



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1647

Lagring af kinakål, porre, blomkål

En litteraturoversigt

II. Blomkål og grønsager generelt

Storage of chinese cabbage, leek and cauliflower

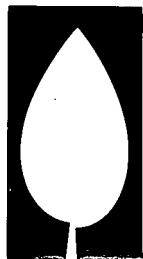
A review

II. Cauliflower and vegetables generally

P. Molls Rasmussen

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1983



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1647

Lagring af kinakål, porre, blomkål

En litteraturoversigt

II. Blomkål og grønsager generelt

Storage of chinese cabbage, leek and cauliflower

A review

II. Cauliflower and vegetables generally

P. Molls Rasmussen

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1983

<u>Indhold</u>	Side
Resumé	4
Summary	4
III. Blomkål	4
1. Sortsvalg	5
2. Dyrkning	6
3. Høst	6
3.1. Efter høst	7
4. Lagring	8
4.1. Temperatur	8
4.2. Luftfugtighed	9
4.3. Ventilation	11
4.4. CA-lagring	11
5. Konklusion	13
IV. Appendix. Grønsagslagring generelt	14
1. Nedkøling	15
2. Temperatur	21
3. Luftfugtighed	23
3.1. Emballage	23
4. CA-lagring	24
V. Litteratur	26

Resumé

Denne beretning er anden delrapport over en litteratursøgning vedrørende lagring af Kinakål, Porre og Blomkål.

I den første delrapport (S-beretning nr.) er omtalt resultater vedrørende lagring af Kinakål og Porre. Denne beretning omfatter lagring af Blomkål samt et appendix, der behandler en række mere generelle lagringsproblemer i forbindelse med grønsager.

Hvad angår litteratursøgningens baggrund, formål m.v. skal henvises til indledningen i første delrapport.

Som det var tilfældet med de to første kulturer er omtalen af blomkåslagring delt op i afsnit, der behandler forhold med indvirking på holdbarheden: sort, dyrkning, høst, lagerklima m.m.

Nøgleord: Blomkål, grønsager og lagring.

Summary

This report is the second part of literature review concerning storage of chinese cabbage, leek and cauliflower. The first part dealing with chinese cabbage and leek was published in S-report nr. . This report deals with storage of cauliflower and in an appendix more general problems regarding storage of vegetables are treated.

Regarding background, intensions etc. of this literature review is referred to the introduction of part one.

Similar to the procedure in part one the discussion concerning storage of cauliflower is divided into items as: cultivar, growing, harvest, storage conditions and so on.

Key words: cauliflower, vegetables and storage.

III. Blomkål

Opbevaring af blomkål kan tjene to formål: 1. Udjævning af svigende tilførsler - og afsætning - i den egentlige produktionsperiode og 2. Forlængelse af forsyningsperioden udover dette tidspunkt

Varme og kolde perioder i sæsonens løb vil henholdsvis fremme

og forsinke blomkålens udvikling, og trods "programmering" vil markedet udsættes for over- og underforsyning.

Intervallet mellem sådanne situationer vil ofte være af relativ kort varighed - 8 - 10 dage - og en hensigtsmæssig opbevaring vil medvirke til en udjævning - og et mere stabilt prisleje.

Da høsttidspunkt er bestemt af blomkålens udvikling, vil det medføre en omsætningstid på 6 - 8 dage efter høst sidst på ugen.

Overgang til større produktionsenheder har medført afhængighed af fremmed arbejdskraft - og faste arbejdstider. Stordriften har samtidig skabt grundlag for øget mekanisering, der i forbindelse med indhøstning er ensbetydende med færre skæringer.

Hele denne udvikling har medvirket til at aktualisere muligheden for en bedre styring af markedsføringen ved tilvejebringelse af lagerfaciliteter. Dertil kommer, at sådanne lagre vil kunne medvirke til at forlænge sæsonen for danske blomkål udover den egentlige produktionsperiode.

1. Sortsvalg

Den foreliggende litteratur vedrørende lagring af blomkål giver ikke direkte anledning til at udpege specielt lagringsegnede sortter. Der kan være flere årsager hertil. Dels er udbuddet af sortter og stammer meget omfattende, og der kommer stadig nye til, således at sortimentet skifter. Dels vil sortsvalget i højere grad være bestemt af andre egenskaber end lagringsevne. Her spiller bl.a. dyrkningsformål og -tidspunkt en afgørende rolle.

I vores forsøg i 1971 - 72 benyttede vi sorterne 'Idol' og 'Grandessa', og det så ud til, at 'Grandessa' i højere grad var i stand til at bevare den grønne farve på bladene - en vigtig egenskab hos blomkål til opbevaring.

Engelske undersøgelser tyder på, at sortter med mørke blade - og med god dækevn - har den bedste holdbarhed (*Derbyshire*, 1973).

Fra tysk side refereres til undersøgelser, der peger i retning af en sammenhæng mellem tørstofindhold - der havdes til dels at

være sortsspecifik - og lagringsevne (*Fritz et al.*, 1978).

2. Dyrkning

Enkelte undersøgelser vedrørende en eventuel sammenhæng mellem dyrkningsforhold og holdbarhed har ikke givet afgørende oplysninger. Det gælder såvel jordbundsforhold som gødskning. Det må dog understreges, at forudsætningen for at opnå et salgsværdigt og dermed lagringsegnet produkt, er en optimal ernæringsstilstand. Selv om bladene kun tjener som "emballage" er det ofte dem, der sætter en grænse for holdbarheden, idet de bliver slappe og misfarvede længe før den spiselige del forringes. For at opnå den nødvendige saftspænding, må der lægges vægt på, at fugtighedsforholde-
ne i jorden er i orden. Nedbør + vanding skal rigeligt opveje for-
dampningen.

3. Høst

Som nævnt er det stort set blomkålens udviklingsstadium, der bestemmer høsttidspunktet. For at sikre det bedst mulige udgangsmateriale - både hvad angår saftspænding og temperatur, bør der høstes tidligt på dagen.

Betydningen af at høste, inden blomkålen har nået sin maksimale udvikling, fremgår af følgende rumænske forsøg (*Amariutei et al.*, 1977), hvor forsøgsmaterialet inden lagring blev opdelt i 3 størrelser: små = indtil 500 g, middel = 500 til 1000 g og store = over 1000 g. Ved opbevaring ved 0 - 1°C kunne mindstestørrelsen holdes salgbar i 65 dage, middelstørrelsen i 62 dage, medens de store størrelser nåede samme kvalitetsgrænse på 30 dage. Sorten var '*Snowball*', og kålen var svøbt enkeltvis i plastfolie. Det skal lige tilføjes, at kvalitetsvurderingen ikke omfattede bladene.

Rationalisering via stordrift og mekanisering kan give problemer med hensyn til lagring - især i varme perioder med forceret udbud. For at undgå en "overmoden" vare på lageret, må denne frasorteres - og sælges omgående - hvorefter de mindre udviklede hoveder lag-

res.

Et andet problem ligger i selve høstproceduren, hvor det ikke er ualmindeligt at foretage en afpudsning i marken. I varme perioder må det under alle omstændigheder frarådes, idet fordampningsstabet hurtigt tager glansen af hovederne. Skal varen på lager er denne fremgangsmåde endnu mere ueheldig, idet en række forsøg har vist, at uafpudset blomkål har den bedste holdbarhed. To ting må dog påpeges i den forbindelse. Flere af forsøgene er gennemført ved utilstrækkelig høj luftfugtighed på lageret - og det er så blevet afhjulpet takket være en stor bladmasse. Lagerets kapacitet beskæres med 40 - 60%, hvis kålen lagres uden afpudsning.

3.1 Efter høst

Afpudsningsproblemer i forbindelse med lagring er lige omtalt, og det er et meget centralt problem i forbindelse med blomkål. Forsøg ved Havebrugscentret har vist en dobbelt så lang holdbarhed for blomkål helt fri for blade, men da bladene - indtil videre - må betragtes som en nødvendig beskyttelse af den spiselige del, er det vigtigt at opstille optimale lagerbetingelser for blomkålsblade - dog uden at skade hovederne.

For alle frugt- og grønsagsprodukter, der høstes i sommermånedene, er der problemer med at fjerne overskydende varme, med det mindst mulige fordampningstab. Ved nedkøling i luft vil der i hele nedkølingsperioden foregå en fordampning fra produktet - selv med en luftfugtighed på 100%. Derfor er det vigtigt, at nedkølingen foregår så hurtigt som muligt. Andre nedkølingsmetoder kan reducere fordampningstabet: vacuumkøling - der benyttes til salat - er ikke særlig effektiv i forbindelse med blomkål, da behandlings-tiden bliver for lang - og dermed for kostbar; vandkøling er hurtig og effektiv, men den kræver en ekstra arbejdsgang, og konsekvenserne for den påfølgende lagring er kun utilstrækkeligt belyst.

Beskyttelse mod fordampning vil senere blive omtalt. Her skal blot gøres opmærksom på, at svøbning eller foring af emballage under en eller anden form inden nedkøling forsinket denne væsentligt

- med mindre man bruger vacuumkøling.

4. Lagring

En international organisation for standardisering - ISO - omfattende 21 lande, deriblandt Norge, Holland og Frankrig - men ikke Danmark - har i 1978 givet følgende retningslinier for lagring af blomkål: temperatur fra 0 til +2°C og luftfugtighed på 90 - 95% RH. Der foreligger i øvrigt angivelser for optimale lagerbetingelser fra en række lande. Temperaturen ligger gennemgående i området 0 - 1°C og luftfugtigheden på 90 - 95% RH. Indenfor de seneste år er der pillet lidt ved disse hævdvundne optimalangivelser, og i det følgende skal gives en mere detailleret redegørelse for de fremkomne synspunkter.

4.1 Temperatur

Når ovenstående standardanvisninger i intet tilfælde beskæftiger sig med temperaturer under 0°C, kan det måske være i erkendelse af en utilstrækkelig styring på de fleste kommercielle lagre.

Tyske undersøgelser (Weichmann, 1978) har vist, at temperaturer mellem -1/2° og 0°C er at foretrække, men en så præcis styring kræver et ret avanceret udstyr. Samme kilder angiver samtidig, at temperaturer under -1°C medfører ødelæggende frostskader.

Opbevaringstiden angives af ISO til 3 - 6 uger - afhængigt af sorten. De fleste andre kilder er mere forsigtige, og nævner 2 - 4 uger. På grundlag af hollandske undersøgelser er i fig. 1 opstillet diagram over holdbarhed hos blomkål ved hurtig og forsinket nedkøling til forskellige lagertemperaturer.

Finske undersøgelser med lagring ved 1 - 2°C konkluderer i en holdbarhed på ca. 4 uger (Suhonen, 1977).

I forbindelse med de her omtalte optimale lagerbetingelser, der bygger på lagringsforsøg i en række lande, skal det pointeres, at forsøgene ikke i noget tilfælde er fulgt op af en efterlagringsperiode svarende til omsætningstid og -vilkår.

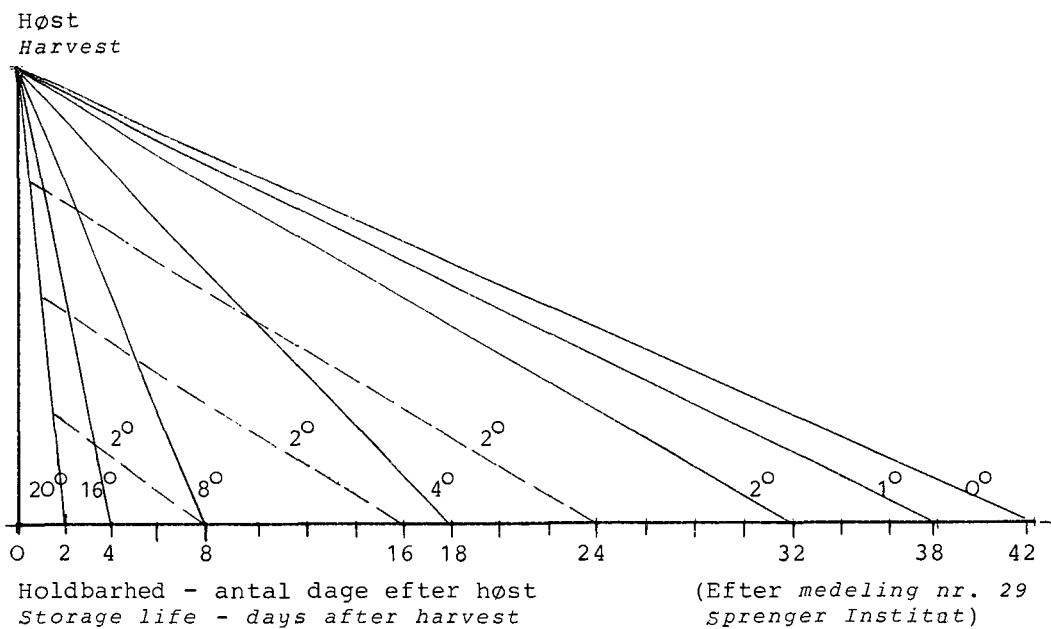


Fig 1. Holdbarhed ved forskellige lagertemperaturer. Hurtig nedkøling.

Fig 1. Storage life of cauliflower at different temperatures.

— — — — holdbarhed ved 2° efter forsinkelte indsatninger fra 20° .

Storage life at 2°C at delayed storage from 20°C .

4.2 Luftfugtighed

Eftersom bladene er den mest utsatte del af den lagrede blomkål, og de først og fremmest rammes af udtørring med påfølgende misfarvning, er det nødvendigt at etablere en høj luftfugtighed på lageret. Frygten for svampeangreb på de lagrede produkter satte tidligere en grænse for, hvor højt man turde gå. Flertallet af anvisninger ligger i det foreliggende materiale i området 90 - 95% RH.

I en canadisk forsøgsrække fra 1977 lagredes flere grønsagsarter ved en temperatur på $0 - 1^{\circ}\text{C}$ og to fugtighedsniveauer: 90 - 95% og 98 - 100% RH (Berg et al.). Den høje luftfugtighed gav i intet

tilfælde anledning til øgede angreb af svampe. Derimod reduceredes vægttabet fra 3,5% til 1,0%.

En helt præcis grænse for, hvornår vægtsvindet bevirker en kvalitetsforringelse på grund af "slappe blade", er det ikke muligt at fastslå, men overstiger tabet 5% er forringelsen af produktet umiddelbar synlig som manglende saftspænding.

At etablere en luftfugtighed på 98 - 100% på et lager - og da især ved temperaturer omkring eller under 0°C - er en ret problematisk opgave, og i de fleste bestående lagre vil dette krav ikke kunne opfyldes.

For at skabe det bedst mulige "lokalklima" for den lagrede blomkål kan man benytte forskellige typer plastfolie enten i form af svøb eller som foring i kasser eller - som det foreskrives efter det franske "marcellin-system" - som en kappe over hele palletstabler. Problemerne er dels af køleteknisk art og vanskelighederne med en effektiv køling øges jo større enheder, der afskærmes.

Afhængigt af hvilken type folie der benyttes og hvor effektivt afskærmningen gennemføres, kan der opstå problemer med ophobning af kuldioxyd, der i koncentrationer over 5 - 6% kan virke ødelæggende på smagskvaliteten.

I helt tæt lukkede polyetylenposer har man i polske forsøg (*Adamicki et al.*, 1977) registreret op til 12% kuldioxyd, hvilket gav anledning til kraftig afsmag efter opbevaring - især efter kogning.

I samme forsøgsrække blev benyttet svøbning i "Flexopack" - en tynd folie i retning af krympefolie. Dette materiale gav en god beskyttelse mod fordampning og - takket være stor gennemtrængelighed for kulsyre - androg indholdet i pakningen kun et par procent CO_2 . Resultatet var en vellykket opbevaring ved 1°C i 4 uger.

Emballering i tætte polyetylenposer har også i vore forsøg medført kvalitetsforringelser. Den bedste opbevaring opnåede vi ved svøbning i "Saran" - et materiale formentlig svarende til det omtalte "Flexopack".

4.3 Ventilation

Der er kun udført ganske få undersøgelser med henblik på at belyse ventilationens indflydelse på holdbarheden. En canadisk undersøgelse har beskæftiget sig med tilførsel af frisk luft i stigende mængder (*Berg et al.*, 1977). Man har benyttet 0,1 - 0,2, 2 - 3 og 200 - 250 x luftskift pr. dag til flere grønsagsarter. Der kunne kun konstateres ubetydelige forskelle på holdbarheden efter 6 uger ved 0 - 1°C og en relativ luftfugtighed på 98 - 100%. Det laveste ventilationsniveau - 0,1 - 0,2 x pr. dag resulterede dog i lidt større afpuddsvind netop i blomkål.

Da kondensproblemer kan være aktuelle i forbindelse med ventilation, har man i samme forsøgsrække forsøgsled med bevidst fremkaldt kondensering på de indlagrede produkter. Det er sket gennem tilførsel af fugtighedsmættet, 25°C varm luft 3 gange i døgnet. Der er i intet tilfælde konstateret skadevirkning, men derimod en reduktion af vægtsvindet. Det påpeges i konklusionen, at temperaturniveauet har været meget stabilt.

4.4 CA-lagring (lagring i kontrolleret atmosfære)

Problemerne med at bevare blomkålens blade grønne og saftspændte kan til en vis grad - og for et begrænset tidsrum - løses ved hjælp af lav temperatur og høj luftfugtighed.

En forlænget lagring - som primært vil være af interesse efter den egentlige produktionsperiode - kan opnås ved CA-lagring. På grundlag af tidligere undersøgelser har det været hævdet, at blomkål kan lagres i op til 10% CO₂ med godt resultat - 2 - 3 måneder. Lagringsforsøg i de senere år har imidlertid i flere tilfælde afsløret afsmag i kålen efter opbevaring i 5 - 6% CO₂ eller derover, ligesom der er konstateret misfarvning af hovedet efter denne behandling.

Polske forsøg fra 1972 - 75 (*Adamicki et al.*, 1977) med følgende CO₂/O₂-kombinationer: 2,5/3, 2,5/5, 5/3 og 5/5 udviste mindst vægtsvind og bedste farve på hoved og blade - det der betegnes som højeste handelsværdi - efter 5/5-lagring. En smagsbedømmelse

efter kogning gav 2,5/5 og 5/3 de højeste smagskarakterer (7 mod 5 for 5/5-lagring).

På baggrund af disse resultater ser det ud til, at skadevirkningen af 5% CO₂ ikke slår igennem, når den kombineres med en lav O₂-procent - 5/3-lagring.

Rumænske undersøgelser fra 1974-76 gav følgende resultater efter 2 måneders lagring:

Tabel 1. Forsøg med CA-lagring af blomkål ved 0-1°C.

Table 1. CA-storage of cauliflower at 0-1°C.

Luft sammensætning air mixture					
kuldioxyd/ilt CO ₂ /O ₂					
	0/21	5/16	10/11	3/3	6/3
Afpudsningsswind <i>Trimming loss</i>	3,9	0,2	1,3	1,4	0,1
Handelsværdi (1-10) <i>Estimated market value</i>	5,3	6,7	6,3	6,1	6,9

(Efter Amariutei et al., 1977)

Kombinationen 6/3 har her givet det bedste resultat, men 5/16 - der er væsentligt lettere at etablere - er kun ubetydligt ringere. Da der ikke er udført smagsbedømmelser i forbindelse med dette forsøg, har vi ikke mulighed for at registrere eventuelle smagsafvigelser.

I en oversigt har Stoll (1974) samlet anvisninger fra forskellige lande og på forskellige tidspunkter (tabel 2).

Som tidligere anført har flere tilfælde af afsmag efter lagring ved 5% CO₂ eller derover ført til, at 5% nu normalt anføres som maksimumsgrænse. Det må dog i den forbindelse bemærkes, at i en række tilfælde, hvor en given behandling har medført skader, ind-

går tidsfaktoren som udslaggivende. CO_2 -skader indtræffer med andre ord først, når lagringstiden har overskredet en vis grænse.

Tabel 2. Retningslinier for CA-lagring af blomkål.

Table 2. Recommended conditions for CA-storage of cauliflower.

Land	År Year	$^{\circ}\text{C}$	Rel. fugt. R.H..	% CO_2	% O_2	Anslået lagring dage <i>Estimated storage life days</i>
England	1940	0-1	90-95	10	11	
Holland	1959	0	95	5	16	
Italien	1968	0	90-95	10	5	60-90
Belgien	1970	0-1		5	3	28-42
Tyskland	1972	0	90-95	5	3	42
Polen	1973	1		2,5-5	3	30-72
Schweiz	1973	0	92-95	0-3	2-3	40-60

(Efter Stoll, 1974)

For at opnå en tilfredsstillende lagring i kontrolleret atmosfære, er iltprocenten - som det fremgår af oversigten - reduceret i takt med at kuldioxydvirkningen er blevet begrænset.

En amerikansk undersøgelse (Lipton et al., 1977) har beskæftiget sig med blomkålens reaktion på meget lave iltprocenter. Mån har konstateret kraftig afsmag efter lagring i 1% O_2 og noget mindre efter 2%. I begge tilfælde var der en meget stor individvariation og nogle dages "udluftning" ved $8-10^{\circ}$ fjernede helt eller delvis afsmagen.

5. Konklusion

På baggrund af det foreliggende udvalg af litteratur vedrørende lagring af blomkål er det muligt at drage følgende hovedkonklusioner:

- Blomkål til opbevaring skal høstes på et relativt tidligt udviklingstrin.

2. Blomkålen må ikke under høst eller transport udsættes for stød- eller trykpletter.
3. Nedkøling skal foretages snarest muligt efter høst, og foregå hurtigst muligt - for at undgå udtrørring.
4. Opbevaringstemperaturen skal ligge i området $-0,5^{\circ}\text{C}$ til $2,0^{\circ}\text{C}$ med hovedvægten omkring 0°C , hvor de tekniske muligheder er til stede.
5. Det er vigtigt, at etablere en høj luftfugtighed. De fleste undersøgelser refererer til 90-95% RH, men de nyeste angivelser ligger endnu højere - 98-100% RH.
6. Lagring i kontrolleret atmosfære har i en del undersøgelser givet gode resultater. Metoden er næppe egnet til korttids-lagring, men en forlænget sæson vil kunne opnås ad den vej.
 CO_2 procenter over 5 har givet anledning til afsmag i produkterne. En reduktion af iltspændingen til 2-3% har reduceret denne risiko og en forlængelse af holdbarheden med omkring en måned er dermed mulig.
7. Hovedparten af forsøgene er gjort op umiddelbart efter lagrings afslutning. Talmaterialet giver således ikke mulighed for at vurdere holdbarheden efter udtagning fra lager - det såkaldte "shelf life". Den procedure kan have ført til for optimistiske prognoser for varens egentlige handelsværdi.
8. Endelig er der i enkelte af de refererede forsøg kun foretaget bedømmelse af "hovedet" - blomsterstanden - medens bladenes tilstand er ladet ude af betragtning. En noget urealistisk fremgangsmåde, så længe bladene er en nødvendig emballage - og tilmed det svageste led under lagringen.

IV. Appendix. Grønsagslagring generelt.

Som nævnt i indledningen har den foreliggende litteratursøgning taget sigte på at belyse problemerne omkring lagring af kinakål, porre og blomkål.

En del af den pågældende litteratur behandler imidlertid emnet

grønsagslagring på et bredere grundlag.

Selv om rapporten i første række henvender sig tilavlere og andre med speciel interesse for de tre nævnte kulturer, vil de fleste formentlig være involveret i andre sider af grønsagssektoren.

Det kan derfor næppe betragtes som en overskridelse af de givne beføjelser, når der i dette appendix gives en kort oversigt over nogle mere generelle betragtninger vedrørende grønsagslagring.

Det vil hovedsagelig dreje sig om følgende emner:

1. Nedkøling i forbindelse med transport og/eller lagring.
2. Temperatur
3. Luftfugtighed
4. Emballage
5. CA-lagring. Kuldioxyd- og iltkoncentrationer

1. Nedkøling

Sommerhøstede grønsager bringer betydelige varemængder med ind på lageret, derfor stiller netop nedkølingsfasen meget store krav til kølekapaciteten.

Eksempelvis kræver nedkøling af 20 t blomkål fra 20°C til 0°C 491.000 kcal., eller 24.550 kcal./time ved 20 timers drift af kølemaskinen.

Til sammenligning kan anføres at kølebehovet efter nedkøling er af en størrelsesorden svarende til 50.000 kcal./døgn eller ved 20 timers drift af anlægget 2.500 kcal./time, hvilket svarer til 10% af behovet under nedkøling.

Foregår indhøstningen tidligt på dagen, hvor temperaturen f.eks. kan holdes nede på 15°, vil kølebehovet under nedkøling reduceres til ca. 20.000 kcal./time.

En endnu kraftigere reduktion i kravene til kølekapacitet kan opnås, hvis nedkølingen forlænges til 2 døgn. Behovet er nu nede på 15.000 kcal./time, men besparelser opnået på bekostning af nedkølingstiden vil som regel medføre en forringet holdbarhed.

I ovennævnte eksempel indgår åndingsvarmen med knap 17% i nedkølingsfasen, medens den under lagringen udgør ca. 50% - de øvrige varmekilder er varmeindstrængning udefra og ventilatorvarme.

Varmeproduktionen gennem ånding varierer med grønsagsart og med produktets temperatur.

I nedenstående tabel er opført værdier for åndingsvarme i kcal./t./døgn for en række grønsager ved temperaturer fra 0 til 20°C.

Tabel 3. Åndingsvarme hos grønsager i kcal./t./døgn ved forsk. temp.

Table 3. Heat production of vegetables in kcal./t/24 hours at different temp.

	0°	2°	5°	10°	15°	20°
Blomkål <i>Cauliflower</i>	500-1300	720-1450	11-1600	25-2800	40-5300	63-8300
Bønner (grønne) <i>Beans (green)</i>	12-1400	16-1700	21-2500	33-4200	54-8500	81-11900
Gulerødder <i>Carrots</i>	200-580	450-700	580-800	650-900	15-2000	18-2800
Hvidkål <i>White cabbage</i>	300-500	350-600	450-850	7-1100	12-1700	22-2500
Kartofler <i>Potatoes</i>	220-540	220-500	250-400	340-450	400-750	500-900
Løg <i>Onion</i>	240-400	260-440	320-520	470-700	650-950	950-1200
Porre <i>Leek</i>	730-1100	12-2300	26-3100	56-5900	86-9900	11-12000
Rosenkål <i>Brussel sprouts</i>	1000-1400	11-1600	22-2800	34-4700	51-6100	ca. 10500
Rødbeder <i>Beetroot</i>	240-400	300-580	650-700	11-1200	14-2400	30-4400
Rødkål <i>Red cabbage</i>	300-380	320-500	450-500	600-800	10-1200	21-2400
Bladselleri <i>Celery, white</i>	300-500	400-600	650-950	11-1700	20-2300	25-3000
Tomater, modne <i>Tomato, ripe</i>	280-360	330-400	400-550	650-850	11-1800	16-2100
Ærter m. bælg <i>Peas, with pod</i>	18-2200	24-3000	32-3900	41-5500	75-9500	118-13300

Som det fremgår af tabellen, er der en betydelig variation i åndingsintensiteten også inden for arterne. Trods denne usikkerhed tjener de her opstillede værdier som grundlag for beregning af kølekapacitet ved etablering af kølelagre til grønsager.

I forbindelse med lagring af grønsager - og især de blædrige arter - er fugtighedsforholdene af stor betydning.

Når så store varmemængder skal fjernes fra produkterne - uden at der samtidig sker en udtørring - kræver det en tilsvarende stor kølekapacitet. Effekten af et køleanlæg afhænger i høj grad af fordampertemperaturen - temperaturen på kølelementerne - jo lavere temperatur jo større effekt. Hollandske angivelser nævner følgende relationer mellem kølekapacitet og fordampertemperatur:

Tabel 4. Kølekapacitet i kcal./time ved forskellig Δt .

Table 4. Cooling capacity in kcal./h at different Δt .

Temperaturforsk (Δt)	10°	7°	5°
	10.000	7.000	5.000

Det samme køleanlæg kan altså yde det dobbelte, hvis forskellen mellem lagertemperatur og fordampertemperatur øges fra 5 til 10°. Samtidig indgår denne temperaturforsk ved beregning af kølelementernes størrelse, idet den laveste fordampertemperatur kræver de mindste elementer.

De strenge krav til en høj luftfugtighed på grønsagslageret udelukker imidlertid denne form for besparelser på anlægsbudgettet. Jo større temperatordifference jo kraftigere tilrimning af elementerne - og dermed udtørring af produkterne.

Hollandske og tyske kilder angiver henholdsvis 5° og 7°C som hensigtsmæssige størrelser for temperaturforskellen (Δt). Beregning af kølefladen for et køleanlæg sker efter følgende formel:

$$F = \frac{Q}{k \times t}$$

hvor Q = kølemaskinenes ydelse i kcal./time

k = varmeledningstal for fordamper (ca. 9 kcal./m²/time/°C)

Δt = (delta t) = forskel mellem rum- og fordampertemperatur

Benyttes denne opstilling til beregning af kølefladen til fornævnte kølelager til blomkål - og med Δt på 5° - bliver resultatet:

$$F = \frac{25.000}{9 \times 5} = \frac{25.000}{45} = 556 \text{ m}^2$$

Med så betydelige investeringer i kompressor- og fordamperkapacitet blot for at dække nedkølingsperioden, er der givetvis stor interesse for andre nedkølingsmetoder.

For salat og andre udpræget "løse" bladgrønsager kan problemet løses ved hjælp af vacuumkøling, men metoden er kun effektiv for disse specielle arter, og anlægget er kostbart - og forudsætter en høj udnyttelsesgrad.

Vandkøling - eng. hydro cooling - benyttes en del i U.S.A., men er aldrig slæt igennem i Europa. Produkterne nedsænkes i isvand, og nedkølingen sker hurtigt - og helt uden problemer med fordampningstab. Overskydende vand kan skabe problemer i forbindelse med efterfølgende pakning og lagring.

Andre muligheder for nedkøling er indretning af specielle nedkølingsrum med passende kapacitet. Denne fremgangsmåde forudsætter imidlertid overførsel til andre lagerrum efter nedkøling.

I forbindelse med transport og/eller salg umiddelbart efter høst benyttes nedkøling i køletunnel, hvor produkterne enkeltvis - eller som mindre enheder påvirkes kortvarigt af en kraftig luftstrøm med lav temperatur.

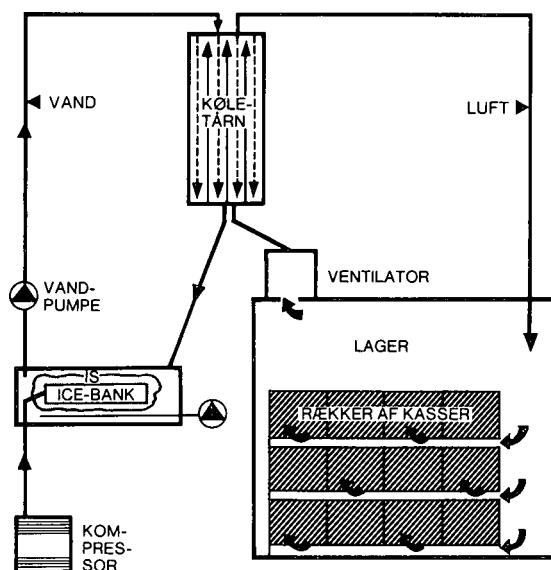
Da det i begge de sidstnævnte tilfælde drejer sig om luftkøling, kan en vis udtørring ikke undgås. Svøbning i folie - eller anden form for beskyttelse - vil modvirke denne udtørring, men samtidig nedsættes køleeffekten, og behandlingstiden forlænges.

Ice bank cooling er et specielt kølesystem udviklet i England i de seneste år, især beregnet på køling af grønsager.

Det centrale i anlægget er "isbanken" - et køleelement anbragt i en vandbeholder og tilsluttet en kølemaskine. Når anlægget er i drift, dannes der is omkring kølelementet, og udover denne isblok vil der i beholderen være vand omkring 0°. Vandet fra dette kul-delager cirkuleres gennem et køletårn, hvor lagerluften ved gen-nemstrømning nedkøles og befugtes.

Fordelen ved systemet er, at "isbankens" kuldereserve kan op-arbejdes forud for den egentlige spidsbelastning - man fordeler behovet for kølekapacitet - og man sikrer sig en meget høj luft-fugtighed.

Et anlæg af denne type er under afprøvning her i landet



(Efter "Grønne Fag")

Fig. 2. Principskitse af "Ice bank cooler".

Selv om "Ice bank"-systemets væsentlige fordel skal søges i nedkølingsfasen, kan anlægget formentlig fungere udmærket i forbindelse med langtidslagring. Dette sidst bliver nok et spørgsmål om rentabilitet.

Et firma her i landet har udviklet et nedkølingsanlæg, der benytter kulsyresne som "kuldemedium". Anlægget indbygges i isolerede containere. Da det således er transportabelt og samtidig uafhængigt af el eller andre energikilder, kan det placeres direkte ved produktionsstedet.

En række nedkølingsproblemer knytter sig til valg af emballage, stabling m.v. Store kompakte enheder er vanskeligere at nedkøle, og er emballagen tæt hæmmes varmeafgivelsen yderligere.

Nedkølingstidens længde er af betydning for produktets videre skæbne under lagringen. Ved det engelske Ditton laboratorium har man for nogle år siden opstillet en beregningsmodel, der opererer med begrebet graddage. Nulpunktet for disse beregninger er fastsat til -3°C . Antallet graddage pr. døgn er forskellen i $^{\circ}\text{C}$ mellem nulpunktet og produktets gennemsnitstemperatur.

For flere grønsager har man derefter - nok lidt letsindigt - fastsat et "lagerliv" på 200 graddage.

Nedkøling fra 20 til 0° i løbet af 1 døgn "forbruger" altså 13 af de disponibele 200 graddage. Medgår der 4 døgn er der brugt 52 graddage. Under lagringen bruges 2 graddage/døgn ved -1° , 4 graddage/døgn ved $+1^{\circ}$ - svarende til en halvering af lagertiden.

Dette svarer rimeligt godt til tidligere omtalte tyske forsøg med lagring af kinakål, men faren ved disse teoretiske modeller er, at de kun bygger på de biokemiske processers afhængighed af temperaturen, medens der ikke kan tages højde for de sygdomsangreb, der i praksis - som regel - er den begrænsende faktor.

I forbindelse med nedkølingsprocessen benyttes af andre forfattere betegnelsen "cooling rate", der er et udtryk for temperaturfaldet i produkterne i $^{\circ}\text{C}$ pr. time. Sker nedkølingen fra 20 til 0° jævnt i løbet af 24 timer, svarer det til en "cooling rate" på

$\frac{20}{24} = 0,8$. I en engelsk undersøgelse af en række kommercielle grønsagslagre lå den gennemsnitlige "cooling rate" på 0,5, men i flere tilfælde - bl.a. med salat, kål og spinat - var tallet så lavt som 0,4°C/time. Dette betegnes som absolut utilfredsstillende, og i sin konklusion over undersøgelsen bemærker forfatteren, at kravet om nedkøling i løbet af 24 timer kun undtagelsesvis kan opfyldes, og det er symptomatisk, at produkterne i de tætte pakninger - f.eks. papemballager - lider overlast på grund af for langsom nedkøling.

2. Temperatur

For størsteparten af de her omhandlede grønsager ligger den optimale lagertemperatur på - eller lige omkring 0°C.

Der har i de senere år været en tendens til, at presse temperaturen ned på et stadig lavere niveau for dermed at forlænge holdbarheden. Produkternes frysepunkt er normalt den absolutte bundgrænse, men en del grønsager - i rapporten omtalt kinakål og porre - tåler en lettere frysning, blot optøningen sker langsomt.

Problemerne omkring de meget lave lagertemperaturer knytter sig til det forhåndenværende tekniske udstyr, og de muligheder det giver for at styre temperatur og - ikke mindst - luftfugtighed.

Oplysningerne i nedenstående tabel over lagringsanvisninger er hentet fra flere forskellige kilder - dog fortrinsvis af nord- og vesteuropæisk oprindelse.

Når skemaets angivelser ikke i alle tilfælde er i overensstemmelse med de mere detaillerede oplysninger om de tre enkeltkulturer i rapporten, skyldes det, at en skematisk opstilling - uden kommentarer - forudsætter en bred sikkerhedsmargin.

Tabel 5. LAGRING AF GRØNSAGER.

Optimal temperatur og luftfugtighed. Forventet lagringstid.

Table 5. STORAGE OF VEGETABLES.

Recommended temperatures and RH. Estimated storage life.

art vegetable	temperatur °C temperature °C	luftfugtighed % rel. RH	lagringstid Estimated storage
Tomater (umodne) <i>Tomato (unripe)</i>	12 - 15	85 - 90	3 uger weeks
Tomater (røde) <i>Tomato (red)</i>	8 - 12	80 - 85	1 uge
Agurker <i>Cucumber</i>	7 - 10	90 - 95	10 dage days
Bønner (grønne) <i>Beans (green)</i>	7 - 8	90 - 95	1 uge
Kartofler <i>Potato</i>	3 - 5	90 - 95	5 - 8 måneder months
Rødbeder <i>Beetroot</i>	3 - 4	95	4 - 6 måneder
Asparges <i>Asparagus</i>	0 - 1	95	2 uger
Bladselleri <i>Celery</i>	0 - 1	90 - 95	4 uger
Rabarber <i>Rhubarb</i>	0 - 1	95	2 - 3 uger
Artiskok <i>Artichoke</i>	0	90 - 95	6 uger
Champignon <i>Mushroom</i>	0	90 - 95	4 - 5 dage
Gulerødder <i>Carrot</i>	0	95	5 - 6 måneder
Sukkermajs <i>Sweetcorn</i>	0	95	4 dage
Radiser <i>Radish</i>	0	95	1 uge
Salat <i>Lettuce</i>	0	95	2 uger
Selleri <i>Celeriac</i>	0	90 - 95	4 måneder
Spinat <i>Spinach</i>	0	95	6 dage

fort.

tabel fortsat.

art vegetables	temperatur °C temperature	luftfugtighed % rel. RH	lagringstid Estimated storage
Blomkål <i>Cauliflower</i>	-1/2	90 - 95	2 - 4 uger
Broccoli <i>Broccoli</i>	-1/2	90 - 95	2 - 4 uger
Hovedkål <i>Cabbage (white, red)</i>	-1/2	90	3 - 6 måneder
Kinakål <i>Chinese cabbage</i>	-1/2	90 - 95	2 - 3 måneder
Kepaløg <i>Onion</i>	- 1	70 - 80	6 - 7 måneder
Persille <i>Parsley</i>	- 1	90 - 95	4 - 6 uger
Porre <i>Leek</i>	- 1	90 - 95	2 - 3 måneder
Rosenkål <i>Brussel sprouts</i>	- 1	90 - 95	4 - 6 uger
Ærter (med bælg) <i>Pea (with pod)</i>	- 1	90 - 95	1 uge
Grønkål <i>Borecole</i>	- 2	95	3 måneder

3. Luftfugtighed

Betydningen af - gennem høj luftfugtighed - at begrænse fordampningen og det dermed forbundne vægttab er tidligere understreget. Risikoen er især til stede under nedkøling, hvor en høj temperatur i produkterne fremmer denne proces, men også under den egentlige lagring er denne del af lagerklimaet af afgørende betydning for lagringsforløbet. Som det fremgår af lagerskemaet (tabel 5) er den optimale luftfugtighed - her angivet som relativ fugtighed - generelt beliggende i området 90 - 95%, med en tendens hen imod den højeste værdi. Undtagelserne er tomat og løg.

I øvrigt er netop fugtighedsforholdene blevet diskuteret kraftigt i de seneste år - delvis på baggrund af canadiske forsøg, hvor der er opnået gode resultater med en relativ fugtighed på 98 - 100%. Tilsvarende resultater er opnået med kinakål i Tyskland.

Det bør nok i den forbindelse tilføjes, at forudsætningen for at arbejde med så høj fugtighed på lageret er en meget præcis styring af temperaturen, idet selv små udsving kan give anledning til nedslag på de indlagrede produkter. I øvrigt kræver en kombination af lav temperatur og næsten fugtighedsmættet luft et absolut perfekt køleanlæg.

Der markedsføres forskelligt udstyr for ekstra tilførsel af fugtighed, men da måling af høj fugtighed - 95-100% - ved temperaturer omkring frysepunktet stadig mangler en tilfredsstillende teknik, vil også styring af et eventuelt befugtningsanlæg være problematisk.

3.1 Emballage

Under omtalen af nedkølingsprocessen er det nævnt, at emballagen spiller en afgørende rolle for køleeffekten. Som beskyttelse mod fordampning - eller af hygiejniske grunde - benyttes i stor udstrækning pakning eller svøbning i plastfolie.

I norske forsøg med lagring af gulerødder har foring af kasser med plastfolie reduceret vægttabet under lagring fra 13,2% i åbne kasser til 0,6% i forede kasser. Samtidig er opnået en reduktion i angreb af gråskimmel fra 9,5 til 1,3%. Det er dog i den forbindelse værd at bemærke, at andre tilsvarende forsøg har afsløret, at nedkølingstiden fra 11° til 3° blev forlænget fra 7 til 100 timer.

I danske undersøgelser med plastforing til gulerødder (Jørgensen et al., 1976) er der ikke konstateret tilsvarende fordele med hensyn til vægtsvind og svampeangreb. Konklusionen har derfor været, at plastforing kun kan tilrådes, hvis gulerødderne er meget tørre ved indbringning.

Ukritisk brug af plastfolie - eller andre tætte materialer - for at øge luftfugtigheden omkring produkterne, kan være en farlig disposition - især når det drejer sig om større enheder, der høstes og indbringes ved høj temperatur.

I de tilfælde, hvor folien benyttes som salgsemballage til enkelte eller få enheder - agurker, champignon, salat, kinakål, per-

sille m.v. - og opbevaringstiden er relativ kort, kan den benyttes med fordel. Det skal dog understreges, at visse tætsluttende pakkninger kan give anledning til ophobning af f.eks. kuldioxyd i så betydelige koncentrationer, at produkterne kan beskadiges.

4. CA-lagring

For det store flertal af grønsagsafgrøder vil CA-lagring næppe være aktuelt - eventuelle muligheder foreligger for porre og hovedkål med langtidslagring for øje.

Da der imidlertid foreligger en del materiale fra undersøgelser over CA-lagring af flere grønsagsarter, skal i tabelform gives en oversigt over, hvilke luftblandinger, der anses for optimale.

Tabel 6. Optimale kuldioxyd/iltprocenter til CA-lagring af grøn-sager.

Table 6. Recommended CA-conditions for vegetables.

art vegetables	% kuldioxyd CO_2	% ilt O_2
Agurk <i>Cucumber</i>	3 - 5	2
Blomkål <i>Cauliflower</i>	5	3
Bønner (grønne) <i>Beans (green)</i>	3 - 5	2
Hvidkål <i>White cabbage</i>	3	3
Rosenkål <i>Brussel sprouts</i>	5	3
Rødkål <i>Red cabbage</i>	3	3
Porre <i>Leek</i>	10 (evt.5)	11 (evt.3)
Persille <i>Parsley</i>	10	11
Salat <i>Lettuce</i>	2	3

På baggrund af den foreliggende litteratur kan omstående arter betragtes som egnede til formålet.

Hele rodfrugtsektoren er imidlertid så dårligt afklaret, at CA-lagring indenfor denne gruppe må betragtes som yderst risikabel. Ud fra de hidtidige forsøg her i landet med bl.a. gulerødder (Jørgensen, 1974) må denne lagringsform betragtes som uegnet.

Den forlængelse af lagringen, som CA-lagring kan præstere - sammenlignet med traditionel kølelagring - er af beskeden omfang. Derimod er det en almindelig opfattelse, at produktkvaliteten ved udtagning fra lager er bedre. Dette skyldes bl.a., at kuldioxyd i koncentrationer på 5% eller derover modvirker nedbrydningen af klorofyl i bladgr  nsager.

Endelig er luftfugtigheden som regel høj i de tætte CA-lagre, og fordampningssvindet bliver derved holdt nede på et minimum.

Erkendtlighed

For finansiel støtte gennem AKG-midler, bevilget af Danmarks Erhvervsgartnerforening og Landbrugets Specialafgr  deudvalg skal bringes en tak til disse organisationer.

V. Litteratur

- Adamicki, F., Kepka, A. K. (1977): Storage of cauliflowers in CA and plastic bags. *Acta Horticulturae* 62, 23 - 29.
- Amariutei, A., Tataru, D. P., Tasca, G. (1977): Research results on refrigerated and CA-storage of cauliflower. *Acta Horticulturae* 62, 31 - 39.
- Anonym (1978): Cauliflowers - Guide to cold storage. ISO 949 - 1978 (E). International Organization for Standardization.
- Anonym (1974): Farmelectric. Vegetable Storage. Handbook no. 23, the Electricity Council, U. K.
- Anonym (1972): Koelen van Fruit en Groente. Medeling nr. 29, Sprenger Institut, Wageningen.
- Anonym (1982): Nyt Lagersystem - ice-bank-cooler. Grønne Fag 1, 8 - 9.
- Berg, L van den and Lentz, C. P. (1972): Respiratory heat production of vegetables during refrigerated storage. *J. Amer. Hort. Sci.* 97, 431 - 32.
- Berg, L. van den and Lentz, C. P. (1974): High humidity storage of some vegetables. *Can. Inst. Food Technol. J.* 7, 260 - 62.
- Berg, L. van den, Lentz, C. P. (1977): Effect of relative humidity on storage life of vegetables. *Acta Horticulturae* 62, 197 - 208.
- Bolly, L., Biston, R. (1967): The precooling of vegetables destined for canning. Proc. Int. Cong. Regrig. (12th Madrid) 3, 315 - 22.
- Burzo, I. (1980): Influence of temperature level on respiratory intensity in the main vegetable varieties. *Acta Horticulturae* 116, 61 - 64.

- Bünemann, G. und Hansen, H. (1973): Frucht- und Gemüselagerung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Chadzidakis, S. og Hansen, H. (1973): Der derzeitige Stand der Lagerung planzlicher Ernteprodukte in geregelter Atmosphäre (CA-Lagerung) in der Bundes republik Deutschland. Industrielle Obst- und Gemüseverwertung, 58 (22).
- Derbyshire, D. M. (1973): Post harvest deterioration of Vegetables. Chemistry and industry 22, 1052 - 54.
- Dimov, S. L. og Petkov, Ch. I. (1981): Technology of storage and mechanization of work in vegetable storehouses. AGRI/MECH Report no. 87, FAO/ECE/AGRI/WP.2/39, United Nations, New York.
- Flønes, Mons (1973): Lagringsforsøk med gulrot. Melding nr. 90, Statens forsøksgård Kvithamar, Norge.
- Fritz, D., Käppel, R., Weichmann, J., Bünemann, G. (1978): Einfluss des Anbaues auf Lagereignung und Lagerverhalten von Obst und Gemüse. Ernährungs-Umschau 25, 78 - 84.
- Gibbon, J. M. (1972): Some observations of temperatures and cooling rates of vegetables in commercial cold stores. J. agric. Engng. Res. 17, 332 - 37.
- Jørgensen, J. (1974): Opbevaring af gulerødder ved forskellige CO₂-koncentrationer. Meddelelse nr. 1146. Statens Plantearvsforsøg.
- Jørgensen, J., Jensen, A. (1976): Opbevaring af gulerødder i plastforede containere. Meddelelse nr. 1309. Statens Plantearvsforsøg.
- Lipton, W. J., Harris, C. Max. (1976): Response of stored cauliflower to low-O₂ atmospheres. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 (3), 208 - 11.

- Love, J. (1977): Cooling it becomes more and more important. The Grower, 730 - 32.
- Neale, M. A., Lindsay, R. T., Messer, H. J. M. (1981): An experimental cold store for vegetables. I. agric. Engng. Res. 26, 529 - 40.
- Pratella, G. C., Biondi, G. (1969): L'impiego dei films plastici nella conservazione dei prodotti ortofrutticoli. Frutticoltura 31, 643 - 52.
- Ugglas, E. af, Wahlström, L. (1977): Die Distribution einiger Gemüsesorten in Schweden. Verpackungs-Rundschau 28, 430, 32 og 34.
- Weichmann, J. (1977): Die Luftfeuchte im Gemüselager. Industrielle Obst- und Gemüseverwertung 62, 135 - 36.
- Weichmann, J. (1978): Einfluss der Lagerungsmassnahmen auf die Qualität von Gemüse. Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft 341, 144 - 55.

Institutter m.v. under Statens Planteavlsforsøg

Sekretariatet

Statens Planteavlskontor, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 50 57
Informationstjenesten, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 53 27
Dataanalytisk Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Sekretariatet for Sortsafprøvning, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Statens Bisygdomsnævn, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 62 00

Landbrugscsentret

Statens Forsøgsstation, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	(03) 97 53 10
Statens Biavlsforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, 6400 Sønderborg	(04) 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Tylstrup, 9380 Vestbjerg	(08) 26 13 99
Statens Forsøgsstation, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Statens Forsøgsstation, Ødum, 8370 Hadsten	(06) 98 92 44
Statens Forsøgsstation, Borris, 6900 Skjern	(07) 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Silstrup, 7700 Thisted	(07) 92 15 88
Statens Forsøgsstation, Askov, 6600 Vejen	(05) 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Lundgård, 6600 Vejen	(05) 36 01 33
Statens Forsøgsstation, 6280 Højer	(04) 74 21 05
Statens Forsøgsstation, St. Jyndevad, 6360 Tinglev	(04) 64 83 16
Statens Planteavls-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Statens Planteavls-Laboratorium, Pedersholm, 7100 Vejle	(05) 82 79 33

Havebrugscsentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Landskabsplanter, Hornum, 9600 Års	(08) 66 13 33

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Institut for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Planteværnsafdelingen på »Godthåb«, Låsbyvej 18, 8660 Skanderborg	(06) 52 08 77
Institut for Ukrudtsbekämpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00