



Lagring af æbler og pærer i kontrolleret atmosfære

Storage of apples (*Malus domestica*) and pears
(*Pyrus cummunis*) in controlled atmosphere

Morten Nielsen
Havebrugscentret
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning
5792 Årslev



Lagring af æbler og pærer i kontrolleret atmosfære

Storage of apples (*Malus domestica*) and pears
(*Pyrus cummunis*) in controlled atmosphere

Morten Nielsen
Havebrugscentret
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning
5792 Årslev

Statens Planteavlsforsøg
Sekretariat
Lilleborgevej 2
5792 Årslev

Indholdsfortegnelse

	Side
Resumé	4
Summary	4
Indledning	5
Begreber og principper der knytter sig til lagring i kontrolleret atmosfære	5
Generelt om forhold før høst og høsttidspunktets betydning ved lagring af æbler	6
Forhold før høst	6
Høsttidspunktets betydning	7
Generelt om lagring af æbler	7
Indlagring	7
Temperatur	7
Luftfugtighed	7
Frugtkvaliteten under og efter lagring	8
Lagring af æbler i kontrolleret atmosfære	8
Effekt på åndingen	8
Effekt på produktion og virkning af ethylen	9
Effekt på lagersygdomme	9
Temperaturniveau ved CA-lagring	9
Fugtighedsniveau ved CA-lagring	10
Kuldioxidkoncentration	10
Iltkoncentration	10
Vejledning for lagring af æbler i kontrolleret atmosfære	11
Produktkonstanter	11
Beskrivelse af høsttidspunkt, frugtegenskaber, lagerforhold og lagerskader for 23 æblesorter	13
Litteratur	29
Generelt om forhold før høst og høsttidspunktets betydning ved lagring af pærer	33
Generelt om lagring af pærer	33
Lagring af pærer i kontrolleret atmosfære	34
Effekt på produktion og virkning af ethylen	34
Effekt på lagersygdomme	34
Kuldioxidkoncentration	35
Iltkoncentration	35
Vejledning for lagring af pærer i kontrolleret atmosfære	36
Produktkonstanter	36
Beskrivelse af lagerforhold for 13 pæresorter	37
Litteratur	41

Resumé

Lagring af æbler og pærer i kontrolleret atmosfære (CA-lagring) sikrer afsætning af kvalitetsfrugt over en betydelig periode. Lagring i kontrolleret atmosfære kan foregå på flere måder afhængig af graden af kontrol og niveauet af ilt og kuldioxid. Resultatet af CA-lagring vil afhænge af dyrkningsforhold før høst, af høsttidspunkt og af forhold ved indlagring samt under lagring. Ændring af atmosfæren ved CA-lagring forårsager biokemiske og fysiologiske forandringer i frugten og påvirker forekomsten af lagerskader. Ved hvilke lagerforhold frugterne skal lagres er sortsbestemt og bør tages op til revision hvert år i henhold til dyrkningssæsonens forløb.

Nøgleord: Æbler, Pærer, lagring, kontrolleret atmosfære, lagervejledning.

Summary

Storage of apples and pears in controlled atmosphere (CA-storage) ensures sale of quality fruits in an extended period. CA-storage is carried out in different ways determined by the control and the level of oxygen and carbondioxid. The quality of the fruit after storage in controlled atmosphere depends on growing conditions before harvest, the picking time, the conditions when loading the store and the conditions during storage. The change in atmosphere during CA-storage will cause biochemical and physiological changes in the fruit and will influence the occurrence of storage diseases. It is dependent on the variety, which storage conditions gives the best quality after storage and the conditions ought to be considered every year in regard to the growing season.

Key words: Apples, pears, storage, controlled atmosphere, storage recommendations.

Indledning

Lagring af æbler (*Malus domestica*) og pærer (*Pyrus communis L.*) i kontrolleret atmosfære er i Danmark koncentreret på fælleslagre, der samlet har kapacitet til ca. 9.000 tons frugt. Kun enkelte frugtavlere har egne lagerrum med kontrolleret atmosfære; derimod er kølelagring almindeligt.

Viden, om hvorledes lagring af æbler og pærer skal foregå, er nødvendig for at kunne markedsføre et kvalitetsprodukt over en betydelig periode.

I forhold til kølelagring vil lagring i kontrolleret atmosfære forlænge holdbarheden og optimere spisekvaliteten.

Nærværende beretning, der er udarbejdet i projektet »Kontrolleret Atmosfære til Frisk Frugt og Grønsager«, beskriver de forhold, der har indflydelse på lagrevnen af æbler og pærer ved lagring i kontrolleret atmosfære.

Beretningen omfatter først en kort gennemgang af principperne og begreberne, der knytter sig til lagring i kontrolleret atmosfære. Derefter følger en litteraturgennemgang for henholdsvis æbler og pærer samt en vejledning indeholdende produktkonstanter og anbefalede lagerkonditioner for de enkelte sorter.

Begreber og principper, der knytter sig til lagring i kontrolleret atmosfærer

Lagring i kontrolleret atmosfære er baseret på regulering af tre faktorer: temperatur, relativ fugtighed samt atmosfærens sammensætning med hensyn til ilt (O_2) og kuldioxid (CO_2).

Ved at regulere disse faktorer kan frugtens stofomsætning og modningsprocesser blive reduceret. Herved vil frugtens nærings- og salgsværdi blive bevaret i længere tid og med et bedre resultat end ved traditionel kølelagring.

Som et resultat af ændring i atmosfærens sammensætning vil udviklingen af sygdomsfremkaldende mikroorganismer og forekomsten af fysiologiske sygdomme blive påvirket.

Lagring i ændret atmosfæresammensætning kan foregå på flere måder. Forskellene består i graden af kontrol og niveauet af ilt og kuldioxid (66).

Lagring i modificeret atmosfære (MA-lagring)

Ved MA-lagring forstås lagring i pakning, hvor atmosfæresammensætningen ikke er kontrolleret. Balancen, der udvikles efter nogen tid afhænger af produkternes åndingsintensitet og pakningens gennemtrængelighed for de forskellige luftarter og vanddamp.

Udgangspunktet for atmosfæresammensætningen i en pakning kan være atmosfærisk luft = MA-pakning, eller en injiceret gas = Gas-injiceret-pakning.

Anvendelse af MA-lagring vil være aktuelt for nogle af de tidlige sorter af æbler og pærer.

Kulsyre lagring (kuls.-lagring)

Ved kulsyre lagring etableres atmosfæresammensætningen som følge af produkternes ånding, d.v.s. produkternes forbrug af ilt og produktion af kuldioxid. Atmosfæresammensætningen fastholdes på det ønskede niveau ved ventilation med atmosfærisk luft, der indeholder 79 pct. nitrogen (N_2), 21 pct. ilt (O_2) og 0,03 pct kuldioxid (CO_2). Koncentrationen af $CO_2 + O_2$ udgør ca. 21 pct. Normalt er det kun CO_2 -koncentrationen, der holdes konstant og kun den, der måles.

Lagring i kontrolleret atmosfære (CA-lagring)

I denne form for kølelagring kontrolleres både kuldioxid- og iltkoncentrationen. Kuldioxidkoncentrationen kontrolleres ved brug af skrubbere (et filter der fjerner kuldioxid uden tilførsel af friskluft) og ventilation med atmosfærisk luft. Iltkoncentrationen kontrolleres ved ventilation.

Den ønskede atmosfæresammensætning etableres i løbet af 2-7 dage efter indlagring. Ved hurtig-CA-lagring etableres atmosfæren ved tilførsel af N_2 i løbet af timer efter indlagring.

Trykket i CA rum varierer forholdsvis hyppigt på grund af variation i temperatur, cirkulation af luft samt som følge af CO_2 regulering (81).

Lagring i Ultra Lav Oxygen (ULO-lagring)

Ved ULO-lagring forstås CA-lagring, hvor iltkoncentrationen er mellem 0 og 2 pct. For nogle frugtsorter stiger modtageligheden for kuldioxidskader ved ULO-lagring, og det er derfor nødvendigt at fjerne CO_2 . Koncentrationen af CO_2 skal ofte være fra 0,5 til 1 pct.

Denne lagerform stiller specielle krav til apparatur og lagerrum. ULO-lagring kan være et alternativ til hurtig-CA-lagring for at forlænge holdbarheden.

For nærmere beskrivelse af apparatur og lagerrum henvises til CA-håndbog, der p.t. er under udarbejdelse af Bioteknologisk Institut.

Generelt om forhold før høst og høsttidspunktets betydning ved lagring af æbler

Udvikling af fysiologiske fejl og frugtens spisekvalitet efter lagring har relation til frugtens egenskaber ved indlagring. Disse egenskaber er bestemt af samspillet mellem vækstforhold før høst og frugtens modenhed på høsttidspunktet.

Forhold før høst

Lagerevnen for æblesorter er bestemt af klimaets og dyrkningsforholdenes indflydelse på frugtens udvikling i vækstsæsonen (28, 37, 49, 72, 86).

Følgende faktorer påvirker lagerevnen:

- Temperatur, lysforhold og nedbør (63).
- Træalder og frugtmængde på træerne (46).
- Plantagetype, beskæring og udtynding (42, 59).
- Mineralstof (gødning) i frugterne (6, 7, 26, 28, 49, 86).
- Marksprøjtning (77).

Høsttidspunktets betydning

For frugter beregnet til længere tids lagring er høst ved det rette modenhedstrin meget afgørende (36, 46, 56).

Tidligt høstede frugter er generelt små, faste, umodne, grønne, syreholdige og med en ringe aroma. Der vil være en større risiko for udvikling af skold, centerråd, skrumpning og priksyge under lagring.

Sent høstede frugter vil generelt være store, modne, med gul grundfarve, søde og mere aromatiske. Risiko for møsk, vævs-nedbrydning, råd og forekomst af brun kerne vil stige ved sen høst (56).

Fastsættelse af det rette høsttidspunkt kræver en sammenkædning af karakterer, der beskriver frugtens udvikling gennem vækstsæsonen (størrelse, vægt, fasthed, omdannelse af stivelse, farve, sukker- og syreindhold) med mineralanalyser på høsttidspunktet og med klimadata (43, 56, 62, 86).

Resultater fra sammenkædning over flere år sammenlignet med det enkelte års lagringsresultater vil give et rimeligt erfaringsgrundlag til forudsigelse af det rette høsttidspunkt og lagerevnen (43).

Generelt om lagring af æbler

Indlagring

For at kunne opnå et tilfredsstillende lagringsresultat skal æbler være bragt på køl inden 24 timer efter høst (25, 79). Lagerrummet skal før indlagring være kølet ned og skal fyldes i løbet af højst 4 dage (25). Den optimale lagertemperatur skal nås inden en uge efter, at rummet er fyldt, og skal opretholdes igennem hele lagerperioden.

Generelt bør der ikke lagres mere end en sort i hvert lagerrum. To eller flere sorter kan lagres sammen, hvis de har de samme opbevaringskrav og modner samtidig (25).

Temperatur

Frugternes ånding reduceres jævnt ved sænkning af temperaturen ned til 3-4°C. Ved yderligere sænkning af temperaturen sker der en markant reduktion af åndingen (5).

Temperaturen i lagerrummet må ikke variere mere end $\pm 0,5^\circ\text{C}$ (73, 81).

Luftfugtighed

Luftfugtigheden har ikke nogen direkte indflydelse på åndingen og modningsprocesserne, men et optimalt niveau reducerer frugternes afgivelse af vand (transpirationen) som fører til vægttab og udtørring (18, 45).

Vægttabet må ikke ligge over 1 pct. pr. måned. Er der ved lagerperiodens ophør et vægttab over 5-6 pct., vil der ofte være sket en rynkning af frugten (18).

For at forhindre et for stort vægttab skal den relative fugtighed være 90-95 pct (17). Denne høje fugtighed kræver, at temperaturforskellen mellem køleflade (fordamper) og luft kun er 2-4°C (25).

Ved samme luftfugtighed er både det totale vægttab og hastigheden, hvormed vægttabet sker, forskelligt mellem sorterne (17). 'Ingrid Marie' har således større vægttab end 'Cox's Orange', og 'Aroma'. 'Mutsu' har et meget lille vægttab (12).

Vægttabet er også afhængigt af frugtens modenhed. Tidligt i vækstsæsonen er transpirationen meget stor, den falder jævnt til et minimum lige før det optimale høsttidspunkt, hvorefter den stiger igen. Transpirationen er stor for overmodne frugter, der da også har stort vægttab (76). Opbygningen af frugtens overhud er blandt andet afgørende for disse forskelle (18).

For høj luftfugtighed (større end 95 pct.) kan være årsag til udvikling af svampeangreb og fysiologiske skader. Der er vekselvirkning mellem fugtighed og temperatur, således at frugter ved høj fugtighed er mere følsomme over for skader forårsaget af lave temperaturer som møsk og blød skold (18, 81). Høj luftfugtighed, der har medført kondensdannelse på frugten, kan give overfladisk misfarvning, der minder om skold. Årsagen til dette er, at CO_2 på frugtens våde overflade omdannes til H_2CO_3 (81).

Frugtkvaliteten under og efter lagring

Frugtkvaliteten i løbet af lagerperioden skal følges for at kunne bedømme, hvornår lagerperioden skal ophøre (56). Dette bør gøres ved at udtage en repræsentativ prøve, for hvert af de lagrede parti æbler, hver måned efter november til lagerperiodens ophør. Prøven bedømmes efter opbevaring i en uge ved 20°C for lagerskader, fasthed, farve, indhold af sukker samt for smag. Disse oplysninger sammenholdes med oplysninger ved indlagring om de enkelte partier (56).

Lagring af æbler i kontrolleret atmosfære

Biokemiske og fysiologiske ændringer ved lagring i kontrolleret atmosfære er beskrevet tidligere (13, 29, 34, 55).

I forhold til æbler lagret i atmosfærisk luft, har de CA-lagrede æbler lavere åndingsintensitet og mindre ethylenproduktion, et højere syreindhold, et lavere sukkerindhold, en større fasthed og en bedre bevaret grundfarve (27, 38, 57, 87). Yderligere medfører CA-lagring reduktion i forekomsten af fysiologiske lagerskader som priksyge (70), møsk (9) og patologiske lagerskader (13, 70).

For æbler lagret i modificeret atmosfære er fundet reduktion i forekomsten af priksyge (21, 22) samt forbedring af farve og fasthed (1, 21, 51).

Effekt på åndingen

Frugtens ånding aftager i løbet af vækstsæsonen for så igen at stige til et maximum (klimakterie) som indledning til frugtens modning.

Ved lagring i kontrolleret atmosfære sker der en mindre ånding og hermed tilsvarende en mindre varmeudvikling. Varmeudviklingen er 60 til 70 pct. lavere ved CA-lagring end ved lagring i atmosfærisk luft (5, 85). Hvor meget åndingen reduceres afhænger af niveauet af temperatur, ilt og kuldioxid. Ved samme atmosfæresammensætning og temperatur vil reduktionen af åndingen være forskellig mellem sorterne (5). For 'Golden Delicious' ses således større reduktion af åndingen end for 'Boskoop' og 'Gloster' (5). Denne forskel kan til dels føres tilbage til at åndingsaktiviteten er forskellig mellem sorterne. 'Golden Delicious' har større ånding end 'Boskoop' og meget større end 'Gloster' (5).

Ved samme atmosfæresammensætning og temperatur er der for den enkelte sort forskel mellem lokaliteter på åndingshastigheden og ethylenproduktionen. Denne forskel kan skyldes for-

skellig struktur af frugternes overhud, der betinger variation i gasudveksling og hermed i frugtens indre O_2 -koncentration (72).

Forholdet mellem frugternes CO_2 afgivelse og O_2 optagelse (åndingskvotienten) varierer kun lidt (1,03-1,15) og er ikke påvirket af lageratmosfæren eller temperaturen (5).

Effekt på produktion og virkning af ethylen

Ethylen (C_2H_4) er en luftart, der fremmer frugtens modning blandt andet ved at stimulere åndingen. Frugtens produktion af ethylen følger almindeligvis åndingen.

Fuld produktion og virkning af ethylen kræver relativ høj koncentration af ilt (78). Ethylen-syntesen bliver derfor hæmmet ved lav O_2 -koncentration (27, 83). Tilsvarende bliver virkningen af ethylen blokeret eller modificeret ved lav O_2 -koncentration samt ved høj CO_2 -koncentration (35, 72). Der er nogen uenighed om virkningen af at fjerne ethylen i CA-lagre, hvor produkterne er lagret ved optimale lagerkonditioner (47, 88).

Fjernelse af ethylen til en koncentration under 1 $\mu l/l$ i CA-lagre (3 pct. O_2 og 2,5-5,0 pct. CO_2) hæmmer frugt modning, især bedre opretholdelse af fasthed, samt hæmmer udvikling af lager-skader som skold og priksyge (14, 35, 45, 52, 72). Der kan være nogen forskel mellem sorterne på deres reaktion over for fjernelse af ethylen. 'Bramleys Seedling' reagerer kraftigt og 'Golden Delicious' svagt (35).

Fjernelse af ethylen ved ULO-lagring (0,7-1,5 pct. O_2) har for 'Spartan' og 'Golden Delicious' ikke givet nogen effekt (45), men en positiv effekt for 'Cox's Orange'.

Der er vekselvirkning mellem temperatur og ethylen, idet der ved fjernelse af ethylen undertiden kan observeres forekomst af centerråd hos 'Spartan' (45) og 'Cox's Orange' (84) som følge af større følsomhed over for lave temperaturer.

Effekt på lagersygdomme

CA-lagring har reduceret forekomst af *Gloeosporium*. Der er ikke registreret nogen forskel på forekomst af *Botrytis*- og *Penicillium*råd. Ved kunstigt at smitte frugterne, er der ikke fundet hæmning ved CA-lagring (70).

Priksyge og stødfølsomhed kan reduceres ved hurtig etablering af den optimale atmosfæresammensætning (61).

I sæsoner, hvor der er fare for forekomst af centerråd, synes denne lagerskade at fremmes ved lagring i en CO_2 -koncentration større end 1 pct. (87). Modtageligheden over for skader som følge af lave temperaturer (møsk) kan stige ved opbevaring ved lave O_2 - og høje CO_2 -koncentrationer.

Når indholdet af *calcium* i blade og frugter er over en given grænseværdi, vil forekomsten af priksyge og vævsnedbrydning blive reduceret. Grænseværdien vil være lavere ved CA-lagring end ved lagring i atmosfærisk luft (72, 81).

Temperaturniveau ved CA-lagring

For sorter, der er modtagelige for skader som følge af lave temperaturer (møsk), skal temperaturen ved CA-lagring holdes ca. 1-2°C over den kritiske temperatur bestemt ved almindelig kølelagring (27, 72, 81).

Ved lagring uden køl forbedres kvaliteten ved anvendelse af kontrolleret atmosfære. For 'Granny Smith' er dog observeret større forekomst af centerråd under disse forhold (71).

Fugtighedsniveau ved CA-lagring

Den relative fugtighed i CA-lagre er på 95 til 97 pct. mod ca. 90 pct. i almindeligt kølelager. Denne høje relative fugtighed ved CA-lagring kan fremme modtageligheden over for møsk og blød skold (72). Dette skyldes, at den relative fugtighed påvirker frugtens gennemtrængelighed for luft og vanddamp. Generelt vil frugten have en større gennemtrængelighed ved høj relativ fugtighed samt ved reduktion af O_2 - og CO_2 -koncentrationen (50). Skader som følge af lav ilt-koncentration ved ULO-lagring reduceres ved opretholdelse af høj luftfugtighed (50).

Kuldioxid-koncentration

Hvor stor variation, der kan tolereres i CO_2 -koncentrationen, afhænger af varigheden samt hyppigheden. Det er derfor vanskeligt at opsætte grænser (81). En variation på ± 1 til 2 pct. af det optimale gennemsnit kan tillades, hvis dette sker enkelte gange og er af kort varighed (81). Der bør tilstræbes $\pm 0,5$ pct. af den anbefalede værdi (73).

For sorter som 'Spartan' (44) og 'McIntosh' (30), er der ved CA-lagring (2-3 pct. O_2) fundet, at lavere CO_2 -koncentration (2,0 til 0,5 pct.) kan reducere æblernes fasthed og give lagerskader. Ved ULO-lagring (1 pct. O_2) er der ikke fundet tilsvarende skader ved reduceret CO_2 .

Kortvarig behandling af frugter med høj pct. CO_2 umiddelbart efter høst giver for 'Golden Delicious', 'Jonathan' og 'Gloster' fastere frugter efter endt lagring (81) og en reduceret ethylenproduktion (83). For visse sorter ('Cox's Orange') ses først en tydelig effekt, når æblerne bliver lagret i ethylenfattig luft (82). For 'Bramley' opnås en reduktion af priksyge og stødfølsomhed efter CO_2 behandling, hvorimod der ikke er nogen virkning på fastheden (61).

Effekten af behandling med CO_2 er sammenlignelig med virkningen ved hurtig etablering af lageratmosfæren efter indlagring (61).

Behandling med høj CO_2 -koncentration giver for visse sorter ('Golden Delicious', 'Bramley') skader på frugtens overflade (61, 82). Endvidere er registreret stigende risiko for møsk som følge af lave temperaturer ved CO_2 behandling af 'Cox's Orange' (61, 82, 84). Omfanget af skader er afhængig af koncentrationen og behandlingens varighed (61).

Tidligt høstede frugter, der ikke er nedkølet før CO_2 -behandling, er mere modtagelige for skader som følge af CO_2 end frugter høstet senere og nedkølet før behandlingen (61).

Ilt-koncentration

En variation af ilt-koncentrationen på ± 1 pct. kan tolereres, hvis variationen er kortvarig og ikke for hyppig (81). Der anbefales en variation på højst $\pm 0,3$ pct. ved lagring over 2 pct. O_2 og $\pm 0,15$ pct. ved lagring under 2 pct. O_2 (73).

En reduktion af ilt-koncentrationen ned til ca. 1 pct. (ULO-lagring) forøger fastheden og syreindholdet yderligere, men reducerer udviklingen af aroma i forhold til konventionel CA-lagring, hvor ilt-koncentrationen reduceres ned til ca. 3 pct. (8, 20, 74, 89). Den ringere aroma ved ULO-lagring kan uden at påvirke fastheden afhjælpes ved at øge ilt-koncentrationen til ca. 2 pct. de sidste 4-5 uger af lagersæsonen (74).

Ved lagring i lav ilt-koncentration (mindre end 2 pct.) anbefales almindeligvis opretholdelse af en lav kuldioxid-koncentration, hvilket forøger omkostningerne ved lagring. For 'Golden Delicious' er fundet, at modtageligheden over for skade, som følge af lav ilt, er mindre sent i lagersæsonen, og at afvigelser i CO_2 -koncentrationen på dette tidspunkt kan ske uden skade (58). Ved lagring i 1 pct. O_2 kan 'Spartan' tåle 2,0 pct. CO_2 , 'Cox's Orange' 1,25 pct. CO_2 og 'McIntosh' 1,5 pct. CO_2 (44).

Ved ULO-lagring ses hos nogle sorter en reduktion af skold (8, 24, 47, 90).

For 'Cox's Orange' ses et lavere syreindhold ved ULO-lagring i forhold til CA-lagring. Årsagen til dette er stigning i respirationen som følge af en større modtagelighed over for kuldeskader (møsk) ved lav O_2 -koncentration (8, 27, 47, 83, 84).

Ved lagring i ilt-koncentrationer under 1 pct. vil frugten kunne udvikle fysiologiske skader. Bismag kan opstå som følge af ånding uden ilt (*anaerob respiration*), hvorved der dannes ethylacetat og alkohol (8, 74, 84). Frugten vil endvidere blive mere modtagelig for køleskader (møsk) (84) og vil kunne danne blå anthocyaniner samt hulrum i frugtkødet (48, 81, 83).

Skade som følge af lav ilt-koncentration kan afhjælpes noget ved at opretholde en meget stabil temperatur, der ikke er for lav. Tolerancen over for lav O_2 -koncentration varierer mellem sorterne (48).

Vejledning for lagring af æbler i kontrolleret atmosfære

Produktkonstanter

Tabel 1. Vandindhold, vægtfylde og frysepunkt (80). Værdierne, der er for friske æbler, varierer mellem sorterne og vil være afhængige af forhold i vækstsæsonnen og frugternes vægt.

	Variation.	Gns.
Vandindhold	–	87 pct.
Vægtfylde for den enkelte frugt	770 – 870 kg/m ³	800 kg/m ³
Vægtfylde for bulk varen	450 – 500 kg/m ³	–
Frysepunkt	–	–1°C

Tabel 2. Varmefylde af æbler ved forskellige temperaturer (80).

Temperatur °C	kJ/kg × °C
20	3,828
0	3,828
–2	68,85
–5	12,84
–10	4,727
–20	2,651
–30	2,252
–40	2,107

Tabel 3. Åndingsvarme af æbler ved forskellige temperaturer (80).

Temperatur °C	Åndingsvarme W/ton
5	22 – 42
10	42 – 70
15	82 – 118
20	140 – 181

Tabel 4. CO_2 -produktion af æbler ved forskellige temperaturer (80).

Sort	Gennemsnitlig åndingsaktivitet i ml CO_2 /kg × h		
	4°C	12°C	20°C
Cox's Orange	3,9	8,8	19,5
Golden Delicious	2,9	4,7	10,1
Ingrid Marie	3,8	5,4	11,2
James Grive	3,5	6,3	13,0

Tabel 5. Middeltal for CO_2 -produktion og O_2 -forbrug af seks æblesorter lagret ved forskellige atmosfæresammensætninger ved 3,3°C. Relative værdier (80).

CA-konditioner i pct.		CO_2 -produktion 1)	O_2 -forbrug 1)
CO_2	O_2		
0	21	100	100
0	10	84	80
0	5	70	63
0	3 til 2	63	52
0	1,5	39	–
10	10	40	60
5	16	50	60
5	5	38	49
5	3	32	40
5	1,5	25	29

Ethylenproduktion, -følsomhed

Afhænger af sort og frugtens modenhed.

Etableringshastighed ved indlagring og nedkøling

Inden 24 timer efter høst skal æblerne være placeret på køl. Lagerrummet skal før indlagring være kølet ned og skal fyldes i løbet af højst 4 dage. Optimal temperatur og atmosfære skal nås inden en uge efter, at rummet er fyldt (25, 79).

Beskrivelse af høsttidspunkt, frugtegenskaber, lagerforhold og lagerskader for 23 æblesorter (2, 3, 4, 10, 25, 32, 33, 54, 56, 60, 68, 73)

De nævnte temperaturer gælder for frugter fra træer med middel til god frugtsætning. Ved ringere frugtsætning bør temperaturen sættes 0,5-1,0°C højere for sorter som 'Cox's Orange', 'Holsteiner Cox' og 'Boskoop Schmitz-Hübsch'. For frugter fra lette jorde bør temperaturen sættes yderligere 0,5°C højere (3).

Angivelse af, hvor længe frugterne kan lagres, er baseret på frugter med god lagerevne, det vil sige frugter med den rette mineralsammensætning, høstet på det rigtige tidspunkt og behandlet skånsomt under plukning og transport. Det forudsættes, at temperatur er etableret inden 5 dage, og at atmosfæren er etableret inden 14 dage fra de første frugter er placeret i lagerrummet. Endvidere forudsættes, at der i lagerperioden opretholdes stabile forhold for temperatur, relativ fugtighed, CO₂ og O₂ (81).

Når atmosfæren ophæves ved lagringens afslutning forudsættes, at den anbefalede temperatur opretholdes, og at lagerrummet tømmes i løbet af 7 dage (73).

'Aroma'*Høst og frugtegenskaber*

Sorten er rig på tørstof og aromastoffer. Syreindholdet er tilstrækkelig stort til at frugten kan bevare sin friskhed længe (40). Ved høst sidst i september skal frugten have en passende størrelse være velfarvet og fast. Der kan eventuelt høstes ad flere gange (40).

Lagerforhold

Ved køl anbefales en temperatur på 3°C ved indlagring. I løbet af 4-6 uger sænkes temperaturen fra 3 til 1°C (39). Hvis 'Aroma' lagres ved temperaturer omkring 0°C, er den holdbar til februar-marts (40, 41). Disse lagerbetingelser vil kræve eftermodning af frugten før salg (40).

Holdbarheden af 'Aroma' kan forbedres væsentligt ved anvendelse af CA. Sprøjtning mod *Gloeosporium*, tidlig høst og hurtig indlagring er en forudsætning for et vellykket resultat (38). Almindeligvis skal iltkoncentrationen være under 2 pct. og kuldioxid-koncentration op til 5-7 pct. (38, 40). Reduceret O₂-koncentration antages at være den vigtigste årsag til bedre kvalitet og mindre skader. Positiv effekt af CO₂ består hovedsagelig i en reduktion af råd og blød skold (38). 3°C giver et mere pålideligt resultat end 0°C ved CA-lagring (38).

Lagerskader

Sorten er stødfølsom og vanskelig at plukke i storkasser. Den er noget modtagelig over for skurv og *Gloeosporium* (41), og der er risiko for fysiogene skader (blød skold, møsk, glassethed).

Sen høst øger risikoen for angreb af lagersvampe (40). Blød skold fremmes af hurtig nedkøling, lagring ved 0°C og sen høst (38, 40, 41). Nedkøling 2 uger efter plukning kan forhindre udvikling af blød skold (39). Ved lav temperatur har sorten tendens til udvikling af skold (12).

Tabel 6. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Aroma'.

Lager- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	+1	92-95	–	–	3-4	39
CA	+3	92-95	3-5	1-2	4-5	38

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Boskoop', (Schmitz-Hübsch = 'Rød Boskoop')

Høst og frugtegenskaber

Der bør høstes første halvdel af oktober. Holdbarheden er stærkt afhængig af høsttidspunktet. Sen høst forringer den indre kvalitet (69).

Lagerforhold

Ved indlagring bør startes med ca. 1°C højere temperatur end anbefalet (se tabel). Sluttemperaturen skal nås i løbet af 2 uger for 'Boskoop' og 3 uger for 'Schmitz-Hübsch'. For 'Boskoop' kan temperaturen sættes 0,5-1°C lavere end anbefalet, hvilket forlænger holdbarheden ca. 1 måned (69). Frugter fra træer med ringe frugtsætning samt fra træer på lette jorde dvs. store frugter bør sættes 0,5°C højere end anbefalet. Som hovedregel skal CO₂-koncentrationen være mindre end 1 pct. og O₂-koncentrationen bør ikke være under 2 pct.

Lagerskader

Frugten er modtagelig over for *Gloesporium* (11) og fysiologiske skader. For 'Boskoop' dominerer priksyge, skold og møsk. For 'Rød Boskoop' dominerer centerråd.

Lagerskader opstår som følge af lagring af sent høstede frugter, lagring ved lave temperaturer, for høj luftfugtighed eller for høj CO₂-koncentration (67).

Forekomsten af fysiologiske skader (priksyge, skold og centerråd) reduceres ved lagring i lav O₂-koncentration. Dette er fundet ved 4°C og CO₂-koncentration under 1 pct. Skold reduceres kraftigt ved O₂-koncentration under 1,7 pct. Ved lagring i 1 pct. O₂ forekommer skold ikke.

Ved reduceret ilt er der fundet en stigning i forekomsten af møsk (11).

Frugten rynker let under lagring (11).

Tabel 7. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Boskoop.'

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3-4	92-95	–	–	5	3, 69
CA	4-5	92-95	< 1	3	5-6	69
CA	3,5	92-95	1,5-2	3-3,5	6-8	3, 25
ULO	3,5	92-95	0,8-1,3	1,8-2,3	6	3

CO₂-skader: Lav tolerance. > 3 pct. giver skader.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Bramley's Seedling'

Høst og frugtegenskaber

Høst skal ske 2-3 uger før klimakteriet.

Lagerforhold

Sorten kan tolerere lave O₂-koncentrationer. Lagring ved lav O₂-koncentration (1 pct. O₂) i forbindelse med høj kuldioxid-koncentration (6 til 9 pct. CO₂) reducerer lagersygdomme som priksyge og skold og giver bedre kvalitet. Tilsvarende virkninger kan opnås ved fjernelse af ethylen fra lagerrummet (75, 81).

Lagerskader

Sorten er stødfølsom og modtagelig over for priksyge (61). Ved lagring ud over maj måned, er der risiko for udvikling af møsk ved lave temperaturer. Dette forekommer især, hvis frugten høstes sent eller indholdet af fosfor er under 9 mg/100 g (54, 73).

Udviklingen af priksyge er mindre ved 1 pct. O₂ end 2 pct. O₂. Forekomst af CO₂-skader er fundet ved lagring i 9 pct. CO₂ i kombination med 12 pct. O₂ (75). Forekomsten reduceres ved faldende iltkoncentration (75). Ved kortvarig behandling med stigende pct. CO₂ er modtageligheden over for CO₂-skader større for tidligt høstede frugter og for frugter, der ikke er nedkølet før CO₂-behandling (61).

Tabel 8. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Bramleys seedling'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3-4	92-95	–	–	3-4	73
Kuls.	4-4,5	92-95	8-10	–	7-8	73
CA	4-4,5	92-95	6	2	7-8	54, 73

CO₂-skader: Middel tolerance.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Cox's Orange'*Høst og frugtegenskaber*

Høst skal ske sidst i september eller først i oktober. Sorten har kraftig respiration og ethylenudvikling.

Lagerforhold

I år, hvor fastheden ved høst er lav, kan lagring i 0,75 pct. O₂ (ULO-lagring) være gavnlig (83). Frugterne bør i løbet af lagerperioden undersøges for begyndende dannelse af alkohol.

Ved ULO-lagring bør ilt-koncentrationen holdes på 2 pct. i en uge eller mere inden koncentrationen sænkes yderligere. Kun frugter med god lagerevne bør ULO-lagres. ULO-lagring bør ikke ske i sæsoner, hvor der er fare for udvikling af møsk som følge af lave temperaturer (83).

Aromaudviklingen ved ULO-lagring (1,25 pct. O₂) er reduceret i forhold til lagring ved 2 pct. O₂. Ved at lade ilt-koncentrationen stige fra 1,25 pct til 2 pct. fire til fem uger, før lageret åbnes modvirkes denne nedgang i aroma (74).

Lagerskader

Sorten er modtagelig over for priksyge. Især store frugter fra unge træer er modtagelige. Forekomst af priksyge forsinkes ved CA-lagring (21, 73).

Sorten er modtagelig over for møsk som følge af lave temperaturer (under +3°C) (19). Temperaturen sættes derfor 0,5-1°C højere ved CA-lagring end ved lagring i atmosfærisk luft (81). Dette er især vigtigt ved lagring i lave ilt-koncentrationer (83, 84), ved høj kuldioxid-koncentration (82, 84) samt efter kolde vækstsæsoner, hvor modtageligheden over for møsk øges (81).

Ved CO₂-koncentration over 3 pct. kan udvikles CO₂-skader (centerråd). Risikoen for dette bliver større efter en kølig vækstsæson.

Frugten er dårligt beskyttet mod fordampning, vægtsvind og rynkning.

Tabel 9. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Cox's Orange'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3-3,5	92-94	–	–	3	3, 56, 73
Kuls.	3,5-4,0	92-95	5	–	4	56, 73
CA	3,5-4,0	92-95	5	3	4-5	73
CA	3,5	92-95	1,5-2,0	2,5-3,5	4-5	3, 25
ULO	3,5	92-95	0,8-1,3	1,8-2,3	5-6	3
ULO	4,0	92-95	< 1	1,25	6	56, 73

CO₂-skader: Lav tolerance > 3 pct. giver skader.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Discovery'*Høst og frugtegenskaber*

Høsten, der skal ske af flere gange, skal gennemføres i slutningen af august. Frugten er fast, lidt tør, sødlig med svag aroma og lysende rød dækfarve.

Lagerforhold

Nedkøling og ændring af atmosfæren skal ske hurtigt. Efter lagring i 1 til 1,5 måned er frugtens holdbarhed i detaillerede (hyldelivet) kun 4-5 dage (73).

Lagerskader

Ikke særlig følsom for sygdomme.

Tabel 10. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Discovery'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3,0-3,5	92-95	–	–	0,5	56, 73
Kuls.	3,0-3,5	92-95	8	–	1	56, 73
CA	3,0-3,5	92-95	< 1	2	1-1,5	56

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Elstar'*Høst og frugtegenskaber*

Høst, der skal ske af flere gange, skal foregå først i oktober. Frugten har middel fasthed, er saftig med fin syrlig sød smag og god aroma. Indholdet af C-vitamin er højt.

Lagerforhold

Kun æbler fra første høsttidspunkt bør lagres i længere tid (31). Ved lagring i kontrolleret atmosfære kan sorten være noget temperaturfølsom (15, 31).

'Elstar' har et forholdsvis kort hyldeliv, idet den modner hurtigt. Frugten bliver hurtig gul, fedtet, og der sker en hurtig nedgang af syreindholdet (31).

Lagerskader

Store frugter høstet sent er modtagelige over for udvikling af lagerskader. Ved O₂-koncentration under 2 pct. forekommer centerråd. Ved CO₂-koncentration over 2 pct. kan observeres CO₂-skader. Sorten er modtagelig for udtørring (54).

Tabel 11. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Elstar'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	0-1,5	92-95	–	–	3-4	3, 73
CA	1,0-1,5	92-95	< 1	2	6	73
CA	2-3	92-95	2,5-3,0	3,0-3,5	5-6	3
ULO	2-3	92-95	0,8-1,3	1,8-2,3	6-7	3

CO₂-skader: > 2 pct. kan observeres CO₂ skader

O₂-skader: < 2 pct. forekommer centerråd.

'Fiesta'

Høst og frugtegenskaber

Høst bør udføres sidst i september eller først i oktober (53). Sorten modner tidligere end 'Cox's Orange' og giver i forhold til denne sort et større udbytte af store frugter med kraftig frugtskald. Sorten kan have problemer med frugtstørrelse og farve (53).

Lagerforhold

Lagring kan ske ved 1,5°C, 1,3 pct. O₂ og 1 pct CO₂ til slutningen af maj, begyndelsen af juni uden tab af smag (53).

Lagerskader

Modtagelig over for stødskader.

Tabel 12. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Fiesta'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	1,0-1,5	92-95	–	–	3	56, 73
CA	3,5	92-95	1	2	5-6	53
CA	1,0-1,5	92-95	< 1	2	7-8	56, 73

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Fuji'

Høst og frugtegenskaber

Sorten dyrkes ikke i Danmark.

Lagerforhold

Sorten er modtagelig over for CO₂-skader. Udvikler dårlig smag ved opbevaring ved lav ilt-koncentration.

Lagerskader

'Fuji' er modtagelig over for glassethed og skold.

Tabel 13. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Fuji'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	?					
CA	1-0	92-95	1-2	2-2,5	7-8	54

CO₂-skader: CO₂-koncentration større end 5 pct. giver skader.

O₂-skader: Alkohol afsmag opstår ved en O₂-koncentration på mindre end 2 pct.

'Gala'*Høst og frugtegenskaber*

Høst bør ske i sidste halvdel af september (16). Et sprødt, sødt og aromatisk æble med fast og gult frugtkød (16). Velfarvede frugter har en god smag. Frugten viser ikke typisk klimakterium (16).

Lagerforhold

I forhold til sorten 'McIntosh' har 'Gala' en bedre spisekvalitet, uafhængigt af høsttidspunkt og lagerperiode (16).

Lagerskader

Risiko for blød skold ved markedsføring efter lagring i 2 pct. O₂ (54, 73). Kan udvikle hulrum i frugtkødet som følge af for høj CO₂.

Tabel 14. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Gala'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	0-1,5	92-95	–	–	3	73
CA	3,5-4,0	92-95	< 1	2	6-7	73

CO₂-skader: CO₂-koncentration større end 1,5 pct. giver skader.

O₂-skader: O₂-koncentration mindre end 1,5 pct. forårsager blød skold.

'Gloster'*Høst og frugtegenskaber*

Høst bør ske sidst i oktober. Frugtkødet er fast, svagt grønligt med frisk smag og svag aroma. Det er en meget holdbar sort.

Lagerforhold

CO₂-koncentrationen skal holdes lavt for at undgå udvikling af centerråd.

Lagerskader

Modtagelig over for centerråd ved CO₂-koncentration større end 1 pct. Reduceret ilt-koncentration medvirker til at begrænse forekomsten af centerråd. Modtagelig over for glassethed. Skimmelsvamp i kernehuset forekommer hyppigt.

Tabel 15. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Gloster'.

Lager- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	1	92-95	–	–	4	3
CA	1,5	92-95	2,5-3,0	3,0-3,5	5-6	3, 32
ULO	1,5	92-95	0,8-1,3	1,8-2,3	6	3, 32

CO₂-skader: Ved en CO₂-koncentration større end 1 pct. kan udvikles centerråd.

O₂-skader: O₂-koncentration mindre end 1 pct. kan forårsage skader.

'Golden Delicious'*Høst og frugtegenskaber*

Høstes i sidste halvdel af oktober. Frugten er fast, noget tør, sød og med krydret aroma.

Lagerforhold

Kan tåle forholdsvis høje CO₂-koncentrationer (6-8 pct.) og lave ilt-koncentrationer (0,5 pct.) (48). Der er dog nogle år fundet centerråd og møsk ved følgende lagerforhold: temperaturer under 1,5°C i atmosfærisk luft og i 5 pct. CO₂ + 3 pct. O₂ samt temperatur under 3,5°C i 8 pct. CO₂.

En relativ fugtighed større end 98 pct. kan medføre revner i frugtens overhud. Hurtig etablering af atmosfæren fremmer opretholdelse af frugtens kvalitet.

Lagerskader

Største problem er angreb af skold. Stødska-der og priksyge kan forekomme (54).

Tabel 16. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Golden Delicious'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct.	Pct. CO ₂	Varigh. O ₂	Kilde mdr.
Køl	1-2	92-95	–	–	3	3, 73
Kuls.	1,5-3,5	92-95	8	13	6	3, 73
CA	0-2	90-95	1-4	1,5-3	6-7	25
CA	1,5-3,5	92-95	5	3	6	73
CA	1,5	92-95	2,5-3,0	3,0-3,5	6-7	3
ULO	1,5	92-95	0,8-1,3	1,8-2,3	6-7	3

CO₂-skader: Skader opstår ved opbevaring i 6 pct. CO₂. Ligeledes hvis frugten udsættes for 15 pct. CO₂ i 10 dage.

O₂-skader: Alkohol afsmag opstår ved en O₂-koncentration på mindre end 1 pct.

'Granny Smith'

Høst og frugtegenskaber

Dyrkes ikke i Danmark.

Lagerforhold

I staten Washington (USA) bliver denne æblesort efter behandling med 2,000 ppm diphenylamin lagret ved -0,5°C, 0,75-1 pct. O₂ samt mindre end 0,75 pct. CO₂ i op til et år (90). Ved opbevaring af frugterne i 0,8 pct. O₂ i de første 10 dage og derefter opbevaring ved 2 pct. O₂ er der opnået en forbedring af kvaliteten og reduceret forekomst af skold.

Lagerskader

Udvikler centerråd ved lagring mere end 5 måneder i høj ethylen-koncentration (88).

Sorten er modtagelig over for skold. Ved lagring i høj CO₂-koncentration kan udvikles centerråd. Ved lagring i lav ilt-koncentration kan opstå blød skold og afsmag som følge af alkohol-udvikling.

Tabel 17. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Granny Smith'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
CA	-0,5	92-95	1	2	7	87
CA	0-4	92-95	2-5	2-3	6-8	25

CO₂-skader: Kraftig udvikling af centerråd opstår ved en CO₂-koncentration større end 1 pct. med O₂ mindre end 1,5 pct. samt ved en CO₂-koncentration større end 3 pct. med O₂ større end 2 pct.

O₂-skader: Ved en O₂-koncentration på under 1 pct. udvikles afsmag af alkohol, blødsold og brunfarvning af frugtens indre.

'Gråsten' ('Gravenstein')*Høst og frugtegenskaber*

Høst bør ske sidst i september. Frugten er sprød, saftig, syrlig til sød med fin aroma og meget velsmagende.

Lagerforhold

Lagring i kontrolleret atmosfære er måske en mulighed til forbedring af kvaliteten ved lagring udover november måned.

Lagerskader

Ved lagring udover november måned kan der ske tab af aroma og udvikling af lagerskader. Prik-syge kan forekomme (60).

Tabel 18. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Gråsten'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	4	92-95	–	–	1-1,5	3,32
CA	2-4	92-95	3-5	2-3	5	25

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Guldborg'*Høst og frugtegenskaber*

Høst bør ske i september. Fast og fin spisekvalitet. Sprøde og saftige æbler.

Lagerforhold

Frugtkødet kan blive tørt ved lagring i længere tid.

Lagerskader

Møsk kan forekomme.

Tabel 19. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Guldborg'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3	92-95	–	–	1	10

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Holsteiner Cox'**Tabel 20.** Optimale lagerkonditioner for sorten 'Holsteiner Cox'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3-4	92-95	–	–	3	3
CA	3,5	92-95	1,5-2,0	2,5-3,0	4-5	32
ULO	3,5	92-95	1,3-1,5	1,3-1,5	5	32

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Idared'*Høst og frugtegenskaber*

Høst bør ske sidst i oktober. Frugten er ret fast med frisk smag, men uden meget aroma.

Lagerforhold

Frugten har lang holdbarhed.

Lagerskader

Noget modtagelig over for møsk som følge af opbevaring ved lave temperaturer. Risiko for udvikling af centerråd i distributionsleddet. Som ved lagring på almindelig køl, er der risiko for udvikling af Jonathanplet i 1,25 pct. O₂ efter varme somre.

Tabel 21. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Idared'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3,5-4,5	92-95	–	–	5	56, 73
Kuls.	3,5-4,0	92-95	8	–	6	56, 73
CA	3,5-4,0	92-95	5	3	6-7	56, 73
ULO	3,5-4,0	92-95	< 1	1,25	7	27, 73

CO₂-skader: Skader kan opstå ved CO₂-koncentration større end 3 pct.

O₂skader: Afsmag af alkohol ved lagring i O₂-koncentration under 1 pct.

'Ingrid Marie'*Høst og frugtegenskaber*

Høst først i oktober men kan plukkes over en lang periode. Frugten er middelfast, halvtør, frisk syrlig til sød uden megen aroma.

Lagerforhold

Frugten har tendens til melethed ved længere tids lagring.

Lagerskader

Kan udvikle skold ved lagring ved temperaturer under 3°C.

Tabel 22. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Ingrid Marie'.

Lager- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	1,0-2,0	92-95	–	–	2	3
CA	1,5	92-95	2,5-3,0	3,0-3,5	4	3
ULO	1,5	92-95	0,8-1,3	1,8-2,3	4	3

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'James Grieve'*Høst og frugtegenskaber*

Høst bør ske i september. Frugtkødet er blødt, saftigt, sød og med nogen aroma.

Lagerforhold

Lagres normalt ikke.

Lagerskader

Ikke konstateret.

Tabel 23. Optimale lagerkonditioner for sorten 'James Grieve'.

Lager- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3,0-3,5	92-95	–	–	1-1,5	3, 73
Kuls.	3,5-4,0	92-95	7-8	–	2	73
CA	3,5-4,0	92-95	6	5	2	73

CO₂-skader: Ikke konstateret.

O₂-skader: Ikke konstateret.

'Jonagold'*Høst og frugtegenskaber*

Høst af 'Jonagold', der foregår midt i oktober, skal ske inden for en uge til 10 dage (46).

Farveudviklingen mod høst anvendes til bedømmelse af om syreindholdet er tilstrækkelig højt. Dette er ikke muligt for de røde mutanter af 'Jonagold'.

Lagerforhold

Gode resultater med CA-lagring. Problemer med farve forekommer, idet grundfarven ikke skifter til gul efter CA-lagring. Møsk og fedtede frugter forekommer.

Ekstrem høj RH bør undgås, idet 'Jonagold' har et veludviklet naturligt vokslag, der yder god beskyttelse mod transpiration. Sorten kan tåle forholdsvis høje CO₂-koncentrationer, men er meget følsom over for lave temperaturer.

Lagerskader

Risiko for skold.

Tabel 24. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Jonagold'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	0-0,5	92-93	–	–	3	56, 73
Kuls.	1,5-2,0	92-95	6-8	–	5-6	3, 56, 73
CA	1,5	92-95	2,5-3,0	3,0-3,5	5	3
CA	1,5-2,0	92-95	< 1	2	5-6	73
ULO	1,5-2,0	92-95	< 1	1,25	6-7	46, 73
ULO	1,5	92-95	0,8-1,3	1,8-2,3	5-6	3, 56

CO₂-skader: Skade kan opstå ved CO₂-koncentration større end 5 pct.

O₂-skader: Skade kan opstå ved O₂-koncentration mindre end 1,5 pct.

'Jonathan'*Høst og frugtegenskaber*

Høst sidst september, midt oktober. Fast frugtkød, gul-hvid, saftig, ikke så sød med svag aroma, svagt parfumeret.

Lagerforhold

For at undgå lagerskader efter længere tids CA-lagring skal CO₂-koncentrationen holdes på 2,5 pct. eller lavere indtil O₂-koncentrationen når 5 pct.

Lagerskader

Risiko for udvikling af møsk ved opbevaring ved lave temperaturer. Modtagelig over for CO₂-skader (møsk) især ved lav ilt-koncentration.

Ved sen høst kan udvikles Jonathan plet. Modvirkes ved CA-lagring. Modtagelig over for udvikling af glassethed.

Tabel 25. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Jonathan'.

Lager- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3,0-3,5	92-95	–	–	3-4	73
CA	4,0-4,5	92-95	6	3	3-4	73
CA	0-4	90-95	1-4	1,5-3	6-8	25

CO₂-skader: Skader blandt andet som brunfarvning af frugtkød ses ved CO₂-koncentration større end 5 pct.

O₂-skader: Afsmag af alkohol og brunfarvning af frugtens indre ved O₂-koncentration mindre end 1 pct.

'McIntosh'*Høst og frugtegenskaber*

Høst først i september. Hvidt, grønligt-hvidt frugtkød, meget saftig, mild sød og aromatisk.

Lagerforhold

Programmeret lagring ved lav ilt-koncentration efterfulgt af højere ilt-koncentration har vist sig at opretholde en bedre kvalitet og mindske risikoen for skader.

Lagerskader

I år med høj temperatur kan skrællen misfarves ved lagring i lav ilt-koncentration. Risiko for udvikling af centerråd under lagring ved lave temperaturer.

Sorten kan udvikle blød skold under lagring ved lav ilt-koncentration. Sorten er modtagelig over for CO₂-skader. Brunfarvning af kernehus og frugtkød (møsk) varierer med temperatur og atmosfæresammensætning. Ved 0°C forekommer således flere skader ved 0,75 pct. og 1,5 pct. end ved 3 pct. O₂. Ved 2,2°C forekommer flere skader ved 3 pct. end ved 1,5 pct. O₂.

Tabel 26. Optimale lagerkonditioner for sorten 'McIntosh'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	3,5-4,0	92-95	–	–	3	73
CA	3,5-4,0	92-95	< 1	2	5-6	73

CO₂-skader: Centerråd kan opstå ved CO₂-koncentration større end 5 pct. i lager perioden eller større end 15 pct. i korte perioder.

O₂-skader: Ved O₂-koncentration under 1,5 pct. kan opstå misfarvning af frugtens skind, møsk og afsmag af alkohol.

'Mutsu'

Høst og frugtegenskaber

Sorten skal høstes sidst i oktober. En meget holdbar sort. I Danmark har sorten gavn af, at det er koldt i vækstsæsonen. I sydligere lande, hvor det er varmt og tørt, bliver frugten ofte for stor og dermed modtagelig for priksyge. 'Mutsu' kan ikke tåle at blive sprøjtet med *calciumklorid* eller *calciumnitrat*. Frugten er fast, lidt grov, tør og sødlig med melonagtig aroma.

Lagerforhold

Kan udvikle afsmag under lagring ved lav ilt-koncentration.

Kan tåle forholdsvis høje CO₂-koncentrationer. Skade ved CO₂-koncentration over 5 pct. når O₂ er under 2,5 pct. CO₂-skader er bl.a. set som hulrum i frugtkødet (54).

Lagerskader

Enkelte år har sorten haft betydelige angreb af skold. Effektiv luftcirkulation på lageret modvirker dette.

Tabel 27. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Mutsu'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	0-1	92-95	–	–	5	64
CA	0-2	90-95	3-5	3	7	25

CO₂-skader: CO₂-koncentration større end 5 pct. med O₂-koncentration på 2,5 pct. kan give skade.

O₂-skader: Afsmag af alkohol ved O₂-koncentration mindre end 1,5 pct.

'Spartan'

Høst og frugtegenskaber

Høst bør ske midt i oktober. Frugten er fast, ret tør, tykskallet, sød med meget svag krydret aroma.

Lagerforhold

I modsætning til udenlandske erfaringer er der ikke i Danmark fundet CO₂-skader ved 6 pct. CO₂ på CA-lager (65). Hurtig etablering af lav ilt-koncentration ved ULO-lagring kan ske uden udvikling af skader (44). Opbevaring ved 0,5 pct. O₂ og 1,5 pct. CO₂ ved 0,5°C har dog givet skade og misfarvning af vævet og kan resultere i alkoholagtig smag (48).

Lagerskader

Sorten er normalt holdbar, men enkelte år kan forekomme ret alvorlige angreb af skold og møsk. Risiko for vævsnedbrydning forekommer, hvis indholdet af calcium er under 4 mg/100 g.

Tabel 28. Optimale lagerkonditioner for sorten 'Spartan'.

Lager-teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	0-0,5	92-95	–	–	3	56, 73
Køl	2	92-95	–	–	3	64
CA	1,5-2,0	92-95	< 1	2	5-6	56, 73
CA	1,5-2,0	92-95	6	2	5-6	56, 73
CA	0-2	90-95	2-3	2-3	5-6	25
ULO	0	92-95	1,0-1,5	1,0-1,7	6-9	44

CO₂-skader: Udvikling af centerråd ved CO₂-koncentration større end 3 pct.

O₂-skader: Afsmag af alkohol ved lagring O₂-koncentration mindre end 1,5 pct.

Tabel 29. Sorter, der kan lagres sammen (68, 73).

Følgende sorter kan lagres sammen. Dette anbefales dog ikke og bør kun ske for at undgå lagring i halvfylde rum.

Lager-teknik	Temp. °C	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Sorter	Kilde
Køl	3,5-4,5	–	–	Cox's Orange, Spartan, Idared.	73
Kuls.	4,0-4,5	8-10	11-13	Golden Delicious, Idared.	73
CA	1,5-2,0	< 1	2	Fiesta, Spartan, (Elstar indtil marts).	73
CA	3,5-4,5	< 1	2	Cox's Orange, Spartan, Fiesta.	73

Litteratur

1. Anzueto, C. R. & Rizvi, S. S. H. 1985. Individual packaging of apple of shelf-life extension. *J. Food Sci.* 50, 897-900.
2. Blank, von H.-G. 1987. Hinweise für die Lagerung unserer wichtigsten Äpfel- und Birnensorten 1987/88. Teil 1. Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes, 365-373.
3. Blank, von H.-G. 1988. Hinweise für die Lagerung unserer wichtigsten Äpfel- und Birnensorten 1988/89. Teil 1. Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes 43, 443-449.
4. Blank, von H.-G. 1989. Hinweise für die Ernte und Lagerung unserer wichtigsten Äpfel- und Birnensorten 1989/90. Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes 12, 427-436.
5. Bohling, H. & Hansen, H. 1983. Respiration of apples during storage as a function of different atmospheres and temperatures. *Acta Horticulturae* 138, 93-105.
6. Bramlage, W.J., Weis, S.A. & Drake M. 1985. Predicting the occurrence of poststorage disorders of 'McIntosh' apples from preharvest mineral analyses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110, 493-498.
7. Bramlage, W.J., Drake, M. & Baker, J.H. 1974. Relationships of calcium content to respiration and postharvest condition of apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99, 376-378.
8. Chen, P.M., Varga, D.M., Mielke, E.A & Drake, S.R. 1989. Poststorage behavior of apple fruit after low oxygen storage as influenced by temperatures during storage and in transit. *J. Food Sci.* 54, 993-996.
9. Clijsters, von H. & Herregods, M. 1970. Über den Einfluss der CO₂-lagerung auf das Auftreten von fleischbraune beim 'Jonathan'-apfel. *Der Erwerbsobstbau* 12, 124-126.
10. Christensen, J. V. (ed.) 1987. Sorter af frugt og bær. *Gartner-INFO*, 108 pp.
11. Christensen, J. V., Hansen, P. & Burgård, E. (eds.) 1987. Frugt- og Bær dyrkning. *GartnerINFO*, 194 pp.
12. Ericsson, N.-A. 1990. Lagringsteknik for storfruktiga apple. *Frukt- och Bärödling* 1, 30-33.
13. Fidler J.C.; Wilkinson B.G.; Edney K.L. & Sharples R.O. 1973. The biology of apple and pear storage. Bog udgivet af: Research Review No. 3. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops East Malling, Maidstone, kent. Commonwealth Agricultural Bureau (CAB). 235pp
14. Forsyth, F.R., Eaves, C.A. & Lightfoot, J.J. 1969. Storage quality of McIntosh apples as affected by removal of ethylene from the storage atmosphere. *Can. J. Plant Sci.* 49, 567-572.
15. Gerritsen, M., 1990. Elstar nog goed in juni. *Fruitteelt* 48, 21-22.
16. Greene, D.W. & Autio, W.R. 1990. Evaluation of ripening and fruit quality of 'Gala' and 'McIntosh' apples at harvest and following air storage. *Fruit Varieties Journal* 44, 117-123.
17. Haffner, K. 1990. Transpiration bei Äpfeln nach der Ernte. *Gartenbauwissenschaft* 55, 13-20.
18. Haffner, K. 1989. Lagringsforsøk med 'Summerred' og 'Aroma' ved forskjellige luftfuktighetsnivå. *Frugt og Bær* 72-78.
19. Henze, von J. 1971. Fleischbräune bei 'Cox Orange'. *Der Erwerbsobstbau* 12, 197-199.
20. Herrmann, K. 1991. Die Aromastoffe des Obstes / Teil II: Kernobst. *Erwerbsobstbau* 33, 36-41.
21. Hewett, E.W. 1984. Bitter pit reduction in 'Cox's Orange Pippin' apples by controlled and modified atmosphere storage. *Sci. Hort.* 23, 59-66.

22. Hewett, E.W. & Thompson, J.C. 1989. Modified atmosphere storage and bitter pit reduction in 'Cox's Orange Pippin' Apples. *Sci. Hort.* 39, 117-129.
23. Hulme, A.C.; Rhodes, M.J.C. & Woollorton, L.S.C. 1971. The effect of ethylene on respiration, ethylene production, RNA and protein synthesis for apples stored in low oxygen and in air. *Phytochemistry* 10, 1315-23.
24. Ingle, M. & D'Souza, M.C. 1989. Physiology and control of superficial scald of apples: a review. *HortScience* 24, 28-31.
25. International Organization for Standardization 1987. Apples – Storage in controlled atmospheres. International Standard; ISO 8682.
26. Johnson, D.S.; Marks, M.J. & Pearson, K. 1987. Storage quality of Cox's Orange Pippin apples in relation to fruit mineral composition during development. *J. Hort. Sci.* 62, 17-25.
27. Johnson, D.S. & Ertan, U. 1983. Interaction of temperature and oxygen level on the respiration rate and storage quality of Idared apples. *J. Hort. Sci.* 58, 527-533.
28. Johnson, J. 1985. Effects of soil management methods on mineral composition and storage quality of Cox's Orange Pippin apples. *Proceedings. Workshop on pome fruit quality. Bad Honnef. Univ. Bonn*, 25-44.
29. Kader, A. A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology* 40(5), 99-104.
30. Kapotis, G.; Loughheed, E. C. & Miller, S. R. 1982. Low-O₂ storage – can it be ?. In : D. G. Richardson & M. Meheriuk (eds), *Proc. 3rd National Controlled Atmosphere Res. Conf. Symposium Series No. 1*, 121-129.
31. Kellerhals, M. & Rusterholz, P. 1991. Elstar – eine Lagersorte ?. *Obst- und Weinbau* 3, 77.
32. Kirchhof, von R. 1990. Hinweise für die Lagerung unserer wichtigsten Apfel- und Birnensorten 1990/91. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* 10, 326-344.
33. Kirchhof, von R. 1991. Lagerempfehlungen zu Apfel- und Birnen-sorten des Obstanbaugesbietes an der Niederelbe – Saison 1991/92. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* 9, 341-347.
34. Knee, M. 1980. Physiological responses of apple fruits to oxygen concentrations. *Ann. appl. Biol.* 96, 243-253.
35. Knee, M. & Hatfield, S.G.S. 1981. Benefits of ethylene removal during apple storage. *Ann. appl. biol.* 98, 157-65.
36. Knee, M. & Smith, S.M. 1989. Variation in quality of apple fruits stored after harvest on different dates. *J. Hort. Sci.* 64, 413-419.
37. Knee, M.; Hatfield, S.G.S. & Smith, S.M. 1989. Evaluation of various indicators of maturity for harvest of apple fruit intended for long-term storage. *J. Hort. Sci.* 64, 403-411.
38. Landfald, R. 1987. Lagring av eplekultivaren 'Aroma' i kontrollert atmosfære. *Norsk Landbruksforskning* 2, 5-13.
39. Landfald, R. 1987. Bløt kuldeskade i eplekultivaren 'Aroma'. *Norsk Landbruksforskning* 2, 1-4.
40. Landfald, R. 1986. Aroma som lagringssort. *Frugt og Bær* 86, 138-141.
41. Landfald, R. 1985. Lagringsegenskaper hos eplesorten Aroma. *Gartner Yrket* 75, 396-398.
42. Larsen, F.E.; Fritts, R. & Olsen, K.L. 1985. 1752 Rootstock influence on 'Delicious' and 'Golden Delicious' apple fruit quality at harvest and after storage. *Sci. Hort.* 26, 339-349.
43. Larsen, J. 1990. Holdbarhedsvurdering af kernefrugt. *Biotechnisk Institut, rapport nr. 90-5-4*, 1-45.

44. Lau, O.L. 1983. Effects of storage procedures and low oxygen and carbon dioxide atmospheres on storage quality of 'Spartan' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(6), 953-957.
45. Lau, O.L. 1989. Storage of 'Spartan' and 'Delicious' apples in low-ethylene, 1,5 pct. O₂ plus 1,5 pct. CO₂ atmosphere. *HortScience* 24(3), 478-480.
46. Lau, O.L. 1988. Harvest indices, dessert quality, and storability of 'Jonagold' apples in air and controlled atmosphere storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(4), 564-569.
47. Lau, O.L. 1990. Efficacy of Diphenylamine, Ultra-low Oxygen, and ethylene Scrubbing on Scald Control in 'Delicious' Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6), 959-961.
48. Lau, O.L. 1990. Tolerance of Three Apple Cultivars to Ultra-low Levels of Oxygen. *HortScience* 25(11), 1412-14.
49. Lidster, P.D.; Porritt, S.W.; Eaton, G.W. & Mason, J. 1975. Spartan apples breakdown as affected by orchard factors, nutrient content and fruit quality. *Can. J. Plant Sci.* 55, 443-446.
50. Lidster, P.D. 1990. Storage humidity influences fruit quality and permeability to ethane in 'McIntosh' apples stored in diverse controlled atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(1), 94-96.
51. Lin, T.Y.; Koehler, P.E. & Shewfelt R.L. 1989. Stability of anthocyanins in the skin of Starkrimson apples stored unpackaged, under heat shrinkable wrap and in-package modified atmosphere. *J. Food Sci.* 54, 405-407.
52. Liu, F. W. 1977. Varietal and maturity differences of apples in response to ethylene in controlled atmosphere storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102, 93-95.
53. Lovelidge B. 1987. *Britischer Äpfelanbau im stetigen Wandel*. *Erwerbsobstbau* 29, 139-141.
54. Meheriuk, M. 1989. CA storage of apples. *Proceedings of the 5th international controlled atmosphere research conference*, June 14-16. Wenatchee, Washington, USA, 257-284.
55. Metlitskii, L.V.; Sal'kova, E.G.; Volkind, N.L.; Bondarev, V.I. & Yanyuk, V.Ya. 1983. Controlled atmosphere storage of fruits. *Russian Translations series 9*. A.A Balkema/Rotterdam, 150 pp.
56. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Publications), 1987. *Preparing for storage of apples*.
57. Murata, T. & Minamide, T. 1970. Studies on organic acid metabolism and ethylene production during controlled atmosphere storage of apples (*Mallus pumila* Miller, cv. Rolls). *Plant & Cell Physiol.* 11, 857-863.
58. Patterson, M.E. & Nichols, W.C. 1988. Metabolic response of 'Delicious' apples to carbon dioxide in anoxic and low-oxygen environments. *HortSci.* 23, 866-868.
59. Perring, M.A. 1968. Recent work at the ditte laboratory on the chemical composition and storage characteristics of apples in relation to orchard factors. *E.M. An Rep.*, 1967, 191 pp.
60. Petzold, H. (ed.) 1982. *Apfelsorten*. Neumann Verlag Lipzig Radebeul, 224 pp.
61. Prinja, J. 1989. The effects of high CO₂ pre-storage treatments and rate of establishment of controlled atmosphere conditions on bitter pit and bruise susceptibility of 'Bramley's Seedling' apples. *J. Hort. Sci.* 64(5), 533-539.
62. Quast, P. 1990. Die Bestimmung des Erntezeitpunktes und sein Einfluss auf die Qualität und Haltbarkeit von Äpfeln. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* 45, 239-252.
63. Quast, P. 1991. Äußere Einflussfaktoren für die Entstehung und Erhaltung von Ertrag und Qualität bei Äpfeln. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* 46, 237-246.

64. Rasmussen, P. Molls, 1988. Lagring af æbler. Statens Planteavl-forsøg, Grøn Viden, Havebrug 26.
65. Rasmussen, P. Molls, 1990. Lagringsforsøg med æbler 1984-89. Tidsskr Planteavl 94, 39-49.
66. Rudolphij, J.W. 1990. Personlig meddelelse.
67. Schaik, van A.C.R. 1991. Bewaaratwijkinjen bij 'Boskoop' te beperken. De Fruitteelt 23, 18-19.
68. Schaik, van A.C.R. & Schouten, S.P. 1990. Personlig meddelelse.
69. Schouten, S.P. 1991. Shone van Boskoop bij lage concentraties zuurstof. De Fruitteelt 39, 1078-1079.
70. Schulz, F.A. 1974. Über das Auftreten von Apfellagerfaulen unter kontrollierten Bedingungen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 81, 550-558.
71. Scott, K.J. 1974. CA storage without refrigeration. Agricultural gazette of New South Wales 85, 46.
72. Sharples, R.O. & Johnson, D.S. 1987. Influence of agronomic and climatic factors on the response of apple fruit to controlled atmosphere storage. HortScience 22, 763-766.
73. Sharples, R.O. & Stow, J.R. 1986. Recommended conditions for the storage of apples and pears. Rep. E. Malling Res. Stn. for 1985, 165-170.
74. Smith, S.M. 1984. Improvement of aroma of Cox's Orange Pippin apples stored in low oxygen atmospheres. J. Hort. Sci. 59, 515-522.
75. Smith, S.M.; Johnson, D.S. & Genge, P.M. 1986. Controlled atmosphere storage of Bramley. Rep. E. Malling Res. Stn. for 1985, 146-147.
76. Smock, R.M. & Neubert, A.M. 1950. Apples and apple products. In : Kertesz (ed) Economic crops. Interscience Publishers, Inc 2, 486 pp.
77. Snowdon A.L. (ed.) 1990. A colour atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits & vegetables. Volume I : General introduction & fruits. Wolfe Scientific Ltd. 1990, 302 pp.
78. Solomos, T. 1989. A simple metode for determining the diffusivity of ethylene in 'McIntosh' Apples. Sci. Hort. 39, 311-318.
79. Souza, D' M.C. & Ingle, M. 1989. Effect of delayed cooling on the poststorage flesh firmness of apples. J. Food Sci. 54, 493-494.
80. Sprenger Instituut – Wageningen. Mededeling Nr. 30. Produktgegevens groente en fruit. Handboek bij de afzet vangroente en fruitprodukten.
81. Stoll, K. 1969. Tolerances in variation of the components of the atmosphere in CA storage. International fruit world 28, 119-129.
82. Stow, J. 1988. The effects of high carbon dioxide pre-treatments and ethylene removal on the storage performance of apples 'Cox's Orange Pippin'. Sci. Hort. 35, 89-97.
83. Stow, J. 1989. The response of apples cv. Cox's Orange Pippin to different concentrations of oxygen in the storage atmosphere. Ann. Appl. Biol. 114, 149-156.
84. Stow, J. 1990. The effects of removal of ethylene from low oxygen storage atmospheres on the quality of Cox's Orange Pippin apples. Sci. Hort. 43, 281-290.
85. Toledo, R., Steinberg, M.P. & Nelson, A.I. 1969. Heat of respiration of fresh produce as affected by controlled atmosphere. J. Food Sci. 34, 261-264.
86. Tomala, K. & Sadowski, A. 1989. Some factors determining quality and storage ability of spartan apples. I. II. III. Fruit Sci. Rep. 16, 59-66, 67-73, 75-79.
87. Truter, A.B. & Eksteen, G.J. 1987. Storage potential of apples under controlled atmosphere storage at ultra-low oxygen concentrations. Deciduous Fruit Grower 37, 141-145.

88. Truter, A.B. & Combrink, J.C. 1989. Ethylene levels in commercial CA stores and low-ethylene CA storage of 'Golden delicious', 'Starking' and 'Granny Smith' apples and 'Packhams's Triumph' pears. Proceedings of the 5th international controlled atmosphere research conference, June 14-16. Wenatchee, Washington, USA, 333-339.
89. Yahia, E.M.; Liu F.W. & Acree T.E. 1990. Changes of some odor-active volatiles in controlled atmosphere-stored apples. J. Food Qual. 13, 185-202.
90. Zanon, K. 1989. Lagerungsbedingungen für Granny Smith. Obstbau Weinbau 26, 47.

Generelt om forhold før høst og høsttidspunktets betydning ved lagring af pærer

Kulturtekniske (17, 26, 29) og klimatiske (29) forhold i vækstperioden påvirker lagerevnen af pærer.

Lagerevnen af pærer er også afhængig af frugtens udviklingstrin på høsttidspunktet, hvilket ikke umiddelbart kan bedømmes ud fra frugtens ydre. Frugter høstet på det rigtige udviklingstrin vil være mindre modtagelige for fysiologiske skader og vil udvikle en bedre kvalitet (29).

Pærer, der høstes tidligt, kan tabe evnen til modning efter længere tids lagring, eller modne med dårlig kvalitet. Frugterne vil være mere udsat for fordampningstab, for stødskaader og vil være mere modtagelige over for skold. Ved sen høst stiger følsomheden over for CO₂ samt forekomst af råd og nedbrydning i frugtens indre (5, 23, 27).

Der er i litteraturen beskrevet flere metoder til bestemmelse af det optimale udviklingstrin (8, 23, 25, 28, 29, 30). En systematisk prøveudtagning af frugter i løbet af vækstsæsonen, der analyseres for fasthed, farve, opløseligt tørstof, stivelse og calciumindhold sammenholdt med klimadata vil kunne give et rimeligt erfaringsgrundlag til forudsigelse af frugtens udviklingstrin og dermed det rette høsttidspunkt.

Generelt om lagring af Pærer

Langtidslagring af pærer har aldrig haft noget større omfang i Danmark. Dette skyldes først og fremmest en relativ beskeden avl, og at denne er fordelt på mange sorter. Inden for de sidste år er der opstået fornyet interesse for pæredyrkning og dermed også for lagring af pærer. Interessen er stort set alene knyttet til dyrkning af sorten 'Clara Frijs' og mulighederne for at kunne forlænge salgsperioden for denne sort.

Frugter til lagring skal plukkes inden modningen er begyndt og skal være ensartet udviklede.

I mange af de lande, vi importerer pærer fra, er det tilladt at behandle frugten inden lagring med voks (11), calciumchlorid, antioxidanter og/eller fungicider (29) for at mindske modnings-hastigheden og forhindre udvikling af fysiologiske sygdomme og svampeangreb. Dette er ikke tilladt i Danmark.

Pærer er ikke modtagelige for frostskaader og bliver derfor lagret lige over frysepunktet (-1 til 0°C). Frysepunktet vil være afhængig af tørstofindholdet. For at forhindre frostskaader skal tørstofindholdet være mindst 10 pct.

Især for sent høstede frugter er hurtig nedkøling vigtig (3, 23). Pærer bør anbringes i kølerum i løbet af 24 timer, og frugtens temperatur bør reduceres til det ønskede niveau i løbet af 4 dage

(29). Langsom nedkøling fremmer vægttabet (29) og øger mængden af frugt med nedbrydning i kernehusregionen.

Pærer lagres almindeligvis ved en relativ fugtighed (RH) på 90-95 pct. Et vægttab på 5-6 pct., der kan opstå ved for lav relativ fugtighed, vil resultere i en synlig kvalitetsforringelse.

Det er et problem at vide, hvornår pærene skal tages ud fra lager. Klorofylnedbrydningen bremses stærkt ved de lave lagertemperaturer, hvorfor frugter, der i deres ydre virker grønne og umodne, kan være salgsmodne. Med jævne mellemrum bør mindre partier derfor tages ud og efterlagres ved 15°C og bedømmes for holdbarhed og kvalitet. Er frugten stadig fast efter 5-6 dage, kan lagringen fortsættes (27).

Pærer, der lagres for længe, kan miste evnen til ordentlig modning samt dannelse af optimal smag. Dette kan skyldes tab eller nedgang i evnen til proteinsyntese (10).

Pærer med utilstrækkelig køleperiode producerer ikke automatisk ethylen, hvilket kan medføre uensartet modning (29).

Pærer kræver en eftermodningsproces for at udvikle optimal smag og konsistens (29). Denne modning kan induceres ved, at de efter lagring udsættes for temperaturer på 18-20°C. Pærene kan derefter opbevares ved en lavere temperatur som f.eks. 8°C (9). Eftermodningstemperaturen bør være højere jo længere frugten kølelagres og skal afpasses efter den enkelte sort (16).

De modne frugter har kun ringe holdbarhed og bør behandles skånsomt (27). Eftermodningen bør derfor foretages så sent i distributionskæden som muligt.

Lagring af pærer i kontrolleret atmosfære

Da pærer tåler lagring ved temperaturer under 0°C er den gevinst, der kan opnås ved CA-lagring begrænset (13, 20).

Anbefalet lagerkondition ved CA-lagring er for de fleste sorter -1 til 0°C med 2-3 pct. O₂ og 0,8-1 pct. CO₂ (29). Disse lagerforhold giver en forbedring af holdbarheden og kvaliteten i forhold til almindelig køl. Dette ses ved et højere syreindhold, en større fasthed, mindre klorofylnedbrydning og reduceret forekomst af skold (3, 10).

Der er nogen uenighed om, hvorvidt pærer er egnede til lagring i pakninger med modificeret atmosfære til forlængelse af holdelivet (18, 21). Lagring af 'Conference' og 'Doyenne du Comice' i modificeret atmosfære viste forbedret farve og fasthed, men gav problemer med normal udvikling af tekstur og smag.

En bedre løsning ville være opbevaring ved lavere temperatur i distributionskæden (21).

Effekt på produktion og virkning af ethylen

Ethylenproduktionen mindskes kraftigt ved lagring i 1 pct. O₂ og effekten forstærkes, hvis kuldioxidkoncentrationen stiger til 1-3 pct. (3). Der er dog stor forskel sorterne imellem (1). Fjernelse af ethylen fra lageratmosfæren giver en positiv effekt på farve, opløseligt sukker, flygtige stoffer og smagskvalitet. Fasthed, tørstof samt syre er upåvirket af fjernelse af ethylen (19). Der er uenighed om, hvorledes fjernelse af ethylen virker på forekomst af skold (3, 18, 25).

Effekt på lagersygdomme

Under forudsætning af at frugten er plukket inden modningen er begyndt, forekommer svampeangreb normalt ikke. Fysiologiske lagerskader kan derimod forekomme.

Brunfarvning omkring kernehuset (eng. 'browncore disorder') forekommer for flere pæresorter ved CA-lagring med høj CO_2 -koncentration især i kombination med lav ilt-koncentration. Det er påvist, at lagerskader også kan forekomme ved lav O_2 -koncentration uden CO_2 (3).

Skold kan reduceres ved behandling efter høst med en antioxidant som difenylamin (DPA) eller ethoxyquin (4). Dette er dog ikke tilladt i Danmark. Lagring ved lav O_2 - og CO_2 -koncentration (1 pct. O_2 og mindre end 0,1 pct. CO_2) har i forsøg været en effektiv metode til kontrol af skold i 'd'Anjou' pærer (12).

Kvalitetsskader i form af brunfarvning af striber eller områder i overhuden (eng. 'friction discoloration') skyldes mekaniske skader og øges ved reduceret fasthed (24). Årsagen til den brune farve er oxidation af phenolforbindelserne, der er opstået ved skade på overhuden (29). Skaden påvirker ikke spisekvaliteten, men giver et dårligt synsindtryk.

Brunfarvning af overhuden er forskellig mellem sorterne og afhænger af overhudens beskaffenhed. Sorter med glat overhud er mere modtagelige end sorter med grov overhud. Modtageligheden øges med lagertiden, hvilket kan skyldes højere koncentration af phenoler eller høj aktivitet af phenoloxidase.

Pærer angribes af svampe af slægterne *Mucor*, *Botrytis*, *Penicillium* og *Pezizicula* (*Gloeosporium*).

Kuldioxyd-koncentration

Pærer er meget følsomme over for ændringer i CO_2 -koncentrationen. Skader ses som brunfarvning omkring kernehuset og som hulrum i frugtkødet (6).

Risiko for disse skader stiger ved sen høst, især for store frugter, og hvis nedkølingsperioden udsættes. Risikoen vil ligeledes stige ved lavt iltindhold (29) og ved hurtig reduktion af ilt-koncentrationen (15).

Ilt-koncentration

En reduktion af ilt-koncentrationen til mindre end 2 pct. O_2 har for 'd'Anjou' pærer resulteret i en yderligere forbedring af holdbarhed og kvalitet (12). Især udviklingen af skold hæmmes ved disse lave ilt-koncentrationer (12, 18).

Ved lav ilt-koncentration er der dog risiko for nedbrydning i kernehusområdet. Dette gælder især, hvis kuldioxid-koncentrationen samtidig er høj. CO_2 -koncentrationen bør holdes i nærheden af 0 pct., når koncentrationen af ilt er lav (3).

Vejledning for lagring af pærer i kontrolleret atmosfære

Produktkonstanter

Tabel 30. Vandindhold, vægtfylde og frysepunkt af pærer (22).

	Variation	Gns.
Vandindhold	83-85 pct.	–
Vægtfylde for den enkelte frugt	975-1013kg/m ³	–
Vægtfylde for bulk varen	–	600 kg/m ³
Frysepunkt	–2 til –2,5°C	–

Tabel 31. Varmefylde af pærer (22).

Temp. °C	kJ/kg°C
+20	3,74
0	3,74
–3	66,50

Tabel 32. Åndingsvarme. W/ton for tre pærer sorter ved forskellige temperaturer (22).

Temp. °C	‘Gieser Wildeman’	‘Conference’	‘Doyenne du comice’
0	5	7	12
5	12	20	30
10	30	45	70
15	65	95	110
20	105	165	160
25	–	–	190

Tabel 33. CO₂-produktion, O₂-forbrug. l/ton dag for tre pærer sorter ved forskellige temperaturer (22).

Temp. °C	'Gieser Wildeman'	'Conference'	'Doyenne du comice'
0	15	25	60
5	55	90	140
10	150	200	300
15	290	410	500
20	430	700	740
25	–	–	860

Ethylenproduktion og -følsomhed

Produktionen er stor og sortsafhængig.

Ved 20°C er ethylenproduktionen 10 ul/Kg × h.

Etableringshastighed ved indlagring og nedkøling

Indlagringstemperaturen skal være 3°C højere end lagertemperatur. Nedkøling til lagertemperatur skal ske over højst en uge.

Beskrivelse af lagerforhold for 13 pærrsorter**Tabel 34.** 'd'Anjou'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	–1	90-95	–	–	4-6	17
CA	–1	90-95	1-1,5	2	6-8	18
ULO	–1	90-95	< 0,1	1-1,5	8-9	18

Risiko for CO₂-skader: ikke konstateret.

Risiko for O₂-skader: lav-moderat. Udvikler »mørke pletter« ved O₂ < 1 pct. (2).

Forbedring af kvaliteten er fundet ved behandling af pærerne med 10-20 pct. CO₂ i 10-12 dage (29).

Tabel 35. 'Bartlett', 'Williams', 'Bon Chretien'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-1 - -0,5	90-95	–	–	1-3	29
CA	-1	90-95	1-2	2	3-4	18
ULO	-1	90-95	0,1	1-1,5	4-5	18

Risiko for CO₂-skader: moderat-høj.

Risiko for O₂-skader: moderat.

Tabel 36. 'Beurre Alexandre Lucas'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-0,5-0	90-95	–	–	5	17

Risiko for CO₂-skader: moderat-høj.

Risiko for O₂-skader: moderat.

Modtagelig for indvendige skader ved kernehus.

Tabel 37. 'Bonne Louise'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-0,5-0	90-95	–	–	3	17

Risiko for CO₂-skader: ikke konstateret.

Risiko for O₂-skader: ikke konstateret.

Tabel 38. 'Beurre Bosc'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-1 - -0,5	90-95	–	–	3-4	29
CA	-1	90-95	1-2	2-3	5-7	18
ULO	-1	90-95	< 0,1	1-1,5	6-7	18

Risiko for CO₂-skader: høj.

Risiko for O₂-skader: høj.

Modenheden har markant indflydelse på lagringsresultatet.

Tabel 39. 'Charneu'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-0,5-0	90-95	–	–	3	17

Risiko for CO₂-skader: ikke konstateret.

Risiko for O₂-skader: ikke konstateret.

Tabel 40. 'Clapps Favourite'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-0,5-0	90-95	–	–	1-1,5	17
CA	0	90-95	0-1	2	–	18

Risiko for CO₂-skader: ikke konstateret.

Risiko for O₂-skader: ikke konstateret.

Tabel 41. 'Clara Frijs'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	0	90-95	–	–	1	14
kuls.	0	90-95	6	15	2-2,5	14
CA	0	90-95	0,1	5	2-2,5	14

Risiko for CO₂-skader: modtagelig overfor CO₂-skader.

Risiko for O₂-skader: ikke konstateret.

Lagring ud over 10 uger ved høj CO₂-koncentration i kombination med lav O₂-koncentration kan give problemer med CO₂-skader (gråfarvning og hulrum i frugtkødet).

Tabel 42. 'Condo'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-0,5-0	90-95	–	–	5	17

Risiko for CO₂-skader: ikke konstateret.

Risiko for O₂-skader: ikke konstateret.

Tåler ikke kulsyrelagring.

Tabel 43. 'Conference'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-0,5-0	90-95	–	–	5-6	20
kuls.	-0,5-0	90-95	1,0-1,5	20-18,5		7
CA	-0,5-0	90-95	0,5	2-3	6-7	20
CA	-1	90-95	1,5-2,5	2,5-3	7-8	18
ULO	-1	90-95	0,5	2	8	18

Risiko for CO₂-skader: Moderat.

Risiko for O₂-skader: ikke konstateret.

Sent høstede frugter er mere modtagelige for centerråd. Ved høj CO₂-koncentration kan forekomme hulrum og brunfarvning i frugtkødet (15, 20).

Tabel 44. 'Doyenne du Comice'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-1	90-95	–	–	4-4,5	29
CA	-1	90-95	2-4	3	5-6	18
ULO	-1	90-95	< 0,5	2,5	6	18

Risiko for CO₂-skader: moderat-høj.

Risiko for O₂-skader: ikke konstateret.

Tåler ikke kulsyrelagring.

Tabel 45. 'Packham's Triumph'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-1	90-95	–	–	3-6	17
CA	0	90-95	0-4	1,5-3	7-8	18

Risiko for CO₂-skader: høj.

Risiko for O₂-skader: lav.

Efter opbevaring i lav ilt-koncentration (< 0,5 pct. O₂) de første 10 dage af lagerperioden kan forekomme skold (18).

Tabel 46. 'Passe Crassane'.

Køle- teknik	Temp. °C	RH Pct.	Pct. CO ₂	Pct. O ₂	Varigh. mdr.	Kilde
Køl	-1-0	90-95	–	–	5-6	17
CA	0	90-95	2-3	2-3	6-8	18

Risiko for CO₂-skader: lav.

Risiko for O₂-skader: lav.

Kuldeskader, der ses som brunfarvning omkring kernehuset, kan opstå ved lagring ved 0°C. Lagerskaden kan undgås ved lagring ved 5°C og en atmosfære sammensætning på 4 pct. O₂ og 6-8 pct. CO₂ (19).

Litteratur

1. Chen, P.M., Richardson, D.G. & Mellenthin, W.M. 1982. Differences in biochemical composition between 'Beurre d'Anjou' and 'Bosc' pears during fruit development and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107, 807-812.
2. Chen P.M. & Varga D. M. 1989. 'Black speck', a superficial disorder of 'D'Anjou' pears after prolonged CA storage. In proceedings of the 5th international controlled atmosphere research conference, June 14-16. Wenatchee, Washington, USA 145-156.
3. Chen, P.M., Yoshida, T. & Borgic, D.M. 1985. Effect of CO₂ concentration on ethylene production, organic acid retention, and internal disorders of pear fruit in low O₂ storage. Proceedings of the Fourth National Controlled Atmosphere Research Conference, July 23-26, 1985 at Raleigh, North Carolina. 135-141.
4. Chen, P.M., Varga, D.M., Mielke, E.A., Facteau, T.J. & Drake S.R. 1990. Control of superficial scald on 'd'Anjou' pears by ethoxyquin: Effect of ethoxyquin concentration, time and method of application, and a combined effect with controlled atmosphere storage. J. Food Sci. 55, 167-170.
5. Ericsson, N.-A. 1989. Lagring av pæron (Litteraturgenomgang). Pærer, produksjon, lagring, omsetnad, fremtidsutsikter. Hermansverk (Norge) 29-30 august 1989. Nordiske Jordbrugsforskernes Forening. Seminar nr. 156. Sektion III – Hagebruk. 52-57.
6. Frenkel, C. & Patterson, M.E. 1974. Effect of carbon dioxide on ultrastructure of 'Bartlett' pears. HortScience 9, 338-339.
7. Kirchhof, Von R. 1990. Hinweise für die Lagerung unserer wichtigsten Apfel- und Birnensorten 1990/91. Mitteilungen des Obstbauversuchrings des Alten Landes 10, 326-344.
8. Kvåle, A. 1986. Maturity indexes for pears – starch degradation and changes in fruit firmness as related to physiological maturity of four cultivars. Acta Agric. Scand. 36, 301-304.
9. Landfald, R. 1974. Effects of storage and ripening temperatures on the storage and shelflife of pears. Scientific Reports of the Agricultural University of Norway. 53, 2-14.
10. Li Pen Hsiang & Hansen, E. 1964. Effects of modified atmosphere storage on organic acid and protein metabolism of pears. Amer. Soc. Hort. Sci. 85, 100-111.

11. Meheriuk, M. & Lau, O.L. 1988. Effect of two polymeric coatings on fruit quality of 'Bartlett' and 'Anjou' pears. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113, 222-226.
12. Mellenthin, W.M., Chen, P.M. & Kelly, S.B. 1980. Low oxygen effects on dessert quality, scald prevention, and nitrogen metabolism of 'd'Anjou' pear fruit during long-term storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105, 522-527.
13. Monning-Louis, A. 1985. Messbarkeit und Aussagewert von Mitochondrienaktivitäten bei Kernobst. *Gartenbauwissenschaft* 50, 114-117.
14. Nielsen M., 1990. Lagring af pæresorten 'Clara Frijs' i kontrolleret atmosfære. *Tidskr. Plan-teavl* 94, 65-70.
15. Polderdijk, A. & Schaik, A. van 1990. Hol en bruin bij lat geplukte Conference in scrubcel. *Fruitteelt* 36, 18-19.
16. Prange, R.K., Embree C.G. & Ju H.-Y. 1988. Effects of simulated shelf-life conditions on consumer acceptance and weight loss in 'Clapp's Favorite', 'Bartlett', 'Flemish Beauty', 'Bosc' and 'Anjou' pears. *Fruit Var. J.* 42, 76-79.
17. Raese, J.T., Drake, S.R. & Roberts, R.G. 1989. Preharvest calcium treatments reduce storage disorders and improve fruit quality of apples and pears. In *Proceedings of the 5th international controlled atmosphere research Conference*, June 14-16. Wenatchee, Washington, USA. 53-61.
18. Richardson, D.G. & Meheriuk, M. 1989. CA recommendations for pears (including asian pears). In: *Proceedings of the 5th international controlled atmosphere research conference*, June 14-16. Wenatchee, Washington, USA. 285-300.
19. Rizzolo, A., Testoni, A. & Gorini, F. 1987. Influence of ethylene removal of the quality of Passa Crassana pear stored in CA. *Proc. XVII'th Intl. Congr. Refrig. Vienna.* 327-332.
20. Schaik, van A.C.R. 1986. Bewaring von Conference: Onderzoekresultaten 1977 - 1985. *De Fruitteelt* 23, 694-696.
21. Smith, S.M.; Geeson, J.D.; Genge, P.M. & Sharples, R.O. 1989. The effects of modified atmosphere packaging and stage of ripeness on the quality of english pears during simulated marketing. *Proceedings of the 5th international controlled atmosphere research conference*, June 14-16. Wenatchee, Washington, USA. 315-324.
22. Sprenger Instituut - Wageningen. Mededeling Nr. 30. Produktgegevens groente en fruit. Handboek bij de afzet vangroente en fruitprodukten.
23. Stow, J.R. 1988. The effect of cooling rate and harvest date on the storage behaviour of 'Conference' pears. *J. Hort. Sci.* 63, 59-67.
24. Topping, A.J. 1982. Grading damage increases with softer flesh. *Grower* 25, 23.
25. Truter, A.B. & Combrink, J.C. 1989. Ethylene levels in commercial CA stores and low-ethylene CA storage of 'Golden delicious', 'Starking' and 'Granny Smith' apples and 'Packhams's Triumph' pears. In: *Proceedings of the 5th international controlled atmosphere research conference*, June 14-16. Wenatchee, Washington, USA. 333-339.
26. Vaz, L.R. & Richardson, G.D. 1985. Effect of calcium on respiration rate, ethylene production and occurrence of cork spot in d'Anjou pears (*Prus Communis L.*). *Acta Hort.* 157, 227-236.
27. Walter, K. & Irma, R. 1989. Erfahrungen bei der CA-lagerung von Birnen. *Gartenbau* 36, 244-246.

28. Worthington, J.T., Zwet, T. van der & Keil, H.L. 1977. Reflectance and light transmittance technique for measuring maturity and ripening of Eldorado and Bartlett pears. *Acta Hort.* 69, 327-333.
29. Zwet, T. van der & Childers, N.F. (eds.), 1982. Fruit maturity, harvesting, storage, and marketing. In : *The pear – culture, varieties, breeding, propagation, nutrition, pruning and training, diseases and insects, harvesting, storage and marketing*. Gainesville, FL. : Horticultural Publications, 431-443.
30. Zyl, van H.J. & Olivier, J.M., 1987. Factors affecting fruit quality and shelf life of Bon Chretien pears. *S. Afr. J. Plant and Soil* 4, 201-203.

Afdelinger m.v. under Statens Planteavlsvforsøg

Direktionen

Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99

Landbrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele ...	86 65 25 00
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forskningscenter Foulum, Postboks 21, 8830 Tjele ..	86 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Froavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, Tystofte, 4230 Skælskør	53 59 61 41
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, Jyndeved, 6360 Tinglev	74 64 83 16
Afdeling for Jordbiologi og -kemi, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Vejenvej 55, Askov, 6600 Vejen	75 36 02 77
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 25, 8830 Tjele ..	86 65 25 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle	75 83 23 44
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern	97 36 62 33
Lundgård Forsøgsstation, Kongeåvej 90, 6600 Vejen	75 36 01 33
Ronhave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	74 42 38 97
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted	97 92 15 88
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	98 26 13 99
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten	86 98 92 44
Laboratoriet for Biavl, Lyngby, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Laboratoriet for Biavl, Roskilde, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11

Havebrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Blomsterdyrkning, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Planteskoleplanter, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Forædling og Formering, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Gartnertechnik, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66

Planteværnscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Plantepestologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Okotoksikologi, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Bioteknologigruppen, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10

Centrallaboratoriet

Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele	86 65 25 00
--	-------------