

Metoder til bestemmelse af frugtens modningsgrad ved plukning og under lagringen

Ved P. MOLLS RASMUSSEN

641. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I 553. beretning, der omhandler resultater fra forsøg med plukketidspunktets indflydelse på frugtens holdbarhed, påpeges værdien af en eksakt bestemmelse af frugtens modenhedsgrad. En række metoder er gennem de senere år afprøvet, og nærværende beretning giver en oversigt over de enkelte metoders værdi, dels for forsøgsarbejdet, dels for praksis.

Beretningen er udarbejdet af assistent *P. Molls Rasmussen*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indledning

I det hidtidige forsøgsarbejde med lagring af frugt er der ved bedømmelse af modenhedsgraden under og efter lagringen foretaget en skønsmæssig opdeling af frugten i tre modenhedsgrader: umodne, middelmodne og stærkt modne, og på basis af den procentvise fordeling af frugten indenfor disse grupper er det såkaldte modenhedstal beregnet og eventuelle kurver konstrueret. Stærkt modne og middelmodne indgår i dette tal med henholdsvis hel og halv værdi, medens umodne ikke er medregnet.

Grundlaget for denne vurdering er imidlertid en ren subjektiv bedømmelse, hvor det afgørende kriterium er grundfarvens overgang fra grøn til gul. Denne farveændring vil dog ofte camoufleres af en stærkt udviklet dækfarve, ligesom en forskellig udvikling af denne i sig selv vil influere på bedømmelsen. Samtidig vil man ved sorteringen være under påvirkning af det frugtparti, man umiddelbart før har været beskæftiget med.

Metoden har dog i de hidtidige forsøg med frugtlagring været en god hjælp i arbejdet med i generelle træk at fastlægge lagerforholdenes indflydelse på modningens forløb.

Efterhånden, som det gennem forsøgene er lykkedes nogenlunde at fastlægge de optimale lagringsbetingelser for de forskellige frugtsorter, er det ikke muligt at opnå de store udslag ved behandlingerne og en mere eksakt metode til bestemmelse også af mindre forskelle har været påkrævet.

Undersøgelser vedrørende plukketidspunktets indflydelse på frugtens holdbarhed (553. beretning) viste, at frugtens udvikling på det tidspunkt, den plukkes og indsættes på lager, i høj grad påvirker lagringens forløb. En nøjagtig modenhedsbestemmelse vil her være af værdi for at overføre resultaterne til praksis.

De ændringer i frugtens kemiske og fysiske struktur, der ligger til grund for en sådan bestemmelse, forløber imidlertid netop omkring plukningen så langsomt, at det er meget vanskeligt at lægge en enkelt af disse processer til grund for en modenheds- og plukkebestemmelse.

Dertil kommer, at det fremkomne talmateriale udviser variationer, der er betinget ikke blot af frugtsorten, men også af de vækstforhold, hvorunder frugten er produceret, altså jordbundsforhold, kulturforanstaltninger og klima.

I det følgende skal kort omtales de metoder, der kan finde anvendelse til modenhedsbestemmelse, dels på baggrund af udenlandske undersøgelser, dels baseret på en række afprøvninger, foretaget her på forsøgsstationen inden for de sidste 6-8 år.

Metoder og forsøgsresultater

Som et led i modningsprocessen sker der som nævnt visse forandringer i frugtens kemiske sammensætning, og enkelte af disse er man ved hjælp af forholdsvis enkle metoder i stand til at registrere.

Sukker. I vækstsæsonen tilføres sukker fra bladene, og sukkerindholdet i frugten stiger, indtil det omkring plukketidspunktet udgør fra 8 til 15 pct., hovedsagelig i form af fructose. Med plukningen ophører tilførslen, og der indtræder nu et fald i sukkerindholdet, idet sukkeret udgør den væsentlige energikilde ved respirationen.

Nedbrydningen af sukker sker imidlertid så langsomt, at enkeltmålinger er uden værdi til fastlæggelse af modenhedsgraden.

Samtidig er variationen mellem frugterne meget stor, bl.a. afhængig af frugtens placering på træet, antal blade pr. frugt og endelig de klimatiske forhold.

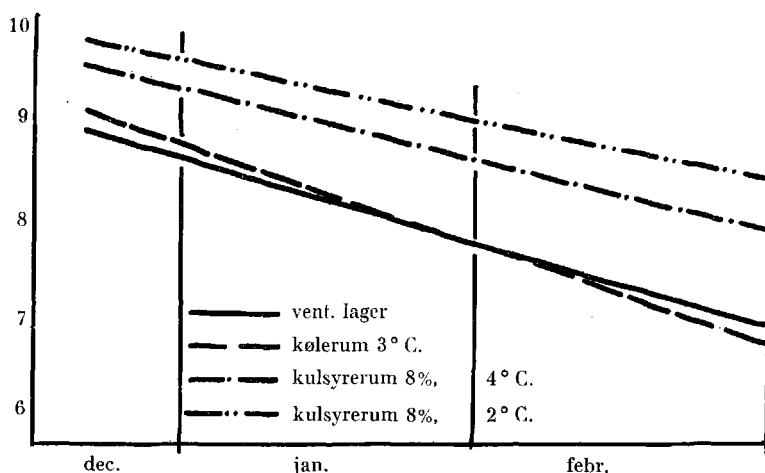


Fig. 1. Titrerbar syre. Lobo. Forskellige lagertyper.

I tabel 1 og 2 er vist resultater fra refraktometermålinger af frugt på forskellige udviklingstrin.

Syre. Frugtens indhold af syre – det består i alt væsentligt af æblesyre – er underkastet ændringer under lagringen. Omkring ved plukningen findes fra 0,5 til 1,5 pct. og ved overmodenhedsstadiet er denne mængde almindeligvis halveret. I forbindelse med lagringsforsøgene er der foretaget måling af syreindholdet ved titrering med 0,1 n natriumhydroxyd.

Fig. 1 viser faldet i syreindhold fra midten af december til omkring 1. marts hos Lobo, opbevaret under forskellige lagerforhold. Tabel 1 viser også, at syreindholdet i frugten påvirkes af såvel temperatur som kulsyreindhold i lagerluften.

Syreindholdet er imidlertid også bestemt af andre faktorer. Måling af syreindholdet i frugt fra kaliforsøgene (tabel 2) viser, at stigende kalitilførsel, samtidig med at øge kaliindholdet i frugten, påvirker syreindholdet i opadgående retning. Udenlandske undersøgelser har vist, at et stigende bladareal pr. frugt øger syreindholdet. En betingelse for at benytte frugtens syreindhold som

målestok for modningens forløb er derfor et meget ensartet udgangsmateriale.

Pektin. Pektinstofferne udgør en procentvis ringe del – ca. 1 pct. – af æblet. Protopektinet har imidlertid en meget vigtig funktion, idet det virker som bindemiddel mellem cellerne. Protopektinet

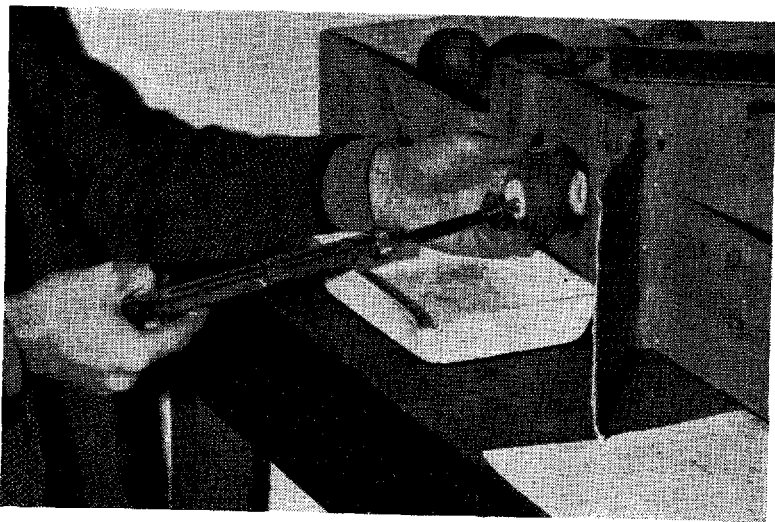


Fig. 2. Magness-Taylor trykmåler. Der udføres 3 målinger på hver frugt.

er uopløseligt i vand, men efterhånden, som modningen skrider frem, hydrolyseres det til opløseligt pektin, hvorved bindingen mellem cellerne svækkes, og frugtkødet mister sin fasthed.

Allerede før plukningen er denne proces igang, men på dette tidspunkt er væksten af de enkelte celler samtidig medvirkende til at gøre frugten mindre fast.

Frugtkødets fasthed har altid været et vigtigt indicium ved bestemmelse af frugtens modenhedsgrad, og en mere eksakt måling er opnået gennem brugen af den såkaldte »trykmåler«. Princippet i denne måling er, at en fjederbelastet metalprop trykkes ind i frugten, efter at skrællen er fjernet det pågældende sted.

I forbindelse med plukketidsbestemmelser har metoden været prøvet, men navnlig for æblernes vedkommende går udviklingen så langsomt, at variationen fra træ til træ og fra frugt til frugt

kombineret med årsvariationen gør det umuligt at fastlægge bestemte normer på dette område.

Derimod har man i visse større pæredistrikter i USA på basis af trykmålinger opstillet bestemte regler for, hvornår de enkelte pæresorter skal plukkes, for at imødegå en for tidlig plukning med en dårlig kvalitet eller en for sen plukning med forringet holdbarhed til følge.

I forbindelse med lagringsforsøgene har metoden været benyttet en del, og den har vist sig værdifuld ved modenhedsbestemmelser. Visse vanskeligheder kan dog opstå, når frugten gennem for stort fordampningstab begynder at rynke, idet måletalene ofte bliver for høje. En væsentlig indvending imod metoden er, at selve den praktiske udførelse af målingen kan påvirke resultatet. Denne gene kan i nogen grad imødegås ved at lade samme person foretage alle målinger, men trykmåleren mister derved sin værdi som generel rådgiver for praksis.

Tabel 1. Modenhedsbestemmelse på to æblesorter efter 4 måneders opbevaring i kulsyrerum ved forskellig temperatur, kulsyre og iltkoncentration.

Lobo:	pct. CO ₂	pct. O ₂	Temp. °C.	Trykfast- hed	Viskosi- tet	Titrerbar syre	Refrakto- meterværdi
1.	0	3	4	8,3	18,6	7,8	10,2
2.	6	15	4	8,8	16,9	7,6	10,2
3.	8	13	4	9,2	15,5	7,5	10,2
4.	0	3	2	8,9	18,4	7,5	10,1
Golden Delicious:							
1.	0	3	4	11,7	16,7	9,6	12,8
2.	7	14	4	13,2	15,9	9,9	12,8
3.	9	12	4	13,2	15,9	9,7	12,6
4.	0	3	2	12,3	17,4	9,8	12,7
5.	9	12	2	13,7	15,6	10,1	13,0
6.	9	12	1	14,2	16,0	11,0	13,1

I tabel 1 er vist resultater fra trykprøver på Lobo og Golden Delicious med de laveste tal (henholdsvis 8,3 og 11,7) fra frugt lagret ved høj temperatur og uden kulsyre og de højeste (9,2 og 14,2) fra lav temperatur og høj kulsyre.

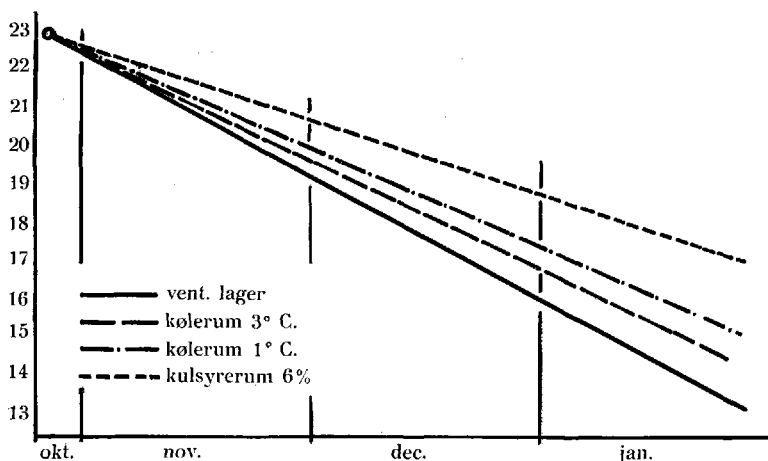


Fig. 3. Trykmåling. Belle de Boskoop. Forskellige lagertyper.

Fig. 3 illustrerer på tilsvarende måde udviklingen hos Belle de Boskoop, opbevaret i ventileret lager, kølerum og kulsyrerum.

Tabel 2. Måling af sukker, syre og trykfasthed i frugt fra kali/kvælstofforsøg 1961, Ingrid Marie

	K-gødskning	N-gødskning	pct. K i frugt	Trykmåling	Titrerbar syre ml 0.1-n NaOH	Refraktometer-værdi
1.	0	0	0.72	9.9	6.8	11.3
2.	0	300	0.62	9.9	6.6	11.9
3.	0	600	0.65	10.1	6.5	11.8
4.	600	0	1.02	9.6	7.7	11.9
5.	600	300	0.98	9.8	8.1	11.9
6.	600	600	0.92	9.5	7.6	11.7
7.	0	0	0.62	10.2	6.7	12.4
8.	0	300	0.66	9.8	6.4	12.0

Trykmåling på frugt fra kali-kvælstofforsøg (tabel 2) viser, at disse to gødninger ikke influerer på frugtens fasthed. Tallene i tabel 3 viser derimod en klar virkning, fremkaldt af sprøjtning med Tuzet, idet de ubehandlede i gennemsnit har en trykfasthed på 9,6, medens de sprøjtede er nede på 8,6.

Tabel 3. Måling af trykfasthed og syre i Cox's Orange fra kali/kvælstofforsøg.

	K-gødn.	N-gødn.	pct. K i frugt	Tryk-måling	Titrerbar syre
1.	0	0	1.38	8.5	8.3
2.	0	300	1.32	9.5	9.3
3.	0	600	1.29	8.5	7.5
4.	600	0	0.99	9.6	7.3
5.	600	300	0.99	9.0	6.2
6.	600	600	0.94	9.5	6.4
7.	0	0	1.37	8.2	7.9
8.	0	300	1.37	9.6	9.1

Forsøgsled 1, 3, 5 og 7 sprøjtet med Tuzet.

Protopektinets omdannelse til opløseligt pektin kan også følges på anden måde, nemlig ved bestemmelse af frugtsaftens viskositet. Når pektinindholdet i saften stiger, øges viskositeten. Sukkerindholdet påvirker også saftens konsistens, men kun i meget ringe grad, og da samtidig ændringerne i sukkerindholdet er meget små, influerer dette forhold kun uvæsentligt på målingerne.

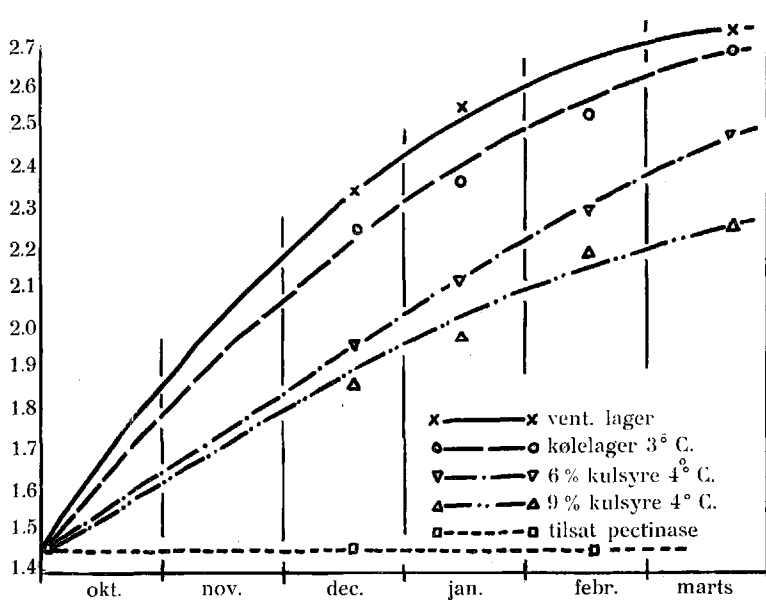


Fig. 4. Viskositetsmåling. Lobo

Fig. 4 belyser dette forhold. De fire øverste kurver illustrerer den tiltagende viskositet af saft fra frugt, lagret under forskellige forhold. Den stærkeste modning og dermed den højeste viskositet er opnået på ventileret lager, Den laveste ved kulsyrelagring med 9 pct. CO₂. Den nederste vandrette kurve er fremkommet ved måling af viskositeten på frugtsaft efter behandling med et pektinbrydende enzym (pectinase). Det vil sige, at hele den konstaterede stigning må tilskrives et øget indhold af vandopløseligt pektin. Sådanne kontrolprøver indgår som normal praksis ved vore viskositetsbestemmelser, idet de samtidig virker som en kontrol på målingernes nøjagtighed.

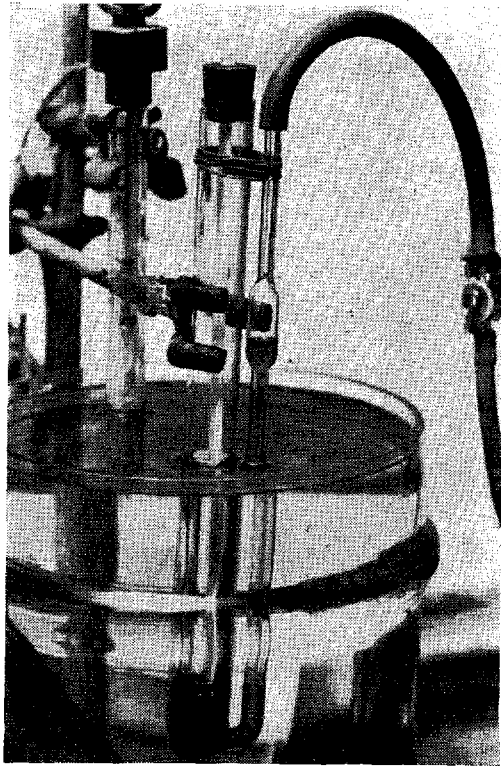


Fig. 5. Raaschous viskosimeterrør. Anbragt i vandbad med termostat

Til bestemmelse af viskositeten kan benyttes forskellige viskosimetertyper, der findes bl.a. et faldviskosimeter og et rotationsviskosimeter. Til vore undersøgelser har vi benyttet et Raaschous viskosimeter (se fig. 5). Princippet i denne målemetode er, at man lader nogle få milliliter af den filtrerede saft passere igennem et kapillarrør, gennemløbstiden – der kontrolleres med stopur – er da et udtryk for saftens viskositet. Til frigørelse af saften har vi benyttet en saftcentrifuge.

Fordelen ved denne metode er, at man kun behøver relativt små saftmængder, og med gennemløbstider fra 10 til 50 sekunder er det samtidig en hurtig målemetode. Et enkelt af de benyttede rør var dog så hurtigt, at det gik ud over nøjagtigheden ved de lave viskositeter. Rørene er ikke helt ensartede, men leveres justerede med forskellig korrektion. Måleenheden er centistoke.

Indenfor de sidste 4-5 år er viskositetsbestemmelser benyttet ved en række opbevaringsforsøg, hvor de har været af stor værdi til opnåelse af en eksakt modenhedsbestemmelse.

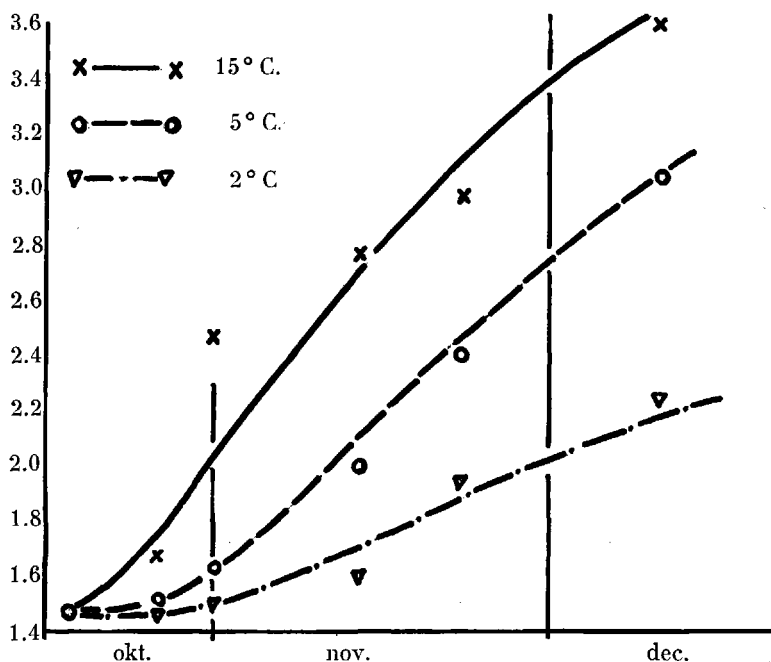


Fig. 6. Viskositetsmåling. Bramley. Forskellige opbevaringstemperaturer.

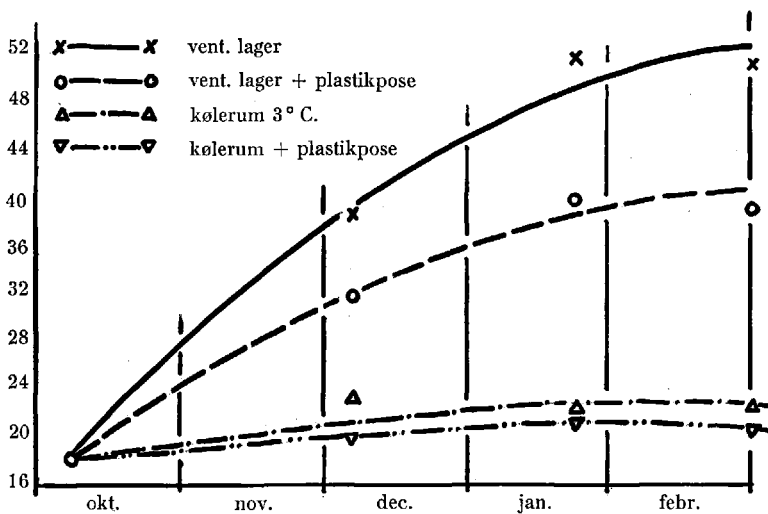


Fig. 7. Viskositetsmåling. Cox's Orange. Lagringsforsøg med plastikposer.

Fig. 6, 7 og 8 gengiver resultatet fra viskositetsmåling på Bramley, Cox's Orange og Ingrid Marie, lagret under forskellige forhold. Fig. 6 viser temperaturens indflydelse på modningen. Fig. 7

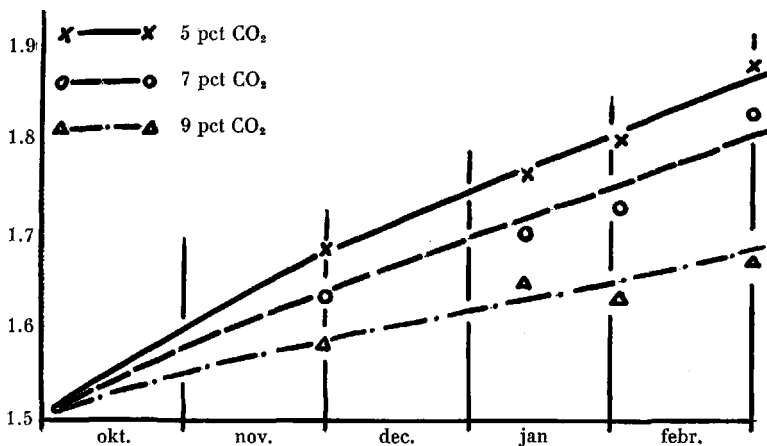


Fig. 8. Viskositetsmåling. Ingrid Marie. Kulsyrelagring med forskellige CO₂-procenter

er fra et forsøg med lagring i plastikposer, og den meget stærke modningshæmmende virkning af kulsyreophobningen i poserne har påvirket viskositeten kraftigt. Fig. 8 er fra et forsøg med kulsyrelagring af Ingrid Marie, og kurverne giver et klart billede af modningens afhængighed af kulsyreprocenten.

SAMMENDRAG

Ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard, er der i årene 1955-1960 foretaget en række undersøgelser for at afprøve værdien af forskellige metoder til bestemmelse af frugtens modningsgrad, dels ved plukningen, dels under lagringen.

Følgende metoder er prøvet: Sukkerbestemmelse ved hjælp af refraktometer, måling af syreindhold ved titrering med 0,1-n natriumhydroxyd, bestemmelse af frugtens fasthed med en Magness-Taylor trykmåler, viskositetsbestemmelse på frugtsaften ved hjælp af Raaschous viskosimeter.

Måling af sukker og syre har kun givet små og ofte usikre forskelle mellem forskellige modningsgrader.

Bestemmelse af trykfasthed og viskositet, der begge er et udtryk for den tilstedeværende mængde af vandopløseligt pektin, har i højere grad været i stand til at registrere lagringsforholdenes indflydelse på frugtens modning.

KONKLUSION

På grundlag af de foreliggende forsøgsresultater må de afprøvede metoder anses for uegnede som hjælpemiddel ved fastlæggelse af det optimale plukketidspunkt for æbler. For pærerens vedkommende kan trykmåling give en meget grov orientering, der sammenholdt med andre indicier kan være af en vis værdi for praksis.

En væsentlig ulempe er, at den rent tekniske udførelse af målingen kan influere på de opnåede måleværdier.

Til at kontrollere modningens forløb under lagringen vil i første række viskositetsbestemmelse på frugtsaften komme i betragtning. Dertil kræves foruden selve viskosimeteret en del apparatur til at frigøre frugtsaften, filtrere den og til at holde en konstant temperatur under målingerne, hvilket i nogen grad vil

begrænse den praktiske udnyttelse, medens man kan betragte sådanne målinger som en værdifuld hjælp i forsøgsarbejdet.

Den enkleste metode er trykmålingen, og trods de ovenfor anførte ulemper vil man også indenfor praktisk frugtlagring se sin fordel i at benytte denne som vejledning ved vurdering af frugtens tilstand.

Bestemmelse af titrerbar syre og refraktometerværdi vil kun undtagelsesvis være af interesse i denne forbindelse, idet udsvingene er små og tilmed underkastet påvirkning fra uvedkommende faktorer. Kun et meget homogent udgangsmateriale vil kunne motivere brugen af disse metoder.

SUMMARY

During the years from 1955 till 1960 the value of different methods of estimating the fruit maturity at picking time and during the storage period has been investigated at the State Experimental Station, Blangstedgaard.

The following methods have been tried:

1. Measuring the content of *soluble solids* by the aid of a refractometer. The main constituents are the sugars which are known to increase during the growing season. However the increase in sugars are so small from week to week that this way of estimating the picking time is worthless. Also in estimating the development of the fruit during storage the method is of limited interest.
2. Measuring the total *titratable acidity* in the juice. The comments on the above mentioned estimation of soluble solids also covers this method the changes being too small in relation to the variation from one lot to another.
3. Determination of the *fruit firmness* and
4. the *viscosity of the fruit juice*.

Both of these determinations are expressive of the content of soluble pectin in the fruit. The value of these tests with regard to indicating the picking date is doubtful, but as for estimating the differences in ripeness between two or more lots of apples during storage the methods may be useful, more so perhaps for the research worker than for the commercial store.

Especially the viscosity measurement implies such technical equipment and accuracy that only a few commercial stores will be able to manage it.