. klase. Fruktmodningen på 1. og 2. klase er framskyndet, samt at fruktkvaliteten ble bedre. Fruktvekten økte på 1. klase, men avtok på de tre følgende. Fruktavlingen på de fire første klasene avtok med vibrering. ROSS (1963) har undersøkt effekten av vibreringen i et 4-årig forsøk. I de 4 første ukene økte avlingen med 0,454 kg pr. plante når vibratoren ble brukt på de 4 første klasene 3 ganger pr. uke.

CHRISTENSEN (1960) har sammenlignet risting, elektrisk vibrator og tåkesprøyte. Her har både risting og tåkesprøyte gitt dårlige resultater. Tåkesprøyten har ikke gitt den ønskede vibrasjon i plantene. Bruk av vibrator har vært positiv. Den førte til at man kunne begynne høstingen 8-10 dager tidligere. Særlig var hurtigere utvikling utpreget på 1.-2. klase hos tidlig plantede kulturer. Setter ubehandlet 1. klase til 100, har de to tilsvarende vibrerte gitt henholdsvis 180 og 190 i utbytte. Antall frukter har både vært færre og flere enn ubehandlet. Fruktvekten har generelt vært større når det vibreres. Er fruktvekten hos kontrollen 100, har den vært fra 135-160 hos de vibrerte ledd. Den forbedrede kvalitet som vibratoren har ført til, kan for en stor del tilskrives færre "aper". Det totale utbytte har variert fra +5% til 12% ved bruk av vibrator sammenlignet med ubehandlet.

KEPCKA (1966) har en omfattende undersøkelse over virkning av vibrator og håndristing. Behandlingen ble gitt hver dag, annenhver dag og to ganger i uka. Både for håndristing og elektrisk vibrator har behandling hver dag gitt størst avling. Den videre rekkefølgen er annenhver dag, to ganger pr. uke og kontrollen. Settes kontrollen for gjennomsnitt av årene 1959 og 1960 til 100%, gir håndristing 127,6% og elektrisk vibrator 158,3% tidligavling. Den tilsvarende totalavlingen for henholdsvis håndristing og elektrisk vibrator er 118,8 og 120,0. Disse gode resultatene bør ses i sammenheng med de små avlingene (1,2-3,0 kg tidligavling og 6,2-9,5 kg

totalavling) som trolig henger sammen med tidlig avsluttet høsting. Den elektriske vibratoren hindret hulromdannelsen i alle behandlingene. En annen batteridrevet vibrator førte til at 1 av 10 frukter ble hule når det ble vibrert 2 ganger pr. uke. Hos kontrollen var 3 á 10 frukter hule og før håndristing økte hulromdannelsen med avtagende behandling. Håndristing hver dag ingen hule, annenhver dag 1 hul og 2 ganger pr. uke 3 hule á 10, det samme som kontrollen.

Behandlingene førte til mindre tørrstoff i fruktene. Mens kontrollen hadde 6,6%, hadde de håndristede 5,9% og de vibrerte 4,7% uavhengig av antall behandlinger pr. uke. De vibrerte fruktene var mer høyrunde enn kontrollen. RIVOIRA og DEIDDA (1969) fikk tidligere modning, økt fruktvekt og antall frø ved bruk av vibrator. Vibratoren ble brukt 3 ganger pr. uke. HOMUTESCU et al. (1969) har også fått noe tidligere modning og redusert fruktantall, mens avlingsøkningen var 3%. En sammenligning av slåing på strengene og bruk av elektrisk vibrator er gjort av KRETCHMAN (1970 a). Vibreringen førte til at det ble flere store og middels store frukter, mens antall små avtok. Verdien av avlingene ble signifikant forskjellig, men det er likevel tvilsomt om merverdien oppveier arbeidet med vibreringen. HARTRATH (1972) har sammenlignet vibrator, risting og slå på opphengingen med ubehandlet ledd. Dette ga som resultat at vibratoren førte til større frukter, og det ble færre i de minste vektklassene. Risting og slåing virket ikke så godt som vibrering, men noe effekt var det i samme retning som vibrator. Behandlingen skjedde mellom klokken 11<sup>30</sup> og 12<sup>30</sup>.

KRETCHMAN et al. (1971 a) forsøkte vibrator og slå med hammer på henholdsvis et rør langsetter rekka som plantene var bundet til og en lekt med vinge langsetter rekka. Vibratoren resulterte i signifikant (L.S.D.<sub>5%</sub>) større avling, større frukter, større prosent Standard I og mindre hulhet. Forskjellen mellom de to andre metodene var svært liten.

SHORT og BAUERLE (1972 a og b) og BAUERLE og SHORT (1973 a) har undersøkt virkningen av vibrator, luftstrøm fra tåkesprøyte og slå på oppbindingen. Vibratoren ga signifikant (H.S.D.<sub>5%</sub>) mindre hulhet i alle tre forsøkene enn de andre metodene. Avlingen var tilsvarende signifikant for vibrator sammenlignet med å slå på opphengingen i alle forsøkene, men for tåkesprøyten bare i ett forsøk. I det siste forsøket hvor frøantallet pr. frukt ble undersøkt, var

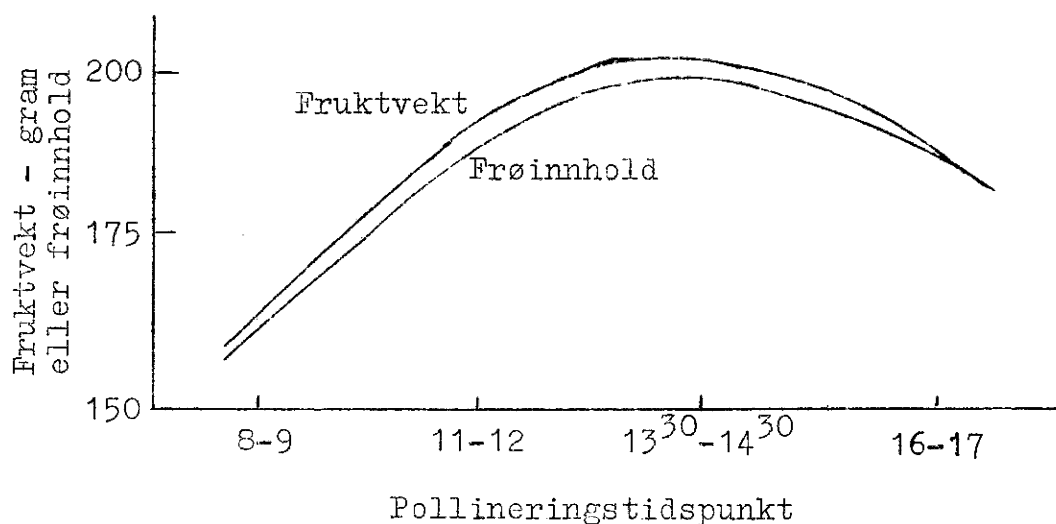
det 2-3 ganger større i vibrerte frukter enn for de andre metodene. BAUERLE og SHORT (1973 b) har sammenlignet vibrator, luftstrøm og å slå med hammer på et rør i radens lengderetning som plantene var bundet til. I en sommerkultur ble det signifikant mindre hulhet ved å bruke vibratoren enn å slå på røret. Det ble ingen forskjell mellom luftstrømmen og vibratoren. Tilsvarende høstkultur resulterte ikke i noen forskjell mellom metodene. SHORT og BAUERLE (1973) har bygd et eksentrisk sprinkelverk som vibrerer alle plantene samtidig. Dette er sammenlignet med vibrator og luftstrøm. Vibratoren ga signifikant (H.S.D.<sub>5%</sub>) mindre hulhet enn luftstrømmen og langt mindre enn det nye sprinkelverket. Sprinkelverket viste seg ikke å være tilfredsstillende fordi plantene ikke ble likt vibrert. En forbedring av dette systemet med synkroniserte luftsylindere er forsøkt av SHORT og BAUERLE (1974). Her ga også vibratoren signifikant (H.S.D.<sub>1%</sub>) mindre hulhet enn det nye systemet i en vårkultur. Vibratoren ga også signifikant flere frø pr. frukt. I en høstkultur ble det ingen signifikant forskjell mellom metodene.

NEISWANDE (1956) har brukt bier samtidig med vibrator. I en høst- og en vårkultur var den elektriske vibratoren bedre enn biene, men best var denne kombinasjonen. At man ikke får så god virkning av biene, henger sammen med at tomatblomsten ikke inneholder nektar.

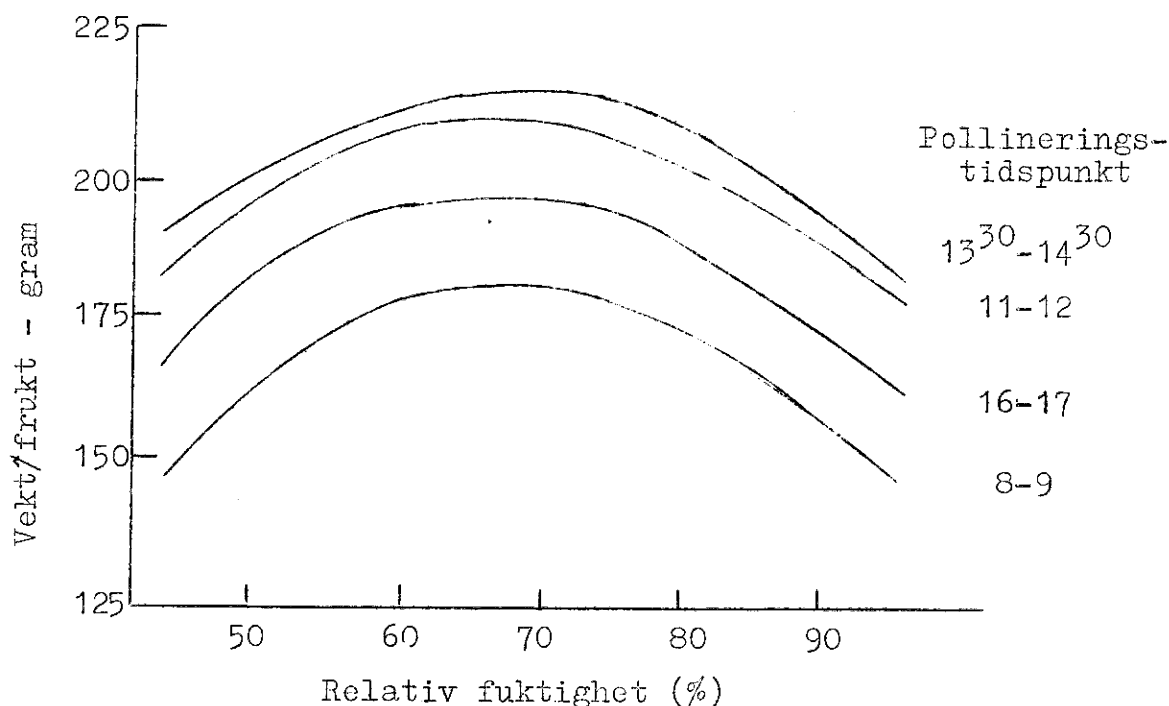
Som det går fram av den refererte litteraturen, vil en elektrisk vibrator øke avlingen og forbedre kvaliteten. Den forbedrede kvaliteten er bare spesifisert i noen forsøk. Vanligvis er det vel slik at ved sortering har de fått en større prosent i beste sortering. I enkelte forsøk (SHORT og BAUERLE) er det blitt mindre med hule frukter. Vibreringen har ført med seg tidligere modning. Dette er en fordel, særlig for tidligproduksjonen. I de forsøk hvor det er undersøkt, er det funnet flere frø pr. frukt ved vibrering. DEMPSEY og BOYNTON (1965) har funnet at det er signifikant korrelasjon mellom tidlig modning og frøantallet. Dette skulle tilsi at det er det økte frøtallet ved vibreringen som framskynder modningen.

CHRISTENSEN (1960) tilrår bruk av vibrator i det tidsrom hvor luften er tørrest. Pollenet vil da løsne lettest, og en derpåfølgende overbrusing vil tilføre luften nok fuktighet til spiring. Best ville det være å vibrere fra 9-11 om formiddagen, og eventuelt fra 13-15 om ettermiddagen. KEPCKA (1966) har pollinert klokken 7-8,

12-14 og 17-18. Pollineringen mellom kl. 12 og 14 ga størst tidligavling, totalavling og avling av markedsførte frukter. De to andre pollineringstidsrommene ga også bedre resultat enn kontrollen. KRETCHMAN (1970) har pollinert i fire tidsrom på dagen. Det var kl. 8-9, 11-12, 13<sup>30</sup>-14<sup>30</sup> og 16-17. Både fruktvekt og frøantall var størst ved pollinering kl. 13<sup>30</sup>-14<sup>30</sup>. Nest best var pollinering mellom kl. 11 og 12, men her var det liten forskjell fra kl. 16-17. Han fant at uansett pollineringstidspunkt var luftfuktighet 65-75% RF best.



Figur 8. Forholdet mellom pollineringstidspunkt på dagen og fruktvekt og antall frø i modne frukter.



Figur 9. Forholdet mellom relativ fuktighet og pollineringstidspunkt følgende størrelser av modne frukter.

WIKESJØ (1974) mener vibreringen bør skje mellom kl. 9 og 11.

Disse forsøkene viser at det er bedre å begynne for sent enn for tidlig med pollineringen. Man skulle tro at mellom kl. 13 og 15 kunne det passe med pollineringen. Da er det heller ikke så lang tid før fuktigheten i huset stiger, og det vil bli en mer tilfredsstillende spiring av pollenet.

I forsøkene til GIBSON (1959) ga 3 eller 6 gangers vibrering pr. uke omtrent samme avling. CHRISTENSEN (1960) mener det bør vibreres systematisk annenhver dag, og i vanskelige perioder hver dag. KEPCKA (1966) har fått liten forskjell i mengden kvalitetsfeil (hulrom og grønn pulp) om det ble vibrert hver dag eller to ganger i uken. Nyttets vibrator er det altså nok å bruke den to ganger pr. uke, men ved håndristing bør dette gjentas hver dag. KRETCHMAN og HOWLETT (1969) har i en høstkultur fått nær samme avling og like mye hulhet om det ble vibrert hver dag, annenhver eller hver fjerde dag. I en vårkultur ble det oppnådd nær tilsvarende resultater om det ble vibrert hver dag, hver tredje eller hver femte dag. KRETCHMAN og HOWLETT (1970) har registrert avling og hulhet i en høstkultur og to vårkulturer som ble vibrert hver dag, hver tredje dag og hver femte dag. Bare i høstkulturen ble det signifikant mindre avling med vibrering hver femte dag. Ikke i noe tilfelle ble det signifikant forskjell på hulhet, men i alle forsøkene har det vært en tendens til minst hulhet når det ble vibrert hver tredje dag.

WIKESJØ (1974) mener at det bør vibreres hver dag, og i det minste annenhver dag i februar/mars, eller når de to første blomsterklassene blomstrer.

Man vil utvilsomt få en mer verdifull avling ved bruk av elektrisk vibrator. Noe annet er om man har igjen for ekstraarbeidet som følger med vibreringen. CRISTENSEN (1960) regner med å vibrere 300-400 m<sup>2</sup> pr. time. KRETCHMAN (1970 a) har fått signifikant mer verdi ved bruk av vibrator sammenlignet med å slå på strengene. Mer tvilsomt var det om verdien betalte ekstraarbeidet med vibreringen.

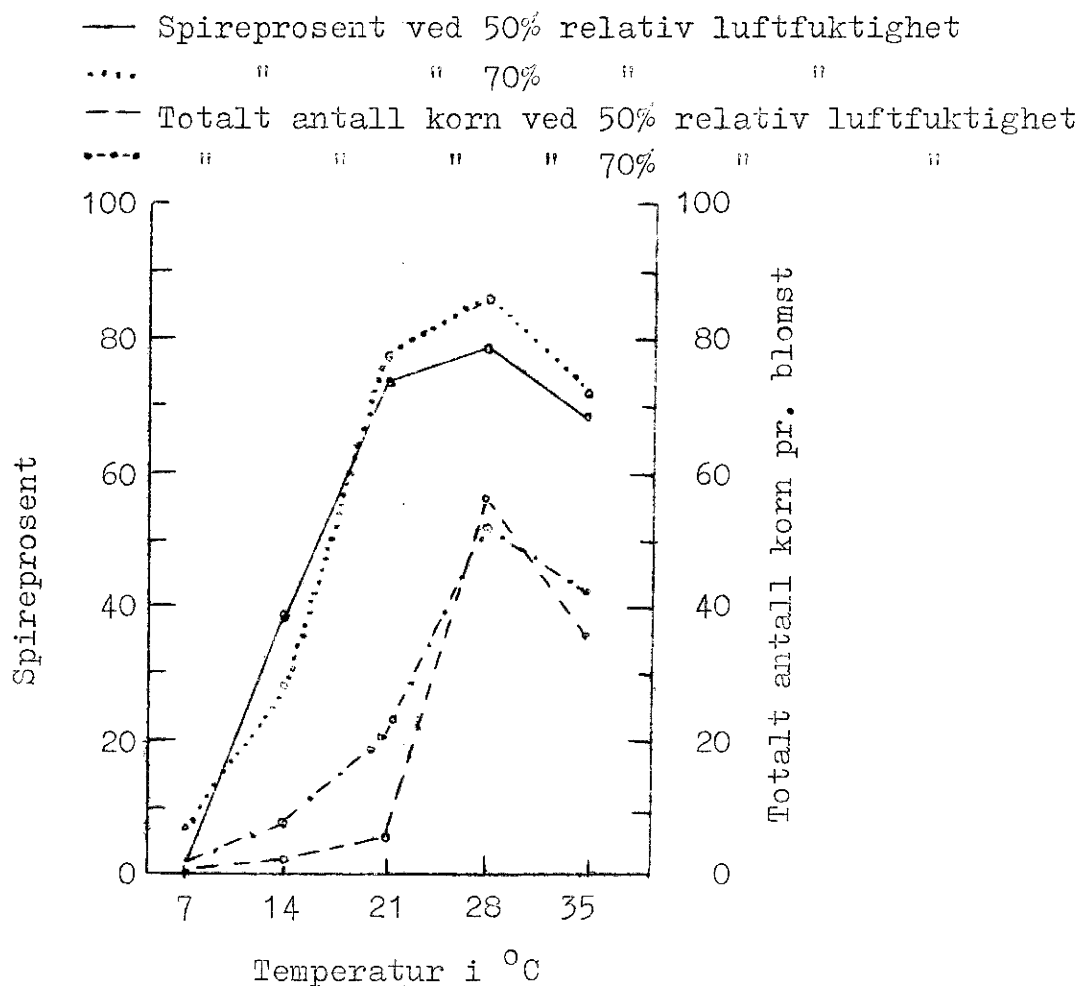
### 3. Pollenspiring og vekst av pollenslangen

SMITH (1935) fastslo at arret var mottagelig i ca. fire dager om sommeren, og at befruktningen skjedde først 50 timer etter polli-

neringen. JUDKINS (1940) har undersøkt samme forhold hos sorten 'Globe'. Denne var mottagelig for pollen ca. 2 dager før anthesis om sommeren. Vanligvis tok det 2-3 dager fra pollinering til befruktning. OREL og SAMORODOVA-BIANKI (1956) fant at forholdene for spiring og befruktning var mest tilfredsstillende på den 6. dagen etter emaskulering av gulgrønne knopper. Etter undersøkel-sene til AJZENSTAT og SIPILOVA (1957) er spiringen dårlig på nylig åpne blomster. Best spirer pollenet på 3-4 dager gamle blomster. God spiring var det også på 7-8 dager gamle blomster. Ble blomstene mer enn 8 dager gamle, spirte pollenet dårlig. Fruktsettingen var også best når pollenet spirte best. ETZEL (1966) fant at pollen som var samlet samme dag som anthesis, var mest vitalt. En dag før eller en dag etter anthesis hadde nest best pollen. SOOD og SAINI (1971) fant at arret ble mottagelig 16 timer før anthesis og forble det i 5 dager. Best fruktsetting ble det når pollineringen skjedde samtidig med anthesis.

Mottageligheten hos arret og muligheten for pollenet til å spire, er sterkt influert av temperaturen. SMITH (1935) og SMITH og COCHRAN (1935) har undersøkt pollenspiringen ved 10°C, 21,1°C, 29,4°C og 37,8°C. Griffelen ble undersøkt og pollenslangen målt hver sjette time over en periode på åttifire timer fra pollinering. Det ble funnet at pollenet forble inaktivt i noen timer etter at det var avsatt på arret. Ved 21,1°C og 29,4°C var det dannet korte pollenslanger etter 6 timer, mens det ved 37,8°C bare var spirt 0,1% etter 12 timer og bare 3,9% etter 84 timer. Spiringen var best ved 29,4°C, men forskjellen fra 21,1°C var svært liten. Ved 10°C var spiringen og pollenslangeveksten dårligere enn ved 21,1°C og 29,4°C, men bedre enn ved 37,8°C. Maksimal pollenspiring var 66%, noe som forekom etter 60 timer ved 21,1°C og 29,4°C. Ved 10°C spirte 21,5% etter samme antall timer.

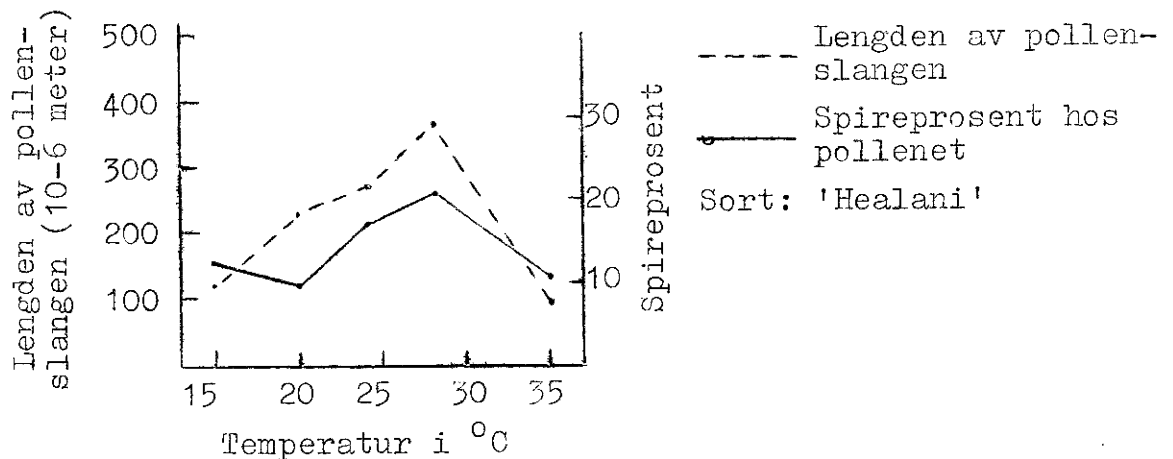
Ved STATENS FORSØGSVIRKSOMHED I DANMARK (1960) er temperaturens virkning på pollenspiringen undersøkt i en 2,5% fruktsukkeroppløsning. Temperaturene 20°C, 25°C og 30°C ga spireprosenten 71, 62 og 46. VAN KOOT og VAN RAVESTIJN (1963) fant også sammenhengen mellom pollenspiring og temperatur, se figur 10.



Figur 10. Spiring og klebing av pollen til arret ved forskjellig temperatur og luftfuktighet.

Ved 7<sup>o</sup>C var spiringen etter 2 timer praktisk talt null. Mellom 7<sup>o</sup> og 21<sup>o</sup> steg den jevnt og nådde maksimum ved ca. 25<sup>o</sup>C. Videre økning i temperaturen reduserte spireprosenten. Spirehastigheten økte med temperaturen opp til ca. 30<sup>o</sup>C som er optimum. Sorters reaksjon på temperaturen angående pollenspiring er undersøkt ved HARROW RESEARCH STATION, ONTARIO (1963). Her viste det seg at pollen fra forskjellige sorter spirte i ulike temperaturområder. Hos sortene 'Michigan-Ohio Hybrid', 'Spartan Pink 10' og 'Tuckcross 0' spirte pollenet i området 12,8-29,4<sup>o</sup>C. 'Vinequeen' og 'Spartan Red 8' hadde et snevrere temperaturområde, 18,3-26,7<sup>o</sup>C. Pollen av 'Ohio WR7' spirte fra 15,6-29,4<sup>o</sup>C. De konkluderte med at nattetemperaturer under 12,8<sup>o</sup>C og dagtemperaturer over 26,7<sup>o</sup>C kan være skadelig for pollenspiring, vekst av pollenslangen og fruktsetting for visse

sorter. ABDALLA og VERKERK (1968) kom til at optimal spiretemperatur for pollen lå nær 27°C. Lengden av pollenslangen ble også størst ved denne temperaturen. Høyere temperatur førte til retardert spireprosent. TORFS (1968) har undersøkt temperaturens virkning på pollenspiring in vitro hos sortene 'Mechelse Export', 'Eurodominant', 'Hollandia's Special', 'Hollandia's Glorie', '65-66' og 'Multicross'. For alle sortenes vedkommende gjaldt det at de spirte best ved enten 20°C eller 25°C. Bare for 'Multicross' var det vesentlig forskjell på de to temperaturene. For denne sorts vedkommende var 20°C langt bedre enn 25°C. Spiretemperaturen ble også undersøkt ved ulik relativ fuktighet hos sortene 'Hollandia's Special', 'King', 'Eurodominant' og 'Isabelle'. For 'Hollandia's Special' og 'King' var 25°C best ved RF 50%, 70% og 90%. 'Eurodominant' spirte best ved 20°C og RF 90% og 'Isabelle' ved 25°C og 50% RF. ANON. (1973) fikk økt spiring og vekst av pollenslangen opp til 28°C hos sorten 'Healani' i in vitro-forsøk, figur 11.



Figur 11. Effekt av temperatur på pollenspiring og pollenslangevekst. (Borkonsentrasjon 100 ppm).

PREIL og REIMANN-PHILIPP (1969) har funnet at temporær lav temperatur (0-2°C/15 timer) ikke skadde pollenslangen som begynte å vokse ved heving av temperaturen.

Foruten at fuktigheten virker inn på frigjøringen av pollen, virker det også på spiringen. VAN KOOT og VAN RAVESTIJN (1963) har undersøkt pollenspiringen under forskjellige værforhold.



Tabell 6. Spiring av pollen under forskjellige værforhold.

Værforhold	Spireprosent	
	på arret etter 2 timer	in vitro
Skyet (svært høy luftfuktighet)	30,2	14,2
Skyet (ganske " " )	74,4	33,2
Solskinn (moderat " )	86,9	48,9

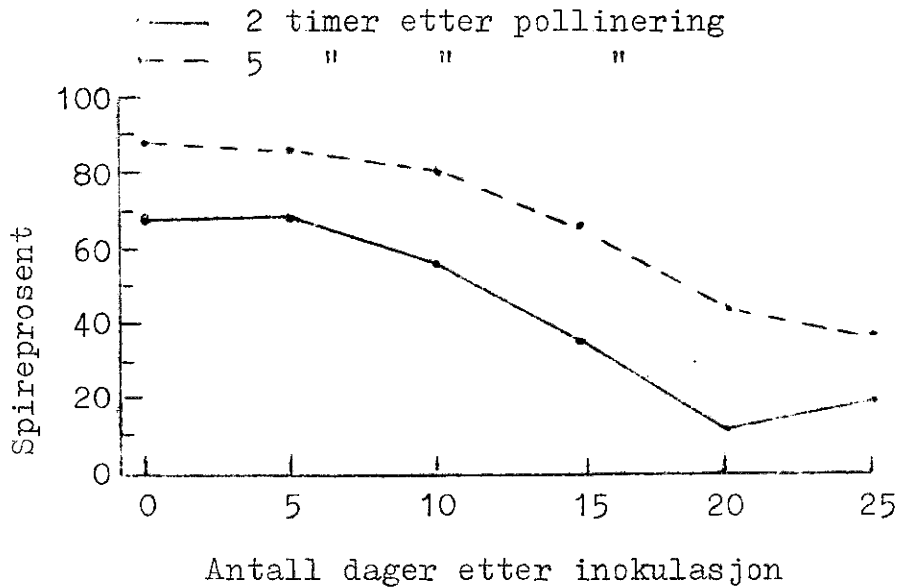
På en solskinsdag med moderat luftfuktighet var spireprosenten omtrent tre ganger så høy som på en skyet dag med svært høy luftfuktighet. Forholdet mellom spiring in vivo og in vitro er ganske konstant, og spireprosenten in vitro har vært ca. halvparten av in vivo. I forsøk med skygging og overbrusing viste det seg at spireprosenten avtok ved skygging og enda mer ved **overbrusing**. Ved spiring under konstant luftfuktighet har pollenet spirt noe bedre ved 70% RF enn ved 50% RF i det optimale temperaturområdet. TORES (1968) fant at optimal spiring lå mellom 70 og 90% RF ved 25°C. Ved 30°C var det en nedgang i spireprosenten fra 70% til 90% RF. I forsøkene til PREIL og REIMANN-PHILIPP (1969) kom det fram at høy luftfuktighet sammen med høy temperatur reduserte vitaliteten til pollenet betydelig. Pollenspiringen opphørte nesten ved 100% RF og 35°C, men pollenslangen vokste til ovariet ved denne temperaturen hvis RF bare var 35%. KRETCHMAN (1970 b) har i sine pollineringsforsøk kommet fram til at 65-75%RF er optimalt.

Effekten av lys kommer ikke tydelig fram i noen av de refererte forsøkene. Dette kommer av at lys og fuktighet henger så nøye sammen at det er vanskelig å registrere effekten av de enkelte faktorene i samme forsøk. I forsøket til VAN KOOT og VAN RAVESTIJN (1963) er skygging tatt med, men om den reduserte pollenspiringen er en enkel lysfaktor, fuktighetsfaktor eller en blanding av disse, er usikkert.

Behandling av plantene med pesticider kan skade pollenet. GENTILE et al. (1971) har prøvd en 1000 ppm løsning av ulike insekticider. Med parathion ble pollenslangen redusert 80%, azinfosmethyl 50%, dicofol 18,5%, endosulfan 24% og diclorous 41,4%.

Virus virker inn på pollineringen er det fastslått av VAN KOOT og RAVESTIJN (1963). De inokulerte planter med TMV med 5 dagers mellomrom. På samme tidspunkt og under like forhold kunne pollenspi-

ringen undersøkes etter forskjellige perioder etter inokulasjon, se figur 12.



Figur 12. Spireprosent ved forskjellig stadium etter virusinfeksjon.

De første 10 dagene etter inokulasjon ble det ikke registrert noen effekt av virusinfeksjon på pollenspiringen. Deretter sank spireprosenten hurtig og nådde minimum 20 dager etter inokulasjon. I nye forsøk prøvde de med så svak virusinfeksjon at bladene ikke ble synlig angrepet. Her ble det liten effekt av virusinfeksjonen på pollenspiringen (figur 7 , side 13).

Det er gjort flere forsøk for å forbedre pollenspiringen. DASKALOV et al. (1970) har fått bedre pollenspiring når pollenet ble utsatt for  $\gamma$ -stråler (800 r) eller med uv-lys i 15 minutter. Pollen fra sorter med godt pollen eller fra sommeren, kan lagres og brukes på sorter med dårligere pollen eller i mørkere perioder når pollenet ofte vil være lite spiredyktig.

McGUIRE (1949) lagret pollen ved  $0^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$  og  $20^{\circ}\text{C}$  og ved forskjellig luftfuktighet. Ved alle temperaturene kunne pollen som var lagret ved lav luftfuktighet produsere frukt og frø lenge etter at de ved høy luftfuktighet hadde mistet evnen. Optimalt lagringsforhold i dette forsøket var  $0^{\circ}\text{C}$  og lav luftfuktighet, og dette pollenet pro-

duserte frukt etter et år, men den praktiske begrensningen for pollenlagring ser ut til å være 6 måneder.

VISSER (1955) har undersøkt lagringsevnen til mange plantearter, bl.a. tomat. Lagring ved 2°C og forskjellig relativ luftfuktighet ga liten forskjell på lagringsresultatet ved 10%, 25% og 35% RF. Her spirte pollenet med 30-40% etter 156 dager. Spireprosenten ved innlegging var 55%. Ved 0% og 75% RF var pollenet nesten helt spiredyktig allerede etter 2 måneder.

Tabell 7. Levedyktigheten av pollen lagret ved 2°C og forskjellig luftfuktighet.

Art	Lagringstid i dager	Spirings-% etter lagring ved fuktighets-% på					
		0%	10%	25%	35%	50%	75%
Tomat	0	55	55	55	55	55	55
	57	7	35	55	40	50	3
	108	0	55	45	55	45	0
	156	0	40	30	30	20	0
	180	0	8	-	2	-	0

I nye forsøk har han også lagret under forskjellig lufttrykk og temperaturer under null.

Tabell 8. Levedyktigheten av pollen lagret ved forskjellig fuktighetsforhold, relativ fuktighet, lufttrykk og temperatur. RH=relativ fuktighet, NA=normalt-, RA=redusert lufttrykk.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Art	Lagringstid i dager	Spiringsprosent etter lagring i eksikator 2-4°C			Spiringsprosent etter lagring i forseglede glassrør							
		10% RH	25% RH	40% RH	19-22°C		2-4°C		+20°C		+190°C	
					NA	RA	NA	RA	NA	RA	NA	RA
Tomat	0	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
	8*)	21	23	27	0	0	15	2	17	17	19	3
	42	40	45	42	0	0	33	1	34	19	58	15
	122	20	20	10	0	0	0	0	40	4	40	12
	252	10	3	0	0	0	0	5	40	25	45	20
	662	0	0	0	0	0	0	0	30	35	35	4
	1132	-	-	-	-	-	-	-	60	66	-	-

\*For lav spiretemperatur.

Her som i forrige forsøket, ble det kort lagringstid ved bare å senke luftfuktigheten og temperaturen. Pollenet til den andre delen av forsøket ble frysetørret (ved  $+25 - +55^{\circ}\text{C}$ ), lagret ved 6 mm Hg lufttrykk og svært lav luftfuktighet. Som det går fram av tabellen, gikk spireevnen ned med redusert lufttrykk. Beste lagringstemperatur var  $+20^{\circ}\text{C}$  og  $+190^{\circ}\text{C}$ . Pollenet kunne ihvertfall lagres i nesten 2 år uten å miste noe vesentlig av spireevnen.

PREIL og REIMANN-PHILIPP (1969) lagret pollenet ved 100% RF og  $25^{\circ}\text{C}$  i 24 og 48 timer. Etter 48 timer spirte ikke pollenet. Etter 24 timer var spireprosenten redusert fra 45,9 til 11,4 og tilsvarende for pollenslangen var 283  $\mu$  og 125  $\mu$ . Tilsvarende lagring ved  $2^{\circ}\text{C}$  reduserte spireevnen betydelig mindre.

	Frisk pollen	Samme pollen etter	
		24 t	48 t
Spireprosent	39,6 $\pm$ 3,3	30,8 $\pm$ 2,8	20,5 $\pm$ 3,1
Pollenslangelengde $\mu$	262 $\pm$ 16	232 $\pm$ 13	186 $\pm$ 14
Lagring ved 35% RF og $25^{\circ}\text{C}$ ga			
	Frisk pollen	Samme pollen etter 8 dager	
Spireprosent	57,3 $\pm$ 10,6	50,4 $\pm$ 10,6	
Pollenslangelengde $\mu$	337 $\pm$ 14	276 $\pm$ 22	

Denne lagringsmetoden har også vært tilfredsstillende for lagring av pollen over kortere perioder.

De refererte forsøk tyder på at skal pollenet bare lagres over kortere perioder, er det nok å lagre det i en eksikator med redusert luftfuktighet. Skal det lagres i måneder og år, bør man ta i bruk frysetørring og siden lagre det frosset. ROBBINS og HERNANDEZ (1970) har fått bedre setting og økt tidligavling ved bruk av ekstra tilskudd av frysetørret pollen.

Bruk av vekststoffer for å få bedre spiring og vekst hos pollenet har vært forsøkt. CHANDLER (1957) har prøvd gibberelæinsyre på en rekke arter. GA kan stimulere, hindre eller ikke virke på spiringen av pollenet, avhengig av art og de fysiologiske forhold hos pollenet. GA-konsentrasjonene var fra 31,25 - 1000 mg/l.

PETROCHENKO (1961) fant at visse dikarbonsyrer stimulerte pollenspiringen.

Skal man kontrollere spireevnen til pollenet, har man to hovedmetoder. Det er spiring in vivo og in vitro. Spiring in vivo foregår på arret, og ofte nytter man farging og fluoriserende mikroskop for å undersøke resultatet. (DIONNE og SPICER (1958), MARTIN (1959) og VAN RAVESTIJN (1960)). En enklere metode er spiring i en næringsløsning (in vitro). Næringsløsningen kan være en dråpe eller en agar. Innholdet av næringsløsningen kan være noe forskjellig. Spiring in vivo og in vitro har vist god overensstemmelse slik at tallene kan sammenlignes (PREIL og REIMANN-PHILIPP (1965)).

Bor er essensielt for pollenspiringen. I tillegg må det ha ett eller annet sukker. VASSILIEV (1941) kom til at det mest tilfredsstillende mediet var 15% sukker med tilskudd av 0,03% borsyre. Resultatene med fra 0,001-0,01% borsyre var gode. LICHTÉ (1957) undersøkte pollenspiringen i 15-20% sukroseløsninger med forskjellige borsyrekonsentrasjoner. Spiremaksimum (37,5%) ble oppnådd med 15% sukker og 0,01% borsyre. Ved STATENS FORSØGSMANNSKAP, DANMARK (1960) fikk de god spiring på en dråpe som inneholdt 2,5% fruktsukker. DEMPSEY (1962) brukte 20% sukrose og oppnådde og oppnådde 90-100% pollenspiring. VAN KOOT og VAN RAVESTIJN (1963) har brukt 7% sukker i sine spireforsøk. PRASAD et al. (1964) har undersøkt spiring i fra 0-25% sukrose. Best spiring - og de lengste pollenslangene ble oppnådd med 10% sukker. Med økende sukkerinnhold avtok spireprosenten og lengden av pollenslangen jevnt. ABDALLA og VERKERK (1968) kom fram til at det optimale mediet var 5% sukrose og 100 ppm borsyre i hengende dråpe. TORFS (1968) brukte 70 ppm borsyre og 7% sukrose i vann. PREIL og REIMANN-PHILIPP (1969) har forsøkt å komme fram til optimale spireforhold in vitro. Det ble 0,45 mol sukrose og  $1 \cdot 10^{-3}$  mol borsyre. Agardelen var 1% av sukker-borsyreløsningen, og pH 5,8. HORST og SMITH (1969) undersøkte spireforholdene til *Lucopersicon pimpinellifolium* og tre sorter av *L. esculentum*. Resultatene viser at tomatpollen spirer best i en vannløsning bestående av 20% sukrose, 10 ppm B og ingen Ca. Bor var den mest effektive ion, og tilstedeværelsen av det var essensielt. Ved høyere sukroskonsentrasjon enn 15%, hadde Ca en tendens til å senke spireprosenten.

ANON. (1973) har undersøkt effekten av sukker og andre tilsetninger på spiring av pollen og vekst av pollenslangen, tabell 9.

Tabell 9. Effekten av sammensetningen av mediet på spiring av tomatpollen og vekst av pollenslangen.

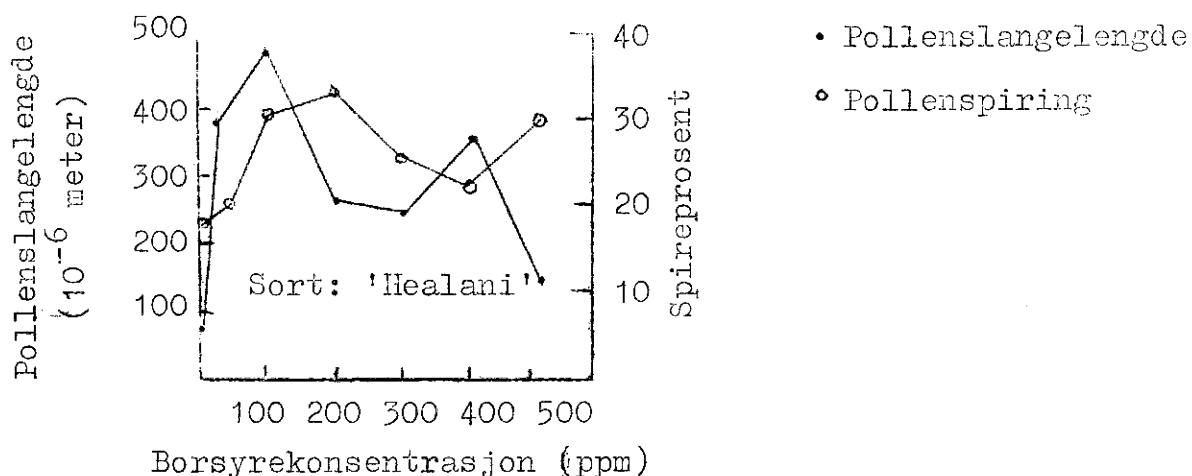
Mediets sammensetning	Spireprosent	Pollenslangens lengde (mikron)
10% sukrose	0	-
10% sukrose + 100 ppm $H_3BO_3$	21,2	807,2
10% sukrose + 300 ppm $Ca(NO_3)_2$	0	-
10% sukrose + 100 ppm $KNO_3$	0	-
100 ppm $H_3BO_3$	7,7	494,4
Alle ingrediensene ovenfor	28,7	735,6

Sort: 'Healani'

Spiretemperatur: 25°C

Spiretid: 3 timer

Som det går fram av tabellen spirte pollenet best når alle ingrediensene var tilstede. Best vekst av pollenslangen ble det med 10% sukrose og 100 ppm borsyre. Siden ble effekten av borsyrekonsentrasjonen undersøkt. Pollenet spirte best ved 200 ppm borsyre og pollenslangen ble lengst ved 100 ppm borsyre, figur 13.



Figur 13. Effekt av borsyre konsentrasjon på spiring av pollen og pollenslangevekst hos tomat.

Forfatter	Bor- konsentrasjon	Sukker (konsentrasjon)
Vassilev (1941)	0,003% borsyre	15%
Lichte (1957)	0,01% "	15% sukrose
Statens Forsøgsvirksomhed (1960)		2,5% fruktsukker
Van Koot og Van Ravestijn (1960)		7%
Prasad et al. (1964)		10% sukrose
Torfs (1968)	70 ppm "	7% "
Abdalla og Verkerk (1968)	100 " "	5% "
Preil og Reimann-Philipp (1969)	$1 \cdot 10^{-3}$ mol "	0,45 mol sukrose
Horst og Smith (1969)	10 ppm bor	20% sukrose
Anon. (1973)	100 " borsyre	10% "

### B. Sort

Det er tydelige sortsforskjeller når det gjelder hulrom. YARNELL og FRIEND (1934) og YARNELL et al. (1937) fant at sorter og selv stammer innen sortene ga en konsekvent forskjell i mengden av hulrom. YARNELL (1933) fant at 'Marglobe' hadde mest hulrom, mens 'Bonny Best', 'Acme' og 'John Baer' hadde relativt lite hulrom. Hos 'Marglobe' var det signifikant forskjell mellom stammene. YARNELL et al. (1937) kom til at sorter av 'Bonny Best'-typene hadde mindre hulrom enn 'Globe' og 'Marglobe'. Det var også her forskjell mellom stammer av samme sort. YARNELL (1934 a og b) har funnet liten forskjell på stammer av nye sorter, mens gamle sorter hadde store forskjeller. Småfruktete sorter hadde lite hulrom, unntatt ferskentomat. Av storfruktete sorter var de flattrykke med mange rom mer utsatt for hulromdannelse enn runde med få rom (YARNELL et al. (1937)). WINSOR (1966) har også konstatert markerte sortsforskjeller. Småfruktete sorter som 'Harbinger' og 'Ailsa Craig' var relativt fri for hulrom. STRYDOM (1958) mener genetiske faktorer som f.eks. sortsforskjeller, uten tvil spiller den største rollen når det gjelder hulrom. Enkelte sorter ('Marglobe' og 'French Marvel') produserte hule frukter bare under utilfredsstillende forhold, mens andre slik som 'Sure Thing' produserer hule frukter praktisk talt under alle forhold. Det er hovedsakelig overgang til 'Sure Thing' som har skapt problemet med hulrom i Sør-Afrika. PALEVITCH og KEDAR (1970) har undersøkt et stort sortiment på flere steder. 'Bonner Best' har vært den med minst hulrom i alle

forsøkene den har deltatt (0-4,1% hule). Ellers var 'Potentat' bra. Mest hulrom har 'Exhibition' gitt (81,8 - 84,7% hule). Rangering av sortene angående hulhet fra de forskjellige forsøkene stemmer bra overens.

Sorter som var mye hule når de ble dyrket om vinteren, hadde svært lite hulhet når de ble dyrket under optimal temperatur om høsten.

HARRISON og SIDDALL (1961) mener at hule frukter er særlig utbredt blant torommede sorter som 'Moneymaker'. PAULSON et al. (1973) fant liten eller ingen korrelasjon mellom antall rom og hulhet, se tabell 10.

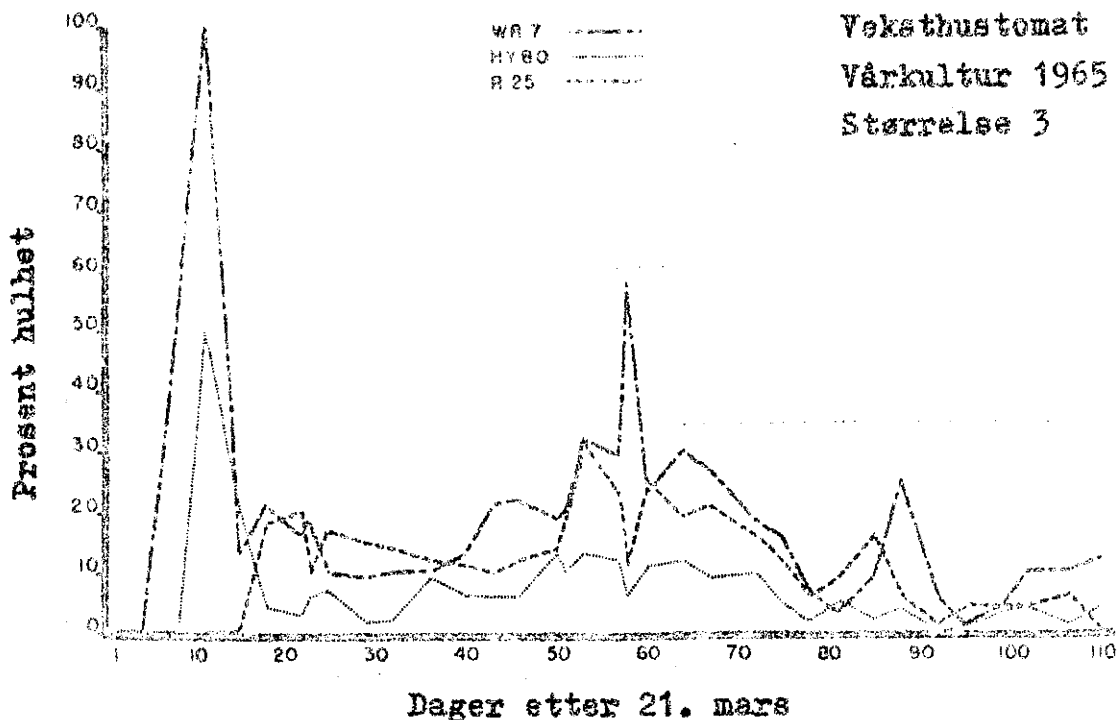


Tabell 10. Korrelasjonskoeffisienter for hulhet vs antall av rom, tetthet, modenhet og minste diameter (SD).

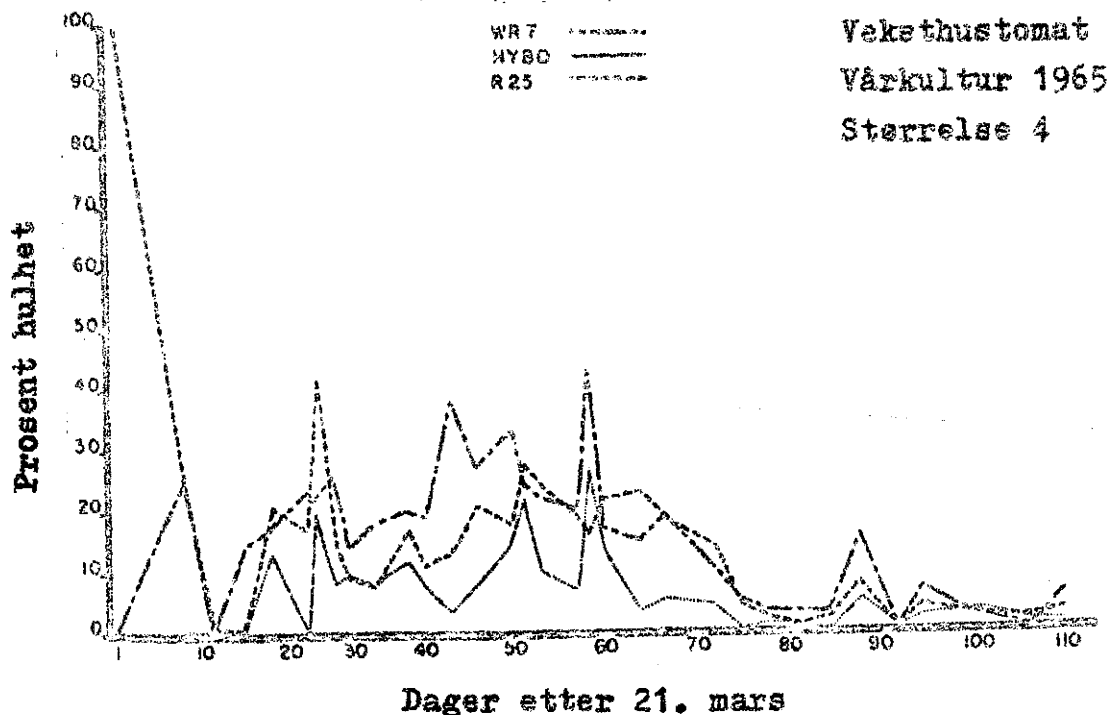
Sort	Plukke- stadium	På friland					Pakkeferdig				
		Hulhet vs ant.rom	Hulhet vs tetthet	Hulhet vs modenhet	Hulhet vs SD	Antall frukter	Hulhet vs ant.rom	Hulhet vs tetthet	Hulhet vs modenhet	Hulhet vs SD	
Ace	MG	0,248**	-0,210**	-0,143**	-0,191**	377	0,294**	-0,322**	NS	NS	
	P	0,292**	-0,214*	NS	NS	165	NS	-0,414**	NS	NS	
A-1	MG	NS	-0,397**	NS	0,289**	295	NS	-0,712**	NS	0,198	
	P	NS	-0,539**	NS	NS	122	0,212*	-0,694**	-0,380**	0,196	
Earlypak 7	MG	NS	-0,358*	NS	NS	88	NS	-0,741**	NS	0,309	
	P	--	--	--	--	19	NS	NS	NS	NS	
VFN Bush	MG	NS	-0,306*	NS	NS	177	NS	NS	NS	NS	
	P	--	--	--	--	98	0,217*	-0,364**	NS	NS	
VF 428	P	NS	-0,530**	NS	NS	54	NS	-0,386**	NS	NS	
	MG	-0,459*	-0,851**	NS	-0,500**	18	NS	-0,690**	NS	NS	
VF 6718	P	--	--	--	--	22	NS	-0,708**	-0,489*	NS	
	P	NS	-0,741**	NS	NS	30	NS	-0,624**	NS	NS	
Calmart	MG	NS	NS	NS	0,473*	33	NS	-0,651**	NS	NS	
	P	NS	-0,192**	NS	NS	993	NS	-0,450**	0,087*	NS	
Alle sortene	MG	NS	-0,427**	-0,237**	NS	516	0,112*	-0,425**	NS	NS	
	P	NS	NS	NS	NS	516	NS	NS	NS	NS	

NS = Ikke signifikant  
 \* = Signifikant ved 5% nivået  
 \*\* = Signifikant ved 1% nivået  
 MG = Moden - grønn  
 P = Gul

At en sort kan ha betydelig mer hulrom gjennom hele sesongen går fram av forsøket til HOWLETT og KRETCHMAN (1966). For begge størrelsene 4,5 - 6,2 oz og 6,3 - 9,7 oz har sorten 'W-R7' gitt mest og 'Hybrid 0' lavest prosent hule, se figur 14-15.

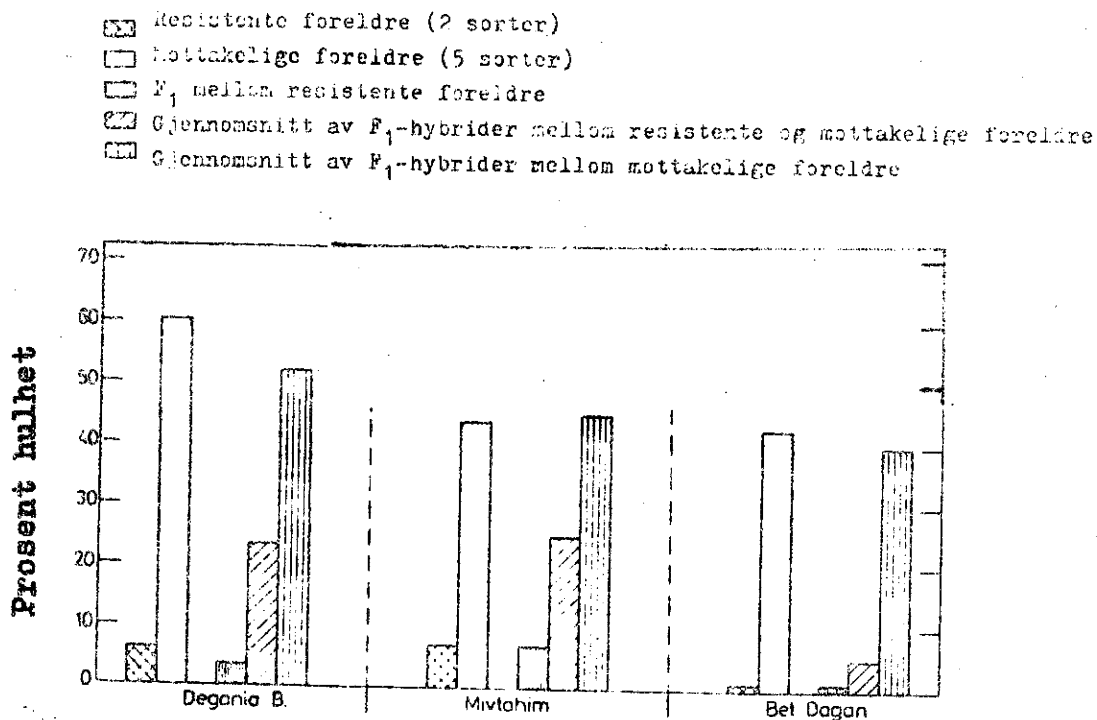


Figur 14. Prosent hulhet hos frukter av størrelse 3 (4,5 - 6,2 oz) i løpet av 110 dager våren 1965. 'W-R7' hadde høyeste og 'Hybrid 0' laveste prosent hule. 1 oz = 28,35 gram.



Figur 15. Prosent hulhet hos frukter av størrelse 4 (6,3 - 9,7 oz) i løpet av 110 dager våren 1965. 'W-R7' synes å ha høyest og 'Hybrid 0' lavest prosent hule i løpet av de første 80 dagene. 1 oz = 28,35 gram.

I norske og danske sortsforsøk de siste årene finnes også store sortsforskjeller. 'Revermun' har jevnt over mest hulrom, mens 'Sel-sey Cross' og 'Lavant Cross' har hatt forholdsvis lite med hulrom. JENSEN (1972) mener at problemet med hule frukter er blitt mer utbredt ved overgang til nye sorter. Forholdet forklares med at ved en svak befruktning blir det dannet få eller ingen frø og dermed lite hormoner. Sorter av 'Potentat'-typen ville kaste blomstene i slike tilfeller, men  $F_1$ -hybrider er tilstrekkelig kraftigvoksende til å gjennomføre fruktsvulmingen. YARNELL (1934) har oppnådd noe ved seleksjon. Når det ble selektert for lite hulrom ble det 20% hule og seleksjon for mye hulrom førte til 30% hule. Videre viste kryssningene at lite hulrom er dominant. YARNELL et al. (1937) har kryssset storfruktete og småfruktete sorter. Kryssningene lå mye nærmere de småfruktete angående hulrom og størrelse. PALEVITCH og KEDAR (1970) har foretatt flere kryssninger og undersøkt materialet for hulrom i  $F_1$ - og  $F_2$ -generasjonene. Foreldregenerasjonen var to resistente sorter ('Bonner Best' og 'Potentat') og fem mottakelige ('Moneymaker', 'Ailsa Craig', 'Berco', 'Cromco' og 'E.S.I.'). Resultatene fra  $F_1$ -hybridene er angitt i figur 16.



Figur 16. Gjennomsnittsprosent av hule frukter hos foreldrelinjen og  $F_1$ -hybrider dyrket på tre steder.

Hulrom i de to resistente foreldre var aldri over 10% og for de fem mottakelige var det mellom 40 og 60%. F<sub>1</sub>-hybridene mellom resistente lignet foreldrene når det gjaldt hulhet. Det samme var tilfelle for de mottakelige. Kryssninger mellom resistente og mottakelige ga en intermediær grad av hulhet. Resiprok kryssning mellom resistente og mottakelige sorter hadde liten effekt. Var morplanten mottakelig ble det 15,3% hulhet og tilsvarende for mottakelig hannplante var 16,3%. Undersøkelsen av F<sub>1</sub> og F<sub>2</sub> etter kryssning mellom 'Potentat' og 'E.S. 1' resulterte i noe mindre hulhet i F<sub>2</sub>-enn i F<sub>1</sub>-generasjon. De kom fram til at resistensen mot hulrom er en partiell dominant karakter, styrt av få antall gener. Den resistente karakter var tydelig arvebettinget. Nedarving av denne karakter viste seg å nedarves geometrisk, se tabell 11.

Tabell 11. Prosent hulhet hos foreldre\*; F<sub>1</sub>- og F<sub>2</sub>-generasjon og det utregnede aritmetiske og geometriske gjennomsnitt.

Høsting nr.	% hulhet		F <sub>1</sub> gjennomsnitt			F <sub>2</sub> gjennomsnitt		
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	% funnet	geo-metr.	arit-metr.	% funnet	geo-metr.	arit-metr.
1	88,1	1,1	9,0	9,9	44,6	16,4	9,4	26,8
2	97,7	5,6	25,3	23,4	51,7	16,8	24,3	38,5
3	72,5	7,5	22,8	23,2	40,0	20,6	23,1	31,4
Gjennomsnitt	86,1	4,7	19,0	18,8	45,4	17,9	18,9	32,2

\*P<sub>1</sub> = 'E.S. 1' - P<sub>2</sub> = 'Potentat'

### C. Sykdom og parasitter

TRAUB (1928) observerte at mosaikkinfiserete tomatplanter produserte flere hule frukter enn normale. Korrelasjonen mellom virusinfeksjon og hule frukter var relativt sterk. TAUBENHAUS og EZEKIEL (1931) og (1933) dyrket planter i insektbeskyttede kasser. Plantene i en kasse ble inokulert to ganger med saft fra hule tomater. Hule frukter ble produsert både hos de inokulerte og hos kontrollplantene. TAUBENHAUS og EZEKIEL (1932) har undersøkt om sykdommen kunne følge frøet. De undersøkte 66 sorter fra 20 stater, de fleste fra stater hvor hulhet var ukjent. Det viste seg at det ble hule

frukter på alle sortene uavhengig av statene. En del frø fra stater hvor dette problemet var ukjent, ble desinfisert og dyrket i insektsikre skap. Også her ble det hule frukter, noe som skulle bevise at hulheten ikke forårsakes av noen frøparasitt. HARRISON (1961) og (1963) har undersøkt frukter fra planter infisert med TMV og frukter fra friske planter (uten TMV-symptomer). Fruktene fra 3., 4., 5. og 6. klasse ble undersøkt, og forholdet mellom friske og hule frukter for hver av de 12 seriene er satt opp i tabell 12.

Tabell 12. Effekten av tomatmosaikkvirus på forekomster av hule frukter.

Serie	Forholdet normale/hule tomater	
	TMV-infiserte planter	Tilsynelatende friske planter
1	6,45	19,35
2	6,97	11,14
3	2,24	4,45
4	3,96	4,51
5	2,99	6,17
6	1,54	1,89
7	6,33	19,72
8	2,60	3,10
9	5,03	8,11
10	4,67	10,06
11	3,33	5,76
12	7,00	10,30
Gjennomsnitt	4,43	8,71

S.E. av gjennomsnittet  $\pm 0,985$

Som det går fram av tabellen førte virusinfeksjonen til økning av hule frukter.

## D. Fysiologiske

### 1. Klima

#### a. Temperatur

YARNELL (1935) kom til at temperatur under  $38^{\circ}\text{C}$  under fruktsettingen reduserte hulromdannelse hos tomat. Temperaturer mye over  $38^{\circ}\text{C}$  under fruktsettingen kunne lett føre med seg 100% hule frukter. YARNELL et al. (1937) fant bare hule frukter når maksimumstemperaturen var over  $38^{\circ}\text{C}$ . Når maksimumstemperaturen i veksthusene kom under  $38^{\circ}\text{C}$  så det ut til å være en direkte sammenheng mellom minimumstemperaturen og hulrom. Dette gjaldt ned til  $15,6^{\circ}\text{C}$ . FOSTER og TATMAN (1937) er kommet til at temperaturen griper sterkt inn i befruktningsprosessen og derved påvirker mengden av hule frukter. Høy temperatur kan føre til pollen- og embryoabort samt høyt arr i forhold til pollenknappene. Lav temperatur gir for sen spiring av pollenet. OSBORNE og WENT (1953) har forsøkt flere temperaturkombinasjoner.  $30^{\circ}\text{C}$  dag +  $30^{\circ}\text{C}$  natt og  $30^{\circ}\text{C}$  dag og  $23^{\circ}\text{C}$  natt har gitt hule frukter under ellers normale forhold. Ved  $17^{\circ}\text{C}$  dag og  $30^{\circ}\text{C}$  natt ble det litt hult.  $30^{\circ}\text{C}$  dag +  $17^{\circ}\text{C}$  natt,  $17^{\circ}\text{C}$  dag +  $23^{\circ}\text{C}$  natt,  $23^{\circ}\text{C}$  dag +  $17^{\circ}\text{C}$  natt og  $30^{\circ}\text{C}$  +  $10^{\circ}\text{C}$  natt ga fine frukter. STRYDOM (1958) mener også at temperaturen virker inn på pollenet. Temperaturer over  $35^{\circ}\text{C}$  og under  $10^{\circ}\text{C}$  forårsaker dårlig pollenspiring og dannelse av et relativt lite antall frø som igjen gir dårlig plasentautvikling. BJERGGÅRD (1967) mener at høy temperatur på de nederste varmerørene indirekte kan føre til dannelse av hule frukter. DAVIS og WINSOR (1968) har fått mer hule frukter ved lav dagtemperatur enn ved høy. Ved  $22,2^{\circ}\text{C}$  ble det 47,7% hule frukter, mens det ved  $17,8^{\circ}\text{C}$  var 63,1% hule. KEDAR og PALEVITCH (1968) mener at minimum nattetemperatur lavere enn  $10^{\circ}\text{C}$  er hovedfaktoren som hindrer normal fruktutvikling i utendørs dyrket tomat om vinteren i Israel, når lysforholdene ellers er tilstrekkelige.

#### b. Lys og daglengde

FOSTER og TATMAN (1937) mener at kort dag kan føre til pollen- og embryoabort som igjen gir hule frukter. MARR og HILLYER (1968) undersøkte hvordan forskjellig grad av skygging virket inn på dannelsen av misdannede frukter. På friland ble det signifikant økning i prosent misdannede frukter når skyggen økte fra 0 til 63%. I veksthus ble det ikke oppnådd tilsvarende økning. KANAME et al.

(1969) har undersøkt virkningen av skygging. Skygging etter blomstring var viktigere for dannelsen av hule frukter enn skygging før blomstring. Skyggegrader fra hvitt til sort klede hadde liten virkning med det samme. Effekten av skyggingen økte med lengden av skyggingen og med kraftige planter. Kontroll av vekstkraften og økt lystilgang er viktige måter for å kontrollere hulheten konkluderes det med. KRETCHMAN (1969) har forsøkt å så i desember og gi plantene forskjellig forhold under tiltrekkingen. De som fikk naturlig dag og ble plantet 8/2 fikk 12,75% hule frukter. To andre ledd fikk stå i vekstkammer og ble belyst 12 timer pr. døgn med 3000 ft candles. De som ble utplantet 25/1 fikk 10,25% hule frukter og det siste som ble utplantet 8/2 fikk 9,00% hule frukter. KRETCHMAN og BAUERLE (1971 b) har forsøkt å gi tilleggslys før og etter utplanting uten at det har ført til statistisk signifikant reduksjon i prosent hule frukter. Plantene ble utplantet i midten av desember og i begynnelsen av januar.

#### c. Luftfuktighet

TAUBENHAUS og EZEKIEL (1930) fant at hule frukter forekom i såvel fuktig som i tørt klima. Klimaet så ikke ut til å være av vesentlig betydning for dannelsen av hule frukter. Trolig virker luftfuktigheten mest inn på frigiving og spiring av pollenet (KRETCHMAN 1970, TORFS 1968 og PREIL og REIMANN-PHILIPP 1969).

#### d. Karbondioksydinnholdet

KRETCHMAN og HOWLETT (1965) fant liten effekt av ekstra tilskudd av CO<sub>2</sub> på hulromdannelsen. I en høstkultur ble det ingen signifikant forskjell, mens det i en vårkultur var forskjell hos store frukter. KRETCHMAN og BAUERLE (1971 a) undersøkte hvordan CO<sub>2</sub> virket inn på frukt kvaliteten hos fire TMV-resistente sorter. I vårkulturen ble det ingen signifikant effekt av CO<sub>2</sub> på prosent hule frukter. Høstkulturen ga signifikant mer hulrom med tilskudd av CO<sub>2</sub>. Dette var den første gangen på 7 kulturer at resultatet ble slik. BAUERLE og KRETCHMAN (1972 og 73) fikk reduksjon i prosent hule frukter ved tilskudd av CO<sub>2</sub> i to vårkulturer med 6 sorter. Bare i den ene var det signifikant reduksjon. En tilsvarende høstkultur resulterte ikke i noen forskjell.

## 2. Jord

### a. Jordtyper og surhetsgrad

TAUBENHAUS og EZEKIEL (1930) fant at hule frukter forekom på alle jordtyper. TAUBENHAUS og EZEKIEL (1933) refererer to forsøk. Det første viste liten effekt av jordtype og surhetsgrad på mengden av hule frukter. I det andre var det god korrelasjon mellom pH og hulhet. Generelt var det mer hulhet hos planter i alkalisk jord. TAUBENHAUS og ALSTATT (1939) har ikke funnet noen signifikant forskjell av hule frukter i jord med pH fra 5,5 - 7,7. Samme resultat oppnådde de også i forsøk med pH fra 4,9 - 8,5. WINSOR (1966) har funnet liten eller ingen effekt av kalking på hulheten.

### b. Jordfuktighet

FRIEND (1928 og 1930) fant at avlingen ble større og prosent hule frukter mindre når plantene fikk store mengder vann sjeldnere. TAUBENHAUS og EZEKIEL (1932) fant betydelig flere hule frukter hos sorten 'Marglobe' når det ble vannet sammenlignet med uvannet. YARNELL et al. (1937) konstaterte etter forsøk over flere år, at mengden av hule frukter generelt var større når det var mye tilgjengelig vann. FOSTER og TATEMAN (1937) mener at gjentatte forandringer fra optimal eller høy jordfuktighet til lav jordfuktighet, sammen med sterk transpirasjon favoriserer dannelsen av hule frukter. STRYDON (1958) sier at hule frukter forekommer oftere ved vanning eller etter kraftige regnfall enn der jorda er tørr. DASTANE et al. (1963) fant ingen signifikant forskjell på mengden av hule frukter ved å variere fuktigheten i jorda. BJERGGÅRD (1967) peker på at liten vanntilførsel er en mulig årsak til hule frukter. JENSEN (1971) mener at relativ vannmangel kan være en utløsende faktor for dannelse av hule frukter. Denne type hule frukter viser seg ved at pulpen nesten, men ikke fullstendig, fyller rommet ut til perikarpen. Pulpen trekker seg fra perikarpen ved gjennomskjæring. Årsaken til relativ vannmangel kan være omslag i været, f.eks. fra gråvær til solskinn, eller fra kjølig vær til sterk varme. Også rotens effekt til å ta opp vann kan reduseres, og det blir et skjevt forhold mellom vannopptak og forbruk. BAUERLE (1974) har undersøkt effekten av vanningsmetodene på hulromdannelse. Her ble det ingen signifikant forskjell på mengden hulrom mellom vanningsssystemene, dryppvanning, dysevanning fra bakken eller dyse-



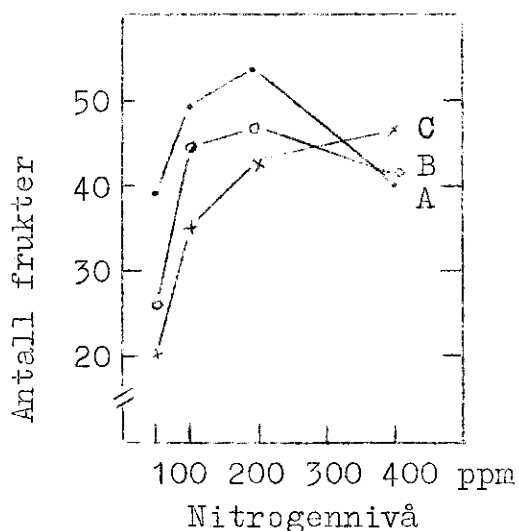
vanning over plantene. Det var en tendens til at dryppvanning ga flest hule frukter.

### 3. Gjødsling

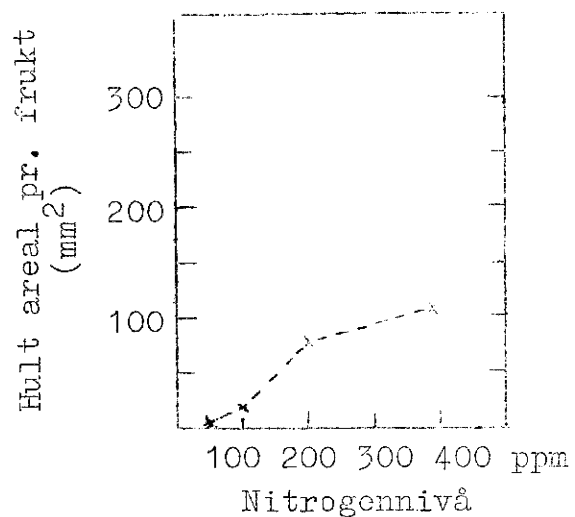
De fleste gjødslingsforsøkene hvor hule frukter ble undersøkt, ble foretatt med flersidige gjødselslag. FRIEND (1928 og 1930) har ikke fått signifikant effekt av gjødslinga på hulromdannelse. YARNELL et al. (1931) har fått mindre prosent hule frukter ved å øke gjødslingen opp til 1200 pounds/acre (134,7 kg/daa) er en 6 - 12 - 6 (NPK) gjødselblanding.

#### a. Nitrogengjødsel

FOSTER og TATEMAN (1937) viser til at det kan bli pollenabort som følge av lite karbohydratreserve som igjen er forbundet med overskudd av N. Embyoabort kan forekomme etter for svak N-gjødsling, noe som gir for lav N-reserve i plantene. LEOPOLD og GUERNSEY (1953) har undersøkt virkningen av nitrogengjødsling på dannelsen av hule frukter hos veksthustomat. De fant at nitrogengjødsling hadde betydning for hulromdannelsen. Tilskudd av 50 ppm N ga ingen hulrom, mens 400 ppm N ga 109 mm<sup>2</sup> stort hulrom pr. frukt. Prosent frukter med hulrom steg til 200 ppm N. Se figurene 17 og 18.



Figur 17. Totalt antall frukter høstet fra de tre første klasene hos tomatplanter dyrket ved fire nitrogennivå. A=1. klasse, B=2. klasse og C=3. klasse (15 planter pr. behandling)



Figur 18. Graden av hulhet uttrykt som areal av den hule sonen pr. hulfukt. Påvirket av nitrogennivå og setting.

STRYDON (1958) peker på at overskudd av nitrogen vil føre til lav karbohydratreserve i plantene og muligheter for pollenabort eller forsinket vekst av pollenslangen som vil resultere i hule frukter. DASTANE et al. (1963) gjødslet med 4,5, 9,0 og 13,4 kg N pr. daa. Her ble det ikke signifikant forskjell når det gjelder hulhet. WINSOR (1966) brukte tre N-nivåer i sine forsøk. Her var det en tendens til å bli flest hule frukter med en middels sterk nitrogengjødsling. Nitrogenmangel ga mindre hulhet og det samme var tilfelle for sterk nitrogengjødsling i 2 á 3 gjentak. At hulheten ikke økte med sterk nitrogengjødsling forklares med økt saltkonsentrasjon.

PALEWITCH og KEDAR (1968) har gitt 0 - 15,38 - 30,75 og 61,50 kg N pr. daa til sorten 'Moneymaker', noe som førte til henholdsvis 16,2 - 27,0 - 29,9 og 34,0% hule frukter. Nitrogentilførselen forårsaket altså en signifikant høyere prosent hule frukter enn kontrollen uten nitrogen. Økende mengder nitrogen førte til økt mengde hule frukter, men forskjellen var ikke signifikant, se tabell 13.

Tabell 13. Effekten av gjødsling på prosent hule frukter hos tomat.

	Tilsetningsnivå*			
	0	1	2	3
N <sup>a</sup>	16,2	27,0	29,9	34,0
P <sup>b</sup>	25,8	26,4	27,1	27,8
K <sup>c</sup>	34,2	33,0	23,7	

\*Ikke signifikant samspill mellom N og P

<sup>a</sup>Gjennomsnitt av P<sub>0</sub> - P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub> - P<sub>3</sub> ble testet ved lik K-tilsetning, 15,19 kg/daa

<sup>b</sup>Gjennomsnitt av N<sub>0</sub> - N<sub>1</sub> - N<sub>2</sub> - N<sub>3</sub> ble testet ved lik K-tilsetning, 15,19 kg/daa

<sup>c</sup>Undersøkt ved lik tilsetning av 30,75 kg N/daa og 6,99 kg P/daa.

HOWLETT og KRETCHMAN (1969) sier at resultatene fra tidligere forsøk viser at mengden av hulrom øker med tilskudd av nitrogen. Også i vårkulturen 1968 med to sorter, ble det samme resultat. HOWLETT og KRETCHMAN (1970 a og b) har undersøkt mengden hule frukter hos

to sorter med forskjellig nitrogen gjødsling. Tilførsel av 19 - 641 lb/acre (2,13 - 71,9 kg/daa) i det ene forsøket og 0 - 261 lb/acre (0 - 29,3 kg/daa) i det andre, resulterte ikke i signifikant forskjell med hensyn til hulrom.

ADAMS et al. (1973) har i et forsøk med undervanning og enkeltklasser hos sorten 'Minicraigella' undersøkt virkningen av 100, 150, 200 og 250 ppm N i løsningen på dannelsen av hule frukter i to påfølgende kulturer. Her ble det en signifikant økning ( $P < 0,01$ ) i prosent hule frukter med økende nitrogentilskudd, se tabell 14.

Tabell 14. Effekt av nitrogen og kalium på hule frukter (tallprosent).

Behandling	% hule	
	1. høsting	2. høsting
100 ppm N	2,7	0,8
150 " N	4,9	4,2
200 " N	9,1	6,7
250 " N	17,1	13,3
L.S.D. ( $P = 0,05$ )	2,5	2,1
200 ppm K	10,2	9,4
300 " K	9,2	7,4
400 " K	5,9	2,0
L.S.D. ( $P = 0,05$ )	6,2	5,2

HOWLETT og KRETCHMAN (1965) fant økende hulhet når nitrogenet i bladene steg. HOWLETT og KRETCHMAN (1968) refererer en rekke forsøk fra 1964-67. I de fleste av samplene var det en positiv korrelasjon mellom hulhet og bladnitrogen, men det var flere negative korrelasjoner. HOWLETT og KRETCHMAN (1969 og 1970 c og d) har ikke funnet noen positiv korrelasjon mellom bladnitrogen og hulhet.

#### b. Kaliumgjødning

Effekten av kalium har også vært undersøkt i flere forsøk. Ofte er virkningen av både nitrogen og kalium undersøkt i samme forsøk. WINSOR (1966) fant at mye kalium senket prosenten av hule frukter. Her ble sorten 'J 168' brukt. PALEWITCH og KEDAR (1968) har kon-

statert at 60 kg kalium pr. daa signifikant senket prosent hule frukter sammenlignet med kontrollen (0 kg K) og de som fikk 15 kg pr. daa, se tabell 13. Den mengden kalium som effektivt reduserte prosenten av hule frukter, forårsaker også en markert nedgang i totalavling. HOWLETT og KRETCHMAN (1970 a og b) har ikke fått noen signifikant effekt av kalium på opptreden av hule frukter. I det ene tilfellet var kaliumtilskuddet fra 0 - 500 lb/acre (0 - 56,1 kg/daa) og i det andre 0 - 1252 lb/acre (0 - 140,6 kg/daa). ADAMS et al. (1973) har undersøkt effekt av kalium på sorten 'Minicraigella' med undervanning og enkeltklaser. Her resulterte sterk kaliumgjødsling (400 ppm K) i signifikant nedgang ( $P < 0,05$ ) i hulhet i bare en av to avlinger. Se tabell 14 side 40. Det ble ikke nedgang i avlingen med sterk kaliumgjødsling.

JENSEN (1971) sier at sterk kaliumgjødsling kan være med å heve jordens saltkonsentrasjon. På denne måten hemmes plantenes vannopptak slik at plantene blir tørrstoffrikere og dermed mindre disponert for hulromdannelse.

HOWLETT og KRETCHMAN (1968) har fått både positiv og negativ korrelasjon mellom hulhet og kalium i bladene. HOWLETT og KRETCHMAN (1970 a og b) har i bare ett av mange tilfeller funnet signifikant korrelasjon mellom kalium i bladene og hule frukter.

DAVIES og WINSOR (1968) fant signifikant lavere ( $P < 0,05$ ) innhold av K i veggene til hule frukter enn i normale. I hule var det 2368 ppm K og i normale 2524 ppm K.

#### c. Fosforgjødsel

WINSOR (1966) har fått markert økning i prosent hule frukter når fosforgjødslingen økte. PALEVITCH og KEDAR (1968) har fått en liten økning i hulheten med økt fosforgjødsling, se tabell 13 side 39. Forskjellen var så liten at det ikke kan ses på som noen forbindelse mellom hulhet og fosforgjødsling. HOWLETT og KRETCHMAN (1969) fant at det var en signifikant positiv korrelasjon mellom fosfor i bladene og hulhet.

#### d. Magnesiumgjødsel

YARNELL et al. (1937) fant ingen effekt av økt tilskudd av magnesiumsulfat på mengden av hule frukter. I forsøkene til WINSOR (1966) hadde magnesium en tendens til å redusere mengden av hule frukter.

Effekten var signifikant i bare ett av tre forsøk.

e. Borgjødtsel

MAYNARD et al. (1959) har gitt forskjellig bortilskudd til tomat ('Rutgers') i vannkultur. Næringsløsningene inneholdt henholdsvis 0,025 - 0,25 og 2,5 ppm B. Med 2,5 ppm B ble det ingen hule frukter. 0,25 ppm B ga 6,9% og 0,025 ppm B ga 22,3% hule. Prosent hule var signifikant forskjellig for de tre borgjødslingene, se tabell 15.

Tabell 15. Erfekt av tre bornivå på forekomster av misdannelse hos tomatfrukt.

Behandling	% normale	% hule	% brune karstrenger	% korkdannelse
0,025 ppm B	0	22,3	44,4	33,3
0,25 " B	65,5	6,9	27,6	0
2,5 " B	92,9	0	7,1	0
L.S.D. 0,05	18,4	5,8	23,3	N.S.
L.S.D. 0,01	36,1	12,0	N.S.	-

Borgjødslingene gjenspeilet seg i innhold i bladene og i fruktene, se tabell 16. Fruktene med hulrom hadde ca. 75% av borinnholdet i normale frukter. I bladene steg borinnholdet fra 14,9 ppm for svakeste borgjødsling til 44,8 ppm for **sterkeste**. Altså vil svak borgjødsling resultere i lite borinnhold i bladene og mye hule frukter som igjen inneholder lite bor.

Tabell 16. Effekt av bornivået på kalsium- og borinnholdet hos tomatbladene.

	ppm bor	Prosent kalsium av tørrvekten
Liten mengde B	14,9	3,34
Middels mengde B	30,1	3,57
Stor mengde B	44,8	3,70
L.S.D. 0,05	3,1	0,25
L.S.D. 0,01	4,3	N.S.

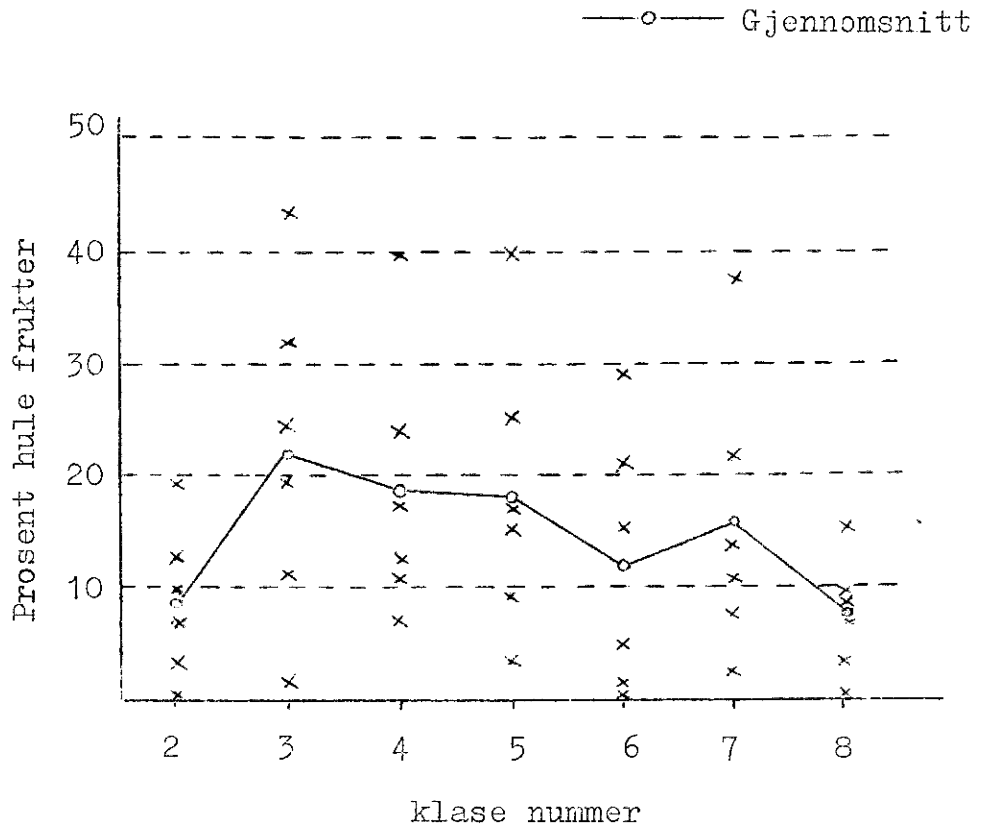
Disse forskerne drar sammenligninger med bormangel i selleri og sier at det er mulig at de tynnveggede kolenkymcellene i tomatfruktene går i stykker under veksten slik at det dannes hulrom. Dette forekommer når bormangelen blir akutt under den første del av fruktutviklingen.

EMMERT (1961) fikk forbedret fruktkvaliteten ved å sprøyte med bor og beta naphthoxyeddiksyre (BNA). Det ble svært få frukter med hulrom etter denne behandlingen.

E. Spesielle forhold som har forbindelse med hulhet

1. Klasse

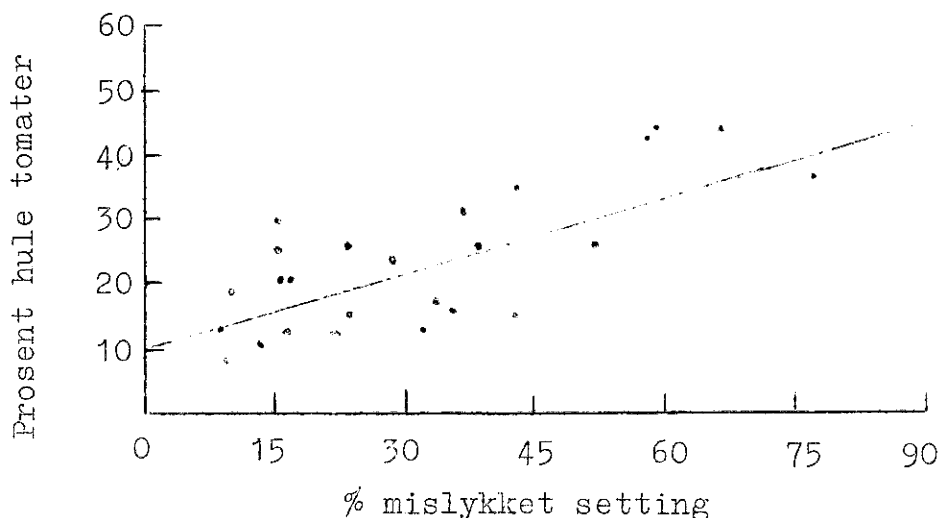
HARRISON (1963) har undersøkt hulhet hos 4 planter i 18 veksthus av sorten 'Potential'. I figur 19 er resultatene fra klasse 2 til 8 satt opp. Som det går fram av figuren er hulheten mest utbredt på 3. klasse.



Figur 19. Prosent hule tomater på sju etterfølgende klaser. Data fra 18 veksthus med sorten 'Potential'.

BJERGGÅRD (1967) sier at fruktene på 5.-6. klasse lett blir hule da toppens tilvekst hemmes som følge av de nedre klasers påvirkning.

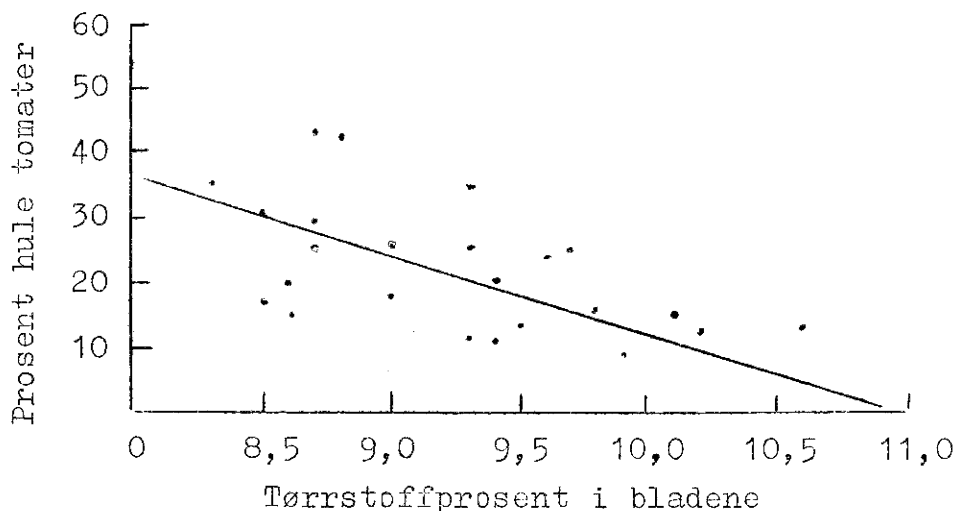
HARRISON (1963) fant også at dårlig setting resulterte i mye hul frukt, se figur 20.



Figur 20. Forholdet mellom setting og forekomst av hule frukter.

## 2. Tørrstoff i plantene

Flere forskere (WINSOR 1960 og JENSEN 1971) er inne på at økt tørrstoffprosent i plantene, som man kan få ved sterk nitrogen- eller kaliumgjødsling, kan senke mengden hule frukter. HARRISON (1963) har vist at det er en sammenheng mellom tørrstoffprosenten i plantene og prosent hule frukter. Planter med tørrstoffprosent på 8,3 hadde 35,7% hule frukter, mens planter med 9,9% tørrstoff hadde 8,3% hule frukter. Resultatene er satt opp i figur 21.



Figur 21. Forholdet mellom tørrstoffinnholdet i tomatplanten og forekomst av hule frukter.

Det viste seg å være signifikant ( $P < 0,01$ ) sammenheng mellom hulrom og bladtørrestoff.

### 3. Innholdet av sukker og syre i fruktene

DAVIS og WINSOR (1968) har undersøkt tomatfruktens innhold av forskjellige stoffer.

Tabell 17. Sammensetning av veggene hos hule og normale tomatfrukter.

	Fruktkvalitet		Forholdstall*	Signifikant (P)	L.S.D. (P<0,05)
	Hule	Normale			
Innhold av reduserbart sukker (g/100 ml)	2,90	3,04	95	-	-
Fruktsaftens innhold av oppløste stoffer (g/100 ml)	3,72	3,98	93	0,01	0,16
Innhold av titrerbar syre ("mequiv"/100 ml)	5,77	6,11	94	0,05	0,18
Innhold av kalium (ppm K)	2368	2524		0,05	120

\*Normale 100

Analyser av pulpen hos normale og hule frukter viste ingen statistisk signifikant forskjell i sammensetning.

### 4. Fruktform og frukttype

KEDAR og PALEVITCH (1968) har funnet en god overensstemmelse mellom hulhet og uregelmessig form hos frukten. Prosent hule frukter var klart større blant de uregelmessige enn blant normale frukter. Ved å sortere ut de uregelmessig formede fruktene fra to sampel, ble prosent hule frukter senket fra 33% til 11% i det ene tilfellet, og fra 57% til 26% i det andre. Hulrommene i de runde, normale fruktene var relativt små. Ved å senke fruktene ned i destillert vann viste det seg at 87% av dem som fløt var hule og 88% av dem som sank var normale.

PAULSSON et al. (1973) fant korrelasjon mellom hulhet og tetthet av fruktene, tabell 10 side 30. KEDAR og PALEVITCH (1970) undersøkte veggtykkelsen, pulptykkelsen, pulp pluss hulrommet og tykkelsen av tverrveggene i forskjellige vinkler. Sorten var 'Money-



maker', og de hule fruktene hadde normal frøutvikling. Den gjennomsnittlige tykkelsen av pulpen i normale og i alvorlig angrepne frukter var henholdsvis 20,5 og 17,8 mm. Tykkelsen av veggen var 4,8 mm i normale og 3,8 mm i sterkt hule frukter.

PAULSSON et al (1973) har ikke funnet noen korrelasjon mellom størrelsen på fruktene eller modenhetsgraden og hulrom, se tabell 10 side 30.

## V. SAMMENDRAG

Hule frukter er et gammelt problem og forekomsten ser ut til å være voksende. Mengden av hule frukter varierer fra år til år og fra uke til uke innen hver sesong. I norske sortsforsøk er det vanligvis ca. 8-25% hule frukter.

Årsakerne til hule frukter er trolig mange. Under ulike dyrkingsforhold vil det være forskjellige faktorer som fører til utviklingen av hule frukter. Dette underbygges av det forhold at man finner flere typer hule frukter, minst fire.

Ettersom tomat hovedsakelig er selvpollinerende, må den greie seg med sitt eget pollen. Er dette av for dårlig kvalitet, eller det er forhold som vanskeliggjør overføringen av pollenet til arret, vil det være muligheter for dårlig befruktning. Dårlig pollen vil det ofte være under utilstrekkelige lysforhold tidlig i sesongen eller ved for høy temperatur senere på sommeren.

Pollenknappene skal åpne seg og pollenet festes til arret, noe som krever både tørr og fuktig luft. Sitter arret høyt, i enkelte tilfeller over pollenknappene, noe som kan forekomme ved god tilgang på lett tilgjengelig nitrogen, kort dag eller lav lysintensitet, vil dette også vanskeliggjøre pollenoverføringen. Vibrering eller andre ristemetoder vil gi en bedre pollenoverføring når det blir gjort forskriftsmessig og til riktig tid på dagen. Vibreringen bør være passe kraftig og gjentas med et visst antall dagers mellomrom (2-3 ganger pr. uke) og den bør trolig skje mellom kl. 13 og 15. Brusning av plantene vil sikkert føre til at andre tider på dagen kan være bedre. Bruk av vibrator vil øke avlingen og forbedre kvaliteten. Forbedret kvalitet er i de fleste forsøk ikke spesifisert, men der hvor det er gjort, er det blitt mindre hulhet.

Befruktningsprosessen er en viktig del av fruktutviklingen. Mer eller mindre svikt vil føre til at frukten går glipp av tilsvarende mengde hormoner som de sviktende pollen og frø ville tilføre frukten. Ettersom det finnes en sammenheng mellom antall frø og fruktvekt og antall frø og modning, vil man helst at flest mulig frøemner blir befruktet. Om hule frukter har færre frø enn normale er usikkert. Enkelte forskere har funnet det, andre ikke.

Enkelte sorter gir mer hulrom enn andre. Om hulheten er bundet til spesielle frukttyper eller fruktformer er usikkert. Resistens mot hulhet nedarves geometrisk.  $F_1$ -hybrider har ofte et større vekstpotensial, noe som kan føre til at de utvikler frukter som er svakt pollinert og som ville ha falt av hos sorter med svakere vekst. Disse fruktene med svak utvikling kan da være et ekstra tilskudd til hule frukter.

Av patogen er det opptreden av TMV som har vist nær korrelasjon med hule frukter. TMV gjør at pollenet ikke hefter seg så godt til arret.

Klimaet virker særlig inn på pollineringsprosessen. Både for høy (trolig over  $30^{\circ}$ ) og for lav (trolig under  $12^{\circ}\text{C}$ ) temperatur kan skade pollenet. Lite lys eller kort dag gir også dårlig pollen, samtidig som blomsten har vanskeligere for å bli pollinert. Økt tilskudd av  $\text{CO}_2$  vil trolig gi en liten reduksjon i mengden hule frukter.

Jordtype og surhetsgrad ser ut til å virke lite inn på mengden av hule frukter. Effekten av jordfuktigheten er usikker. I eldre forsøk har stor jordfuktighet gitt mer hulhet, mens det senere ikke er funnet tilsvarende effekter. Relativ vannmangel kan kanskje føre til en spesiell type hule frukter.

Det er en klar sammenheng mellom gjødsling og hulromdannelse. I de fleste forsøk har økt nitrogengjødsling gitt mer hulhet. Ekstra tilskudd av kalium vil ofte redusere hulheten, men man må ofte opp i en mengde som også reduserer avlingen. Effekten av fosfor og magnesium på hulheten er usikker. Bor ser ut for å redusere hulheten. Hule frukter opptrer helst i begynnelsen av sesongen. Særlig er 3., men også 5. og 6. klasse sterkt utsatt.

Dårlig setting gir mer hule frukter enn god setting.

Tørrstoffrike planter gir mindre hule frukter enn de med løsere vekst.

VII. LITTERATUR

- Abdalla, A.A. and K. Verkerk 1968: Growth, flowering and fruit-set of the tomato at high temperature. Neth. J. Agric. Sci. 1968, 16:71-76.
- Adams, P., G.W. Winsor and J.D. Donald 1973: The effects of nitrogen, potassium and sub-irrigation on the yield, quality and composition of single-truss tomatoes. J. Hort. Sci. 48:123-33.
- Ajzenstat, Ja.S. and I.I. Sipilova 1957: Characteristics of pollen germination in tomato and pea flowers of different ages. Doklady vsesojuz. Akad. seljsk. Nauk. 22(3):29-32. HA 27: 2502.
- Anon. 1960: Hollowness or puffiness in tomatoes. Commonw. Bur. Hort. Plantn. Crops - East Malling. Query No 3680, 1-2.
- Anon. 1973: The tomato. Asian Veg. Res. Dev. Cent. 1974. Ann. report for 1972-1973. Shanhua, Taiwan, Rep. of China, pp 27-32.
- Bauerle, W.L. 1974: The influence of type of irrigation and fertilization on tomato yield and quality. Ohio Agr. Res. and Dev. Cent. Res. Summ. 73:5-7.
- Bauerle, W.L. and D.W. Kretchman 1972: CO<sub>2</sub> enrichment and temperature effects on yield and quality of several new TMV-resistant lines and cultivars. Ohio Agr. Res. and Dev. Cent. Res. Summ. 58:1-6.
- " 1973: Further studies on the effects of CO<sub>2</sub> enrichment and temperature on yield and quality of several new TMV-resistant tomatoes lines and cultivars. Ohio Agr. Res. and Dev. Cent. Res. Summ. 66:17-20.
- Bauerle, W.L. and T. Short 1973.a: The influence of pollination method on high density plant populations. Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ. 66:11-12.
- " 1973 b: The influence of pollination methods on yield and quality in high density plant population. Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ. 66:7-10.
- Bjerggård, A. 1967: Kvalitetsfejl på tomater. Gartnertidende 83:35.

- Burk, E.F. 1929: The role of pistil length in the development of forcins tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 26:239-40.
- Calvert, A. 1963: Pollen viability, germination and tube growth in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). A review of the literature. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1963 (1964) pp. 131-142.
- " 1973: Morphology and Development. The U.K. Tomato Manual, pp. 19-22. Grower Books London 1973.
- Chandler, C. 1957: The effect of gibberellic acid on germination and pollen-tube growth. Contr. Boyce Thompson Inst. 19:215-23.
- Charles, W.B., and R.E. Harris 1972: Tomato fruitset at high and low temperature. Canadian Journal of Plant Science 52(4) 497-506.
- Christensen, S.Aa. 1960: Vibrator og tågesprøjte ved bestøvning af tomater. Produktivitetsudvalget for gartneri og frugtavl. 2A:1-28.
- Cottrell-Dormer, W. 1945: An electric pollinator for tomatoes. Qd. J. Agric. Sci., 2:157-69.
- Coyne, D.P. 1968: Differential response of stylar elongation in tomatoes to soil moisture levels. Hort Sci. 3:39.
- Daskalov, H., K. Mojnova and M. Popova 1970: The effect of ultra-violet and gamma-ray irradiation on germination and polyphenol oxidase activity in tomato pollen. Genet. Selec. 3:411-16. Hort. Abstr. 41:6962.
- Dastane, N.G., G.N. Kulkarni and E.C. Cherian 1963: Effects of different moisture regimes and nitrogen levels on quality of Tomato. Indian Jour. of Agr. 8:405-8.
- Davies, J.N. and G.W. Winsor 1968: Tomatofruit quality. The composition of "hollow" or "boxy" tomato fruit. G.C.R.I. Ann. Rep. 1968, pp. 66-67.
- Dempsey, W.H. 1962: Pollen tube growth in vivo as a measure of Pollen viability. Science 138:436-37.
- Dempsey, W.H. and J.E. Boynton 1965: Effect of seed number on tomato fruit size and maturity. Proc. Amer. Hort. Sci. 86:575-81.

- Dionne, L.A. and P.C. Spicer 1958: Stain Technology, 33:15-17.
- Doolittle, S.P. 1943: Tomato diseases. *Fmrs' Bull. U.S. Dep. Agric.*, No. 1934:54-8.
- Emmert, E.H. 1961: Effect of boron, dextrose and beta-naphthoxyacetic acid on fertilizer requirements and yields and fruit quality of tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:494-99.
- Etzel, W.W. 1966: Effects of growth regulating chemicals and temperature on pollen germination, fruit set and production in *Lycopersicon esculentum*. *Diss. Abstr.*, Sect. B. 27:16.
- Foster, C.A. and E.C. Tatman 1937: Environmental conditions influencing the development of tomato pockets or puffs. *Plant physiology* 12:875-80.
- Friend, W.H. 1928: Tomato fertilizer test. *Texas Agr. Exp. Sta. 41st Ann. Rep.* p. 126.
- " 1930: "Tomato pocket" investigations. *Texas Agr. Exp. Sta. 43rd Ann. Rep.* p. 144.
- Gentile, A.G., K.J. Gallagher and Z. Santner 1971: Effect of some formulated insecticides on pollen germination in tomato and petunia. *Journal of Economic Entomology* 64(4):916-19.
- Gibson, W.B. 1959: Flower Setting and Fruit Yield of Tomatoes in Glasshouses. *Record of the Ministry of Agriculture.* Vol. IX(1):97-103.
- Golinska-Noszezynska, K. 1959: The vitality of pollen of various tomato varieties in various seasons. *Biuletyn Warzywniczy* 4:299-304.
- Gustafson, F.G. 1939: The causes of natural parthenocarpy. *Ann. J. Bot.*, 26:135-38.
- Harrison, D.J. 1961: Influence of Tomato Mosaic Virus Infection on the hollow Fruit Condition of Tomatoes. *Nature*, 192:90-91.
- " 1963: Incidence of hollow fruit in tomatoes under glass. *Exp. Hort.*, 8:12-18.
- Harrison D.J. and R.G. Siddall 1961: Tomato Fruit Quality - Hollow or "Boxy" Fruit. *Guernsey Growers' Ann. Rev.* 27:43-45.
- Harrow Research Station, Canada 1963: *Res. Rep. Harrow, Ont.* 1961-62, 17.

- Hartrath, H. 1972: Pollination experiments with tomatoes under glass. *Gemüse*, 8(6): 174-175.
- Hawthorn, L.R. 1937: Seedlessness in tomatoes. *Science* 85:199.
- Homatescu, V., P. Savitchi and N. Chitan 1969: Applying growth substances and using an electric vibrator on greenhouse-grown tomatoes under the conditions of the Jassy district. *Lucr. Sti. Inst. Agron. Iasi. Agron. Hort.*, pp. 355-61.
- Hong, H.L. and K. Verkerk 1953: Vergelijking<sup>van</sup> verschillende methoden van kunstmatige bestuiving bij tomaten. *Meded. Dir. Tuinb.* 16:229.
- Hornby, C.A. and H.A. Daubeny 1956: Genetic differences in pollen production, germination and growth. *Tomato Genet. Coop. Rept.*, 6:16.
- Horst, B.L. and O.E. Smith 1969: The effect of sugar concentration and boron levels on germination of tomato pollen. XI International Botanical Congress (1969). *Abstr.* p.95.
- Howlett, F.S. 1939: The modification of flower structure by environment in varieties of *Lycopersicum esculentum*. *J. Agric. Res.*, 58:79-117.
- " 1965: Tomato fruit setting. *Acta Hort.*, 4:51-54.
- Howlett, F.S. and D.W. Kretchman 1965: Effect of nitrogen and potassium soil applications and leaf content on yield and occurrence of fruit defects. *Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Summ.* 1:7-9.
- " 1966: Growth, yield and fruit quality attributes of the greenhouse tomato as affected by the nitrogen and potassium supply. *Ohio Agric. Res. Dev. Cent. Res Summ.* 8:11-13.
- " 1968: Puffiness of greenhouse tomato fruits as related to leaf nitrogen and potassium. *Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ.* 26:21-24.
- " 1969: Relation of added nitrogen and potassium and leaf composition to puffiness in the spring 1968 greenhouse tomato crop. *Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ.* 34:19-20.

- Howlett, F.S. and D.W. Kretchman 1970 a: Yield and Fruit Defects in the Greenhouse Tomato as Affected by Applied Nitrogen and Potassium, Spring Crop 1969. Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ. 41:25-28.
- " 1970 b: Yield and Fruit Defects in the Greenhouse Tomato as Affected by Applied Nitrogen and Potassium, Fall 1969. Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ. 41:37-38.
- " 1970 c: Yield and Fruit Defects in the Greenhouse Tomato in Relation to Leaf Composition, Spring 1969. Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ. 41:29-35.
- " 1970 d: Yield and Fruit Defects in the Greenhouse Tomato in Relation to Leaf Composition, Fall 1969. Ohio Agr. Res. Dev. Cent. Res. Summ. 41:39-40.
- Jensen, E. 1971: Tomaternes kvalitet i sommertiden. Gartnertidende 87:393-396.
- " 1972: Tomaternes kvalitet. Kurs ved RoGro A/S.
- Johnson, S.P. and W.C. Hall 1954: Parthenocarpy in the Tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63:329-32.
- Judkins, W.P. 1940: Time involved in pollen tube extension through style and rate of fruit growth in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 1939, 37: 891-94.
- Kaname, T., T. Itagi and M. Mochizuki 1969: Bull. Kanaguwa. Hort. Exp. Stat., 17:52-57.
- Kedar, N. and D. Palevitch 1968: Seed number, specific gravity and external appearance of hollow tomato fruits. J. Hort. Sci. 43:401-07.
- " 1970: Structural changes in hollow tomato fruits. Israel J. Agr. Res. 20(2):87-90.
- Kedar, N. and K. Verkerk 1968: The relationship between number, position in the fruit and genotype of tomato seeds. Neth. J. Agr. Sci., 16:125-131.

- Kepcka, A.K. 1966: The use of auxin sprays or artificial pollination in order to improve fruit-setting of tomatoes grown under glass. Acta Hort., Int. Soc. Hort. Sci. 1966 No. 4 pp. 55-62.
- Kerr, E.A. and L. Kribs 1955: Electric vibrators as an aid in greenhouse tomato production. Agric. Inst. Rev., 10(3):34.
- Kretchman, D.W. 1970 a: An analysis of the use of an electric vibrator or a padded stick for pollinating the tomato. Greenhouse Veg. Res. 1970. Res. Summ. 41:15-17.
- " 1970 b: Pollinating the greenhouse tomato. North American Greenhouse Vegetable Conference 1970, pp. 52-63.
- Kretchman D.W. and W.L. Bauerle 1971 a: CO<sub>2</sub> enrichment effects on yield and fruit quality of the new TMV-resistant cultivars of tomatoes. Ohio Agr. Res. Dev. Cent., Res. Summ. 50:15-18.
- " 1971 b: Supplemental lighting for the spring crop of greenhouse tomatoes. Ohio Agr. Res. Dev. Cent., Res. Summ. 50:19-25.
- Kretchman D.W. and F.S. Howlett 1965: Summary of results from the study of CO<sub>2</sub> enrichment of greenhouse atmospheres for tomatoes. Ohio Agr. Exp. Stat., Res. Summ. 1:1-5.
- " 1969: The relation of frequency of pollination on fruiting of the greenhouse tomato - a preliminary report. Ohio Agric. Res. Dev. Cent., Res. Summ. 34:5-7.
- " 1970: Frequency of pollination and fruit cracking. Greenhouse Veg. Res. 1970, Res. Summ. 41:19.
- Kretchman, D.W., T.H. Short and W.L. Bauerle 1971 a: A preliminary report on an investigation of high plant populations and methods of multiple plant pollination. Ohio Agr. Res. Dev. Cent., Res. Summ. 50:7-13.
- Kurtz, E.B. jr. and J.L. Liverman 1958: Some effects of temperature on pollen characters. Bull. Torrey Bot. Cl., 85:136-38.
- Leopold, A.C. and F.S. Guernsey 1953: The effect of nitrogen upon fruit abnormalities in the tomato. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 61:333-37.



- Lesley, J.W. 1924: Cross pollination of tomatoes. *J. Hered.*, 15:233.
- Lichte, H.F. 1957: Über die Physiologie von Angiospermenpollen und ihre Bedeutung für die Pflanzenzüchtung. *Angew. Bot.*, 31:1-28.
- Marr, C. and I.G. Hillyer 1968: Effect of light intensity on pollination and fertilization of field and greenhouse tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 92:526-30.
- Martin, F.M. 1959: Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Technol.*, 34:125.
- Maynard, D.N., B. Gersten and L.F. Michelson 1959: The effects of boron nutrition on the occurrence of certain tomato fruit disorders. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 74:500-5.
- McGuire, D.C. 1949: Conditions affecting the storage life of tomato pollen. *Amer. J. Bot.*, 36:801 (Abstr.).
- Mikkelsen, V.M. 1949: Has Temperature any Influence on Pollen Size? *Physiologia Plantarum*, Vol. 2, 323-24.
- Myklebust, E. 1968: Grønnsakdyrking i regulert klima. Forelesninger ved NLH, Institutt for grønnsakdyrking, 71 s.
- Neiswander, R.B. 1956: Pollination of greenhouse tomatoes by honey bees. *J. Econ. Entomology*, 49:436-37.
- Orel, L.I. and G.B. Samorodova-Bianki 1956: The content of carotenoids and the fertilization process in gynaecea of different ages in tomato and potato plants. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 109:400-2. *Hort. Abstr.* 27:1553.
- Osborne, D.J. and F.W. Went 1953: Climatic factors influencing parthenocarpy and normal fruit-set in tomatoes. *Bot. Gaz.*, 114:312-22.
- Palevitch, D. and N. Kedar 1968: Effect of fertilizer treatments and manure on hollowness of winter tomatoes. *Israel J. Agric. Res.*, 18:113-16.
- " 1970: Resistance of tomato cultivars and progenies to fruit hollowness. *Euphytia*, 19:253-60.

- Paulson, K.N., A.A. Kader L.L. Morris and J.M. Lyons 1973: Studies related to sizing of California fresh market tomatoes. II. Physical characteristics and interrelationships. Dep. of Veg. Crops, Univ. of Calif. at Davis.
- Petrochenko, U.A. 1961: Effect of dicarboxylic acids on pollen germination and growth of pollen tubes. Fiziol. Rast., 8:681-85 (Soviet Plant Physiol, 8:546-48).
- Prasad, A., A.P. Dikshit and J.D. Tyagi 1963-64: Studies on the pollen germination of tomatoes. The Jour. of Sci. Res. Banaras Hindu Univ., XIV (2).
- Preil, W. and R. Reimann-Philipp 1969: Investigations on the effect of different environmental factors on the pollen viability of tomatoes, *Lycop. esculentum*, especially those with hereditary tendencies towards parthenocarpy. Angew. Bot., 43:175-93.
- Price, R.H., H.H. Harrington and H. Ness 1895: Texas Exp. Sta. Bull. 36, pp. 644-48.
- Ramsey, G.B., J.S. Wiant and L.P. McColloch 1952: Market diseases of tomato, peppers and eggplant. Agric. Hb. U.S. Dep. Agric. No. 28, 32.
- Rick, C.M. and W.H. Dempsey 1969: Position of the stigma in relation to fruit setting of the tomato. Bot. Gaz., 130:180-6.
- Rivoira, G and M. Deidda 1969: The use of the vibrator as a means of promoting fruit set of tomatoes. Riv. Ortoflorofruttic. Ital., 53:82-91. Hort. Abstr. 39:6980.
- Robbins, M.L. and T.P. Hernandez 1970: Effects of supplemental pollen, growth regulants and modified pruning on yield of tomato, *Lycopersicon esculentum*. Iowa State Journal of Science, 45 (2): 181-84.
- Robinson, R.W., W. Mishanec and S. Shannon 1966: Fruitsetting ability in relation to extreme temperature. Tomato Genet. Coop. Rept. 16:33.
- Ross, R.C. 1963: Truss vibration increases tomato profits. Agric. N. Ireland, 37:378.
- Schneck, H.W. 1928: Pollination of greenhouse tomatoes. Bull. Cornell Agric. Exp. Sta., 470.

- Shannon, S., R.W. Robinson and W. Mishanec 1965: Male sterility induced by cold temperature. *Tomato Genet. Coop. Rept.*, 15:65.
- Short, T.H. and W.L. Bauerle 1972 a: The influence of pollinating techniques on tomato yields and quality. *Ohio Agric. Res. Dev. Cent., Res. Summ.* 58:11-13.
- " 1972 b: The effects of pollinating techniques and frequency on yields and quality of greenhouse tomatoes. *Ohio Agric. Res. Dev. Cent., Res. Summ.* 58:15-17.
- " 1973: Pollinating greenhouse tomatoes with a vibrating trellis system. *Ohio Agr. Res. Dev. Cent., Res. Summ.* 66: 13-15.
- " 1974: Pollinating greenhouse tomatoes with synchronized air cylinders. *Ohio Agr. Res. Dev. Cent., Res. Summ.* 73:9-11.
- Smith, O. 1935: Pollination and life-history studies of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Mem. Cornell Agric. Exp. Sta.*, 184.
- Smith, O. and H.L. Cochran 1935: Effect of temperature on pollen germination and tube growth in the tomato. *Mem. Cornell Agric. Exp. Sta.*, 175.
- Sood, R.K. and S.S. Saini 1971: Pollination studies in *Lycopersicon esculentum* Mill. *Himachal Journal of Agr. Res.* 1(1): 65-70.
- Statens Forsøgsvirksomhed i plantekultur 1960: Forsøg med dyrking af tomater i væksthuse ved forskellige luft- og jordtemp. 1953-56. *Tidskr. Planteavl*, 64:163-66.
- Stow, I. 1930: Experimental Studies on the Formation of the Embryosac-like giant pollen in the Anther of *Hyacinthus orientalis*. *Cytologia* 1:417-39.
- Strydom, E. 1958: Hollowness in tomatoes has become a serious problem. *Fmg. in S. Afr.*, 34(7):28-9.
- Taubenhaus, J.J. and G.E. Altstatt 1939: Some factors contributing to tomato puffing. *Pl. Physiol.*, 14:575-81.
- Taubenhaus, J.J. and W.N. Ezekiel 1930: Tomato puffing. *Texas Agr. Exp. Sta. 43rd Ann. Rep.* p. 62-63.

- Taubenhaus, J.J. and W.N. Ezekiel 1931: Tomato puffing. Texas Agr. Exp. Sta. 44th Ann. Rep. p. 69.
- " 1932: Tomato puffing. Texas Agr. Exp. Sta. 45th Ann. Rep. pp. 71-72.
- " 1933: Continued studies on the nature of tomato puffing. Texas Agr. Exp. Sta. 46.th Ann. Rep. p. 83.
- " 1933: The effect of some environmental factors on tomato puffing. Texas Agr. Exp. Sta. 46th Ann. Rep. pp. 83.
- Lorfs, P. 1968: The effect of temperature and relativ humidity on pollengermination in tomato. Agricultura, vol. XVI, no. 4: 45-51.
- Traub, H.P. 1928: Tomato pockets. Texas Agr. Exp. Sta. 41st Ann. Rep. p. 25.
- Uldal, B. 1963: Tomatkvaliteten. Er det bestøvning og befruktning som ofte svikter? Gartneryrket, 8:176-77.
- Vaage, T 1959: Klasestorleik og fruktsetjing hjå tomat. Verknaden av eit nytt kjemisk stoff, N-m-totylphthalamic acid eller Duraset-20w, på blomsterdifferensiering og verknaden av mekanisk pollinering på fruktsetjing hjå tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Hovedoppgave ved NLH.
- Van Koot, I.J. and W. van Ravesijn 1962: The germination of tomato pollen on the stigma. International Hort. Congr. 1962.
- " 1963: The germination of tomato pollen on the stigma. Proc. 16th Int. Hort. Congr., Brussels, 1962, 1963. Vol. 2 pp. 452-61.

- Van Ravestijn, W. 1960: Proefstation voor de Groenten en Fruittelt onder glas, Naaldwijk. Jaarverslag, pp. 95-96.
- Vassiliev, I.V. 1941: Effects of boron on germination of pollen and growth of pollen tubes in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Dokl. Akad. Nauk SSSR, 30:532-34.
- Verkerk, K. 1957: The pollination of tomatoes. Neth. J. Agric. Sci., 5:37-54.
- " 1963: Interaction of pollination and number of leaves in the tomato. Neth. J. Agric. Sci., 11:188-91.
- Visser, T. 1955: Germination and storage of pollen. Meded. Landb. Hoogeschool, Wageningen, 55:1-68.
- Wagner, W. 1956: Zum Bestäubungsvorgang bei der Kulturtomate. Arbeit aus dem Institut für Obstbau und Gemüsebau der Landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim.
- Went, F.W. 1957: The experimental control of plant growth. Chronica Bot. Co., Waltham, Mass., Vol 17.
- Wikesjø, K. 1974: Odlar köksväxter i växthus. LT's förlag - LTK, 191 s.
- Williams, W. 1961: Investigations on the Tomato. Rep. John Innes Inst. 1960, 7-11.
- Winsor, G.W. 1966: A note on the rapid assessment of "boxiness" in studies of tomato fruit quality. Rep. Glasshouse Crop Res. Inst. 1965, pp. 124-27.
- Wittwer, S.H. 1949: Effect of fruit setting treatment, variety and solar radiation on yield and fruit size of greenhouse tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 53:349-54.
- Yarnell, S.H., W.H. Friend and P.R. Johnson 1931: Studies on the cause of "tomato puffing". Texas Agr. Exp. Sta., 44th Ann. Rep., pp. 22-23.
- Yarnell, S.H. 1933: Tomato pocket investigations. Texas Agr. Exp. Sta., 46th Ann. Rep. pp 127-28.
- " 1934 a: Tomato puff investigations. Texas Agr. Exp. Sta., 47th Ann. Rep. pp. 26-27.

Yarnell, S.H. 1934 b: Influence of heridity with respect to a fruit defect on tomato. Die Gartenbauwiss, 8:616-33.

" 1935: Tomato puff investigations. Texas Agr. Exp. Sta., 48th Ann.Rep., pp. 33-34.

Yarnell, S.H. and W.H. Friend 1934: Studies on the cause of puffing. Texas Agr. Exp. Sta., 47th Ann. Rep., p. 25.

Yarnell, S.H., W.H. Friend and J.F. Wood 1937: Factors affecting the amount of puffing in tomatoes. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 541, pp. 5-64.

Young, P.A. 1946: Tomato diseases in Texas. Circ. Tex. Agr. Exp. Sta., No. 113:47-49.