

Statens Forsøgsstation, Ledreborg Allé 100,
4000 Roskilde (Poul Rasmussen)

Temperaturens indflydelse på opbevaringstabet hos foderroer

The influence of temperature on loss during storage of fodder beets

Erik Augustinussen

Resumé

I årene 1968–76 blev der ved Roskilde forsøgsstation udført forsøg til belysning af lagertemperaturens indflydelse på foderroers tørstofstab under opbevaring. Forsøgene blev udført i klimarum, dels ved konstante temperaturer, dels ved temperaturer, der blev hævet i løbet af foråret.

Bederoerne havde ved kort tids opbevaring (under 3 måneder) et ubetydeligt rådtab og et åndingstab, der steg progressivt med temperaturen. Ved længere tids opbevaring steg rådtabet især ved lave temperaturer (omkring 1°C) og ved høje temperaturer, således at det laveste, totale tørstofstab blev opnået ved temperaturer omkring 3–5°C. En temperaturstigning fra 1 til 11°C i løbet af foråret medførte stærkt forøgede rådtab, medens dette ikke var tilfældet ved stigninger fra 5 eller 8 til 11°C. Det konkluderes, at bederoers holdbarhed svækkes under opbevaring ved lave temperaturer.

Kålroer havde uanset opbevaringstidens længde det laveste åndings- og rådtab ved den laveste, afprøvede temperatur (1°C), og tabene steg stærkt progressivt med stigende temperatur.

Nøgleord: foderroer, opbevaring, temperatur.

Summary

In the years 1968–76 experiments were carried out at Roskilde Research Station to illustrate the influence of storage temperature on dry matter loss of fodder beets under storage. The experiments were carried out in climate chambers, partly at constant temperatures and partly at temperatures which were raised during the spring season.

During short-term storage (under 3 months) of beets the loss due to rotting fungi was insignificant and the loss due to respiration rose progressively with the temperature. In storage for a longer time the rot increased, especially at low temperatures (about 1°C) and at high temperatures, so that the lowest total loss of dry matter was obtained at temperatures about 3–5°C. A rise in temperature from 1 to 11°C during the spring greatly increased losses due to rot which was not the case at rises from 5 or 8 to 11°C. It is concluded that the keeping qualities of beets are weakened in storage at low temperatures.

As to swedes, they had the lowest loss from respiration and due to rot at the lowest temperatures (1°C), irrespective of the duration of the storage, and the losses rose heavily with increasing temperature.

Key words: Fodder beets, storage, temperature.

Indledning

Roers tørstofab under opbevaring bestemmes foruden af det indlagrede materiales art og tilstand af en række klimafaktorer, hvoraf temperaturen er en af de vigtigste. Temperaturen indvirker dels på roernes livsprocesser: ånding, spiring, vækst af birødder og enzymatiske omdannelser, dels på den mikrobielle nedbrydning af roernes væv.

Åndingens temperaturafhængighed er navnlig undersøgt hos fabrikkssukkerroe ved respirationsmålinger (*oversigt givet af Bakermans 1963 og Vukov 1971*). Resultaterne af de forskellige undersøgelser udviser store niveauforskelle med hensyn til åndingsintensiteten som funktion af temperaturen, hvilket formentlig blandt andet skyldes forskelle i roestørrelse og udtørningsgrad, men fælles for dem alle er et med temperaturen progressivt stigende forløb, der kan udtrykkes i en eksponentiel ligning. Hos foderbeder fandt *Bakermans (1963)* en noget lavere åndingsintensitet end hos fabriksroe, hvilket han tilskrev større roevægt og lavere tørstofprocent.

De fleste respirationsmålinger er imidlertid foretaget indenfor korte afsnit af første del af opbevaringsperioden, og da åndingen efterhånden vil stige på grund af spiring og råddanelse, er det ikke muligt på dette grundlag at danne sig et billede af de samlede tørstofab. Hertil kræves egentlige opbevaringsforsøg, hvoraf der kun er gennemført ganske enkelte (*Bakermans 1963*), idet de kun kan udføres i rum, hvor temperaturen kan holdes konstant. I klimarum på Roskilde forsøgsstation er der siden 1968 gennemført sådanne undersøgelser, og i det følgende meddeles resultater fra de første års forsøg.

Materiale og metoder

I forsøgene er anvendt fodersukkerroe, Korsroe Pajbjerg (gns. 17,0 pct. tørstof), sukkerroe til foder, Hinderupgaard (gns. 20,0 pct. tørstof) samt kålroe, Bangholm Wilby Øtofte, i 1972 dog Wilhelmsburger Sator Øtofte på grund af kålbrokangreb. I 1973, -74 og -75 indgik henholdsvis 9, 11 og 12 foderbedesor-

ter under sortsafprøvning i forsøget. Alle roer blev aftoppet med aftoppejern, bederoerne således at alle blade netop fulgte topskiven. Indtil 1972 blev roerne taget op med hånd, fra 1973 med 2 rk. Holbæk-optager med læsse-elevator.

Roeprøverne blev afvejet som til netmetoden og opgørelse foretaget som tidligere beskrevet (*Augustinussen 1967*). Angivelsen af antal spirede roer og spirelængde er usikker på grund af rådgreb på spirerne ved de højere temperaturer, i ekstreme tilfælde er angivelse udeladt.

Opbevaringen fandt sted i rum på ca. 25 m³ med automatisk styring af temperatur og luftfugtighed, men på grund af tekniske vanskeligheder forekom i de første 3 sæsoner enkelte store udsving fra de ønskede temperaturer. Roeprøverne blev opbevaret i trækasser, der i forsøgene efter 1969 blev foret med plastfolie, idet den luftfugtighed, der maksimalt kunne opnås med befugtningsanlægget (90–94 pct. relativ fugtighed) var for lille til at undgå en stærk udtørring. Plastindlæggene reducerede vandtabene til størrelser, der kun er 1–2 procentenheder større end tabet ved kuleopbevaring (*Augustinussen 1974*), men det var ikke muligt at opnå ens mætningsdeficit ved forskellige temperaturer, hvilket har medført, at fordampningen er større, jo højere temperatur. For at sikre fornødent luftskifte blev plastindlæggene forsynet med 4 huller (diameter 1 cm), og CO₂-indholdet i kasserne kontrolleredes jævnlige. Dette var sædvanligvis under 1 pct., medens den kritiske værdi er 4–5 pct. (*Augustinussen et al. 1975*).

Forsøgene omfattede opbevaring ved forskellige temperaturer, der dels holdtes konstant under hele opbevaringsperioden, dels ændredes til højere værdier i løbet af foråret. I nogle af forsøgene er der foretaget udtagning på flere tidspunkter.

Resultater

Formålet med forsøget i 1968–69 var at undersøge indvirkningen af temperaturen i området fra -2°C, der er nær den kritiske grænse

for cellesprængning (*Bakermans 1962*), og op til ca. 8°C, der er noget højere end den temperatur, der hidtil er anbefalet for opbevaring af bederoer (*Augustinussen 1967*).

Til forsøget anvendtes sorten Korsroe Pajbjerg, og der foretoges 3 udtagninger, omkring 15. januar, 1. marts og 15. april.

På grund af de tidligere nævnte vanskeligheder lykkedes det ikke helt at fastholde de 4 tilstræbte temperaturer; de opnåede gennemsnitsværdier for hver af de tre opbevaringstidrum fremgår af tabel 1.

temperaturer, men efter 94 døgn var rådtabet ved den laveste temperatur steget kraftigt, hvortil den svingende temperatur muligvis har bidraget. Også ved 8°C var der et betydeligt rådtab, hvilket sandsynligvis står i forbindelse med udtørringen. Efter 139 døgn var denne udvikling yderligere forstærket, således at roerne opbevaret ved 2–3°C havde de mindste tab. Spiring og sundhedstilstand var stærkt påvirket af udtørringen, en del spirer var simpelthen tørret bort under opbevaringen ved de høje temperaturer.

Tabel 1. Opbevaringsforsøg 1968–69. Korsroe Pajbjerg. 4 temperaturer, 3 udtagningstider.
Ikke-forede kasser
*Table 1. Storage experiments 1968–69. Korsroe Pajbjerg. 4 temperatures, 3 removals.
Boxes not lined*

Forsøgsled <i>Treatment</i>	49 døgn <i>days</i>				94 døgn <i>days</i>				139 døgn <i>days</i>			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gns. temp., °C <i>Mean temp.</i>	-1,2	2,1	5,5	8,4	-0,2	2,9	5,0	8,4	-0,3	2,9	5,0	8,8
Spirede roer, pct. <i>Spouted beets</i>	1	30	49	49	31	36	24	24	27	30	30	33
Spirelængde, cm <i>Length of sprouts</i>	1,0	1,0	1,5	1,3	0,9	1,4	1,1	1,3	1,0	1,7	1,8	1,9
Sunde roer, pct. <i>Healthy beets</i>	99	87	84	76	53	73	69	53	35	46	45	46
Pletrådne roer, pct. <i>Beets sporadically rotten</i>	<1	13	16	24	34	17	30	45	44	52	51	42
O. ¾ rådne roer, pct. <i>Beets more than ¾ rott.</i>	<1	0	0	0	13	<1	<1	2	21	2	4	12
Tørstoftab, ånding, pct. <i>DM loss, respiration</i>	0,2	0,8	1,1	1,4	4,6	1,6	3,7	4,5	5,0	4,7	7,4	10,3
Tørstoftab, råd, pct. <i>DM loss, rot</i>	0,2	0,4	0,6	1,6	17,3	2,2	4,9	10,5	26,0	8,8	13,7	19,7
Tørstoftab, ialt, pct. <i>DM loss, total</i>	0,4	1,2	1,7	3,0	21,9	3,8	8,7	15,0	31,0	13,5	21,1	30,0
Vandtab, pct. <i>Water loss</i>	9,5	10,8	12,0	22,8	13,6	14,2	20,2	27,9	17,5	18,4	29,5	37,5

Roerne opbevaredes i kasser uden foring, hvilket i forbindelse med vanskeligheder med at bringe luftfugtigheden op ved de højeste temperaturer resulterede i en stærk fordampning (tabel 1).

Efter 49 døgn opbevaring var tørstoftabene trods en ret kraftig udtørring små ved alle

For at kunne opbevare roeprøverne under samme fugtighedsforhold som i kule og roerum var det nødvendigt at nedsætte fordampningen, og i 1969–70 afprøvedes opbevaring i trækasser med indlæg af plastfolie formet som en pose, der lukkedes foroven, men var forsynet med enkelte huller. Som sammenligningsgrundlag

Tabel 2. Opbevaringsforsøg 1969-70. Gns. af Korsroe Pajbjerg og Hinderupgaard.
4 temperaturer, 3 udtagningstider, uden og med plastforing af kasser
Table 2. Storage experiments 1969-70. Mean of Korsroe Pajbjerg and Hinderupgaard.
4 temperatures, 3 removals, without and with plastic lining of boxes

Forsøgsled Treatment	95 døgn days				152 døgn days				214 døgn days			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gns. temp., °C	1,4	4,1	4,9	7,5	1,1	3,3	4,9	7,5	1,2	3,3	5,0	7,6
	uden plastforing without plastic lining											
Spirede roer, pct.	23	28	21	24	18	25	20	25	4	13	22	24
Sunde roer, pct.	97	96	96	97	86	92	83	87	67	82	74	87
Tørstofstab, ånding, pct.	2,5	2,7	4,0	5,4	2,4	3,3	7,1	8,1	7,2	6,7	9,7	16,7
- råd, pct.	0,2	0,1	0,4	0,4	1,0	0,7	2,1	2,4	4,3	3,9	7,2	8,7
- ialt, pct.	2,7	2,8	4,4	5,8	3,4	4,0	9,2	10,5	11,5	10,6	16,9	25,4
Vandtab	8	17	24	33	10	26	29	47	18	28	34	59
	med plastforing with plastic lining											
Spirede roer, pct.	32	54	66	92	29	63	92	95	41	84	95	95
Sunde roer, pct.	100	100	100	100	95	97	98	97	89	94	98	93
Tørstofstab, ånding, pct.	1,9	3,3	3,2	4,6	2,5	3,2	3,8	6,3	3,6	4,5	5,7	8,1
- råd, pct.	0	0	0	0	0,2	0,3	0,1	0,1	0,9	0,7	0,4	0,4
- ialt, pct.	1,9	3,3	3,2	4,6	2,7	3,5	3,9	6,4	4,5	5,2	6,1	8,5
Vandtab	2,9	3,5	3,4	4,6	2,8	3,8	3,6	4,7	4,5	3,5	4,3	4,6

brugtes kasser uden indlæg. I forsøget indgik 2 sorter af foderbede, Korsroe Pajbjerg og Hinderupgaard, og der foretoges 3 udtagninger, ca. 1. februar, 1. april og 1. juni. Der tilstræbtes temperaturer på 0, 2, 5 og 8°C, men på grund af tekniske problemer under nedkølingen blev de gennemsnitlige temperaturer især for de to førstes vedkommende noget højere (tabel 2). I forsøgsleddet med den laveste temperatur var der i 12 døgn temperaturer under frysepunktet, lavest -0,7°C.

Da resultaterne for de 2 sorter stort set var sammenfaldende, er de i tabel 2 angivet som gennemsnit.

Plasticforingen reducerede vandtabet til en acceptabel størrelse og er derfor brugt i alle følgende forsøg. Roerne i de ikke forede kasser spirede mindre, men havde større råd- og åndingstab end roerne i de forede kasser. I begge afdelinger var sundhedstilstanden dog god, selv efter syv måneders opbevaring, og rådtabene var meget små. Åndingstabene viste sig stigende med temperaturen ved stort set alle

udtagninger, og kun hos roerne i de ikke plastforede kasser var der ved sidste udtagning tendens til større tørstofstab ved den laveste temperatur end ved den næstlaveste.

I årene 1970-73 gennemførtes 3 forsøg, hvori indgik 2 foderbedesorter og 1 kålroesort, 4 temperaturer (1, 5, 8 og 11°C) samt 2 lagringstider (indtil 1. marts og 1. maj). I tre forsøgsled (9, 10 og 11 i tabel 3) foretoges et temperaturskifte omkring 1. marts fra henholdsvis 1, 5 og 8°C til 11°C, ved hvilken temperatur roerne opbevaredes til 1. maj. Denne del af forsøget havde til formål at belyse roernes reaktion overfor den temperaturstigning, der under praktiske opbevaringsforhold ofte forekommer om foråret.

For bederoernes vedkommende var rådtabene i alle tre år ret lave og opbevaringstabene ret ensartede, medens tabene i kålroe lå på forskellige niveauer, men havde samme tendens hvert år. For alle tre roesorter er derfor kun angivet gennemsnitstal (tabel 3).

Korsroe Pajbjerg havde kraftig spiring ved

Tabel 3. Opbevaringsforsøg 1970-73, gns. af 3 år. 4 temperaturer og 2 udtagningstider.

I led 9-11 er temperaturen 1/3 hævet til ca. 11°C. Alle kasser var plastforede

Table 3. Storage experiments 1970-73, mean of 3 years. 4 temperatures and 2 times of removal.

In treatment 9-11 the temperature on March 1st raised to about 11°C. All boxes were plastic lined

Forsøgsled Treatment	A				B				C		
	Udt. 1/3				Udt. 1/5				Udt. 1/5		
	Removal March 1st				Removal May 1st				Removal May 1st		
	Gns. 122 døgn Avr. 122 days				Gns. 179 døgn Avr. 179 days				Temp. øget 1/3 Temp. raised March 1st		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gns. temperatur, °C ..	0,8	5,2	7,7	10,8	1,1	5,2	7,8	10,8	0,8*)	5,2*)	7,7*)
Korsroe Pajbjerg											
Spirede roer, pct.	13	75	89	85	21	85	92	91	87	93	93
Sunde roer, pct.	70	81	88	87	65	79	81	83	60	81	80
Pletrådne roer, pct. ..	30	19	12	12	35	21	19	16	36	19	20
O. ¾ rådne roer, pct. ..	<1	0	0	<1	0	0	<1	0	4	0	0
Tørstof, pct.	16,8	16,8	16,7	16,6	16,7	16,6	16,3	16,3	16,3	16,8	16,6
Tørstofftab, ånding, pct.	4,8	5,6	6,0	7,9	6,8	6,8	8,2	10,2	11,2	7,1	8,7
- råd, pct. ...	1,0	0,3	0,2	0,5	3,0	1,0	1,0	0,7	5,3	1,0	1,0
- ialt, pct. ...	5,8	5,9	6,2	8,4	9,8	7,8	9,2	10,9	16,5	8,1	9,7
Vandtab, pct.	1,4	2,5	2,4	3,7	3,0	2,9	3,3	4,6	6,0	4,3	5,0
Hinderupgaard											
Spirede roer, pct.	16	75	90	87	18	82	92	91	85	92	93
Sunde roer, pct.	72	81	88	88	63	83	83	79	56	74	82
Pletrådne roer, pct. ..	28	19	12	12	37	17	17	21	41	26	18
O. ¾ rådne roer, pct. ..	<1	0	0	0	<1	0	0	<1	3	<1	<1
Tørstof, pct.	20,2	20,2	20,2	19,9	20,3	19,9	19,9	19,7	20,0	19,8	19,8
Tørstofftab, ånding, pct.	2,7	3,6	4,7	6,5	3,7	5,7	6,6	9,4	8,1	8,1	7,9
- råd, pct. ...	1,5	0,3	0,3	0,4	3,2	0,8	0,6	1,5	4,1	1,3	0,7
- ialt, pct. ...	4,2	3,9	5,0	6,9	6,9	6,5	7,2	10,9	12,2	9,4	8,6
Vandtab, pct.	1,1	2,0	3,4	3,5	2,4	2,7	3,6	5,7	6,4	5,0	4,8
Kålroe Swede											
Spirede roer, pct.	95	95	100	100	98	100	100	100	96	100	100
Sunde roer, pct.	96	90	77	35	89	72	37	5	52	40	19
Pletrådne roer, pct. ..	4	10	23	58	11	27	59	61	47	57	70
O. ¾ rådne roer, pct. ..	0	0	0	7	<1	1	4	34	1	3	11
Tørstof, pct.	12,5	12,0	11,6	11,1	12,5	11,8	11,0	10,5	12,0	11,4	10,9
Tørstofftab, ånding, pct.	5,8	12,0	15,0	22,9	8,1	15,6	21,8	36,3	16,7	21,2	26,4
- råd, pct. ...	0,2	0,5	1,0	7,0	1,2	2,4	5,0	22,5	2,0	5,2	12,0
- ialt, pct. ...	6,0	12,5	16,0	29,9	9,3	18,0	26,8	58,8	18,7	26,4	38,4
Vandtab, pct.	1,6	3,4	3,2	7,9	4,0	5,5	6,1	19,1	8,6	8,9	10,4

*) indtil 1/3, derefter 10,8°C, until March 1st, thereafter 10,8°C.

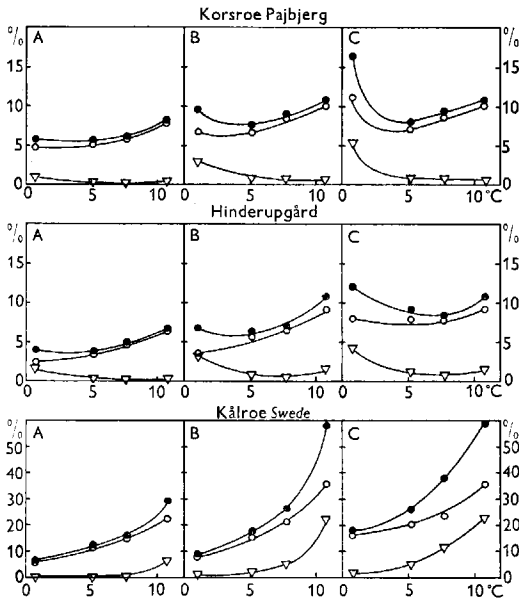


Fig. 1. Tørstof-tabet hos 2 foderbedesorter og hos kålroe som funktion af lager-temperaturen. A: opbevaret til 1. marts, B: opbevaret til 1. maj, C: som A, derefter ved 11° C til 1. maj. ○ ånding, ▽ råd, ● ialt.

Fig. 1. Dry matter loss in two fodder beet cultivars and in swede as a function of the storage temperature. A: stored until March 1st, B: stored until May 1st, C: like A, after that at 11° C until May 1st. ○ respiration, ▽ rot, ● total.

temperaturer over 5°C allerede 1. marts, og den tilsyneladende tilbagegang indtil 1. maj skyldes bortrâden af de ældste spirer. Sundhedstilstanden var bedst ved de højeste temperaturer, men kun i led 9 (1°C indtil 1. marts, derefter 11°C til 1. maj) var der totalrâdne roer af betydning. Tørstof-tabene, der også er vist grafisk i figur 1, var ved opbevaring under konstant temperatur temmelig ensartede op til 8°C, medens tabene ved 11°C var noget højere forårsaget af en kraftigere ånding. En hævnin- g af temperaturen til 11°C omkring 1. marts påvirkede især de prøver, der tidligere var opbevaret ved 1°C, i retning af større tab, medens en stigning fra 5 eller 8°C til 11°C kun øgede tabet minimalt.

Hinderupgaard havde meget nær samme spiring og sundhedstilstand som Korsroe Pajbjerg, men tørstof-tabene lå på et lidt lavere niveau. Det laveste tørstof-tab fandtes ved begge udtagninger efter opbevaring ved 5°C, idet åndingstabet ved 1°C ganske vist var mindre, men rådtabet så meget større. Hinderupgaard var tilsyneladende en smule mindre følsom end Korsroe for temperaturskifte fra 1 til 11°C.

For kålroerne var opbevaringsforløbets temperaturafhængighed på flere punkter anderledes end for bederoerne. Spiringen nærmede sig 100 pct. selv ved 1°C, og rådgreb på spirerne satte tidligere og kraftigere ind end hos bederoerne. Sundhedstilstanden efter opbevaring var betydeligt ringere, idet rådgreb voksede kraftigt med stigende temperatur. Da det samme var tilfældet med åndingen, udviste det samlede tørstof-tab en overordentlig stærk stigning med voksende varmegrad. Derimod svækkedes kålroernes modstandsevne mod råd tilsyneladende ikke under opbevaring ved 1°C, og ved temperaturskifte fra 1 til 11°C steg totaltørstof-tabet kun i den udstrækning, den forøgede ånding betingede, medens rådtabet ikke nåede at udvikle sig i de to måneder ved 11°C.

I 1973-76 blev forsøget kombineret med en afprøvning af en række foderbedesorters holdbarhed. Resultaterne for de enkelte sorter vil blive meddelt andetsteds, men de gennemsnitlige resultater fremgår for de første to års vedkommende af tabel 4 og 5, medens resultatet fra det sidste år indgår i det beregnede gennemsnit for 7 år vist i figur 2. I 1973-74 udvidedes temperaturområdet med en enkelt højere værdi, og selv om den gennemsnitligt kun nåede 12,2°C, var det tilstrækkeligt til at demonstrere den med temperaturen stærkt progressivt stigende ånding (tabel 4). Rådtabet var derimod beskedent, og det er bemærkelsesværdigt, at sundhedstilstanden ved den høje temperatur var så forholdsvis god. I led 1 var den laveste registrerede temperatur 0,6°C.

I 1974-75 koncentreredes undersøgelsen om den nederste ende af temperaturområdet, men med udtagning både 1. marts og 1. maj. I

Tabel 4. Opbevaringsforsøg 1973-74. Gns. af 9 fodersukkerroesorter.
5 temperaturer, 143 døgn
Table 4. Storage experiments 1973-74. Mean of 9 fodder beet cultivars.
5 temperatures, 143 days

	Forsøgsled Treatment				
	1	2	3	4	5
Gns. temperatur, °C	1,4	5,0	7,7	10,9	12,2
Spirede roer, pct.	2	64	79	88	82
Spirelængde, cm	0,3	4,5	4,4	3,4	3,1
Sunde roer, pct.	70	71	77	79	79
Pletrådne roer, pct.	30	28	23	21	21
O. ¼ rådne roer, pct.	<1	1	0	0	<1
Tørstoftab, ånding, pct.	5,7	5,5	6,9	8,7	11,0
- råd, pct.	1,1	1,2	0,9	1,3	1,9
- ialt, pct.	6,8	6,7	7,8	10,0	12,9
Vandtab, pct.	0,8	1,1	2,9	3,4	2,5

Tabel 5. Opbevaringsforsøg 1974-75. Gns. af 11 fodersukkerroesorter.
3 temperaturer og 2 udtagningstider
Table 5. Storage experiments 1974-75. Mean of 11 fodder beet cultivars.
3 temperatures and 2 times of removal

Forsøgsled Treatment	130 døgn days			181 døgn days		
	1	2	3	4	5	6
Gns. temperatur, °C	1,3	5,1	8,1	1,3	5,2	8,2
Spirede roer, pct.	2	65	95	5	77	95
Spirelængde, cm	0,2	2,4	8,4	0,4	5,6	6,8
Sunde roer, pct.	72	75	83	49	72	79
Pletrådne roer, pct.	27	25	17	47	28	20
O. ¼ rådne roer, pct.	1	<1	<1	4	<1	1
Tørstoftab, ånding, pct.	4,7	3,2	6,3	7,6	6,2	8,7
- råd, pct.	2,7	0,7	0,5	7,0	2,1	2,1
- ialt, pct.	7,4	3,9	6,8	14,6	8,3	10,8
Vandtab, pct.	2,4	2,0	2,4	2,6	1,8	2,8

dette forsøg blev den forringede holdbarhed ved lav temperatur endnu mere udtalt end tidligere, muligvis på grund af en periode i begyndelsen af december på 2½ døgn med frostgrader og med -0,7°C som laveste temperatur. I den øvrige del af opbevaringsperioden var roernes temperatur højere end 0,6°C.

I forsøgene med bederoer skyldtes hovedpar-

ten af råddet angreb af *Botrytis cinerea* (gråskimmel). Hyppigt forekommende var også *Phoma betae* og arter af *Penicillium* (penselskimmel). I flere af forsøgene var der på roer, som opbevarede ved lav temperatur (1-2°C), udbredte angreb af *Rhizoctonia* (rodfiltsvamp) i form af små, ikke særligt dybtgående pletter dækket af et hvidt, fnugget mycelium.

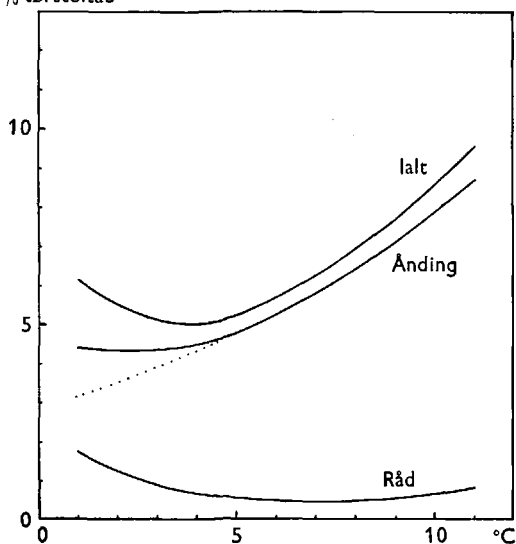


Fig. 2. Foderbeders tørstofstab ved opbevaring i 150 døgn som funktion af lagertemperaturen, Gns. af 7 års forsøg, 1969-76. Den punkterede linie angiver forlængelsen af den eksponentielle kurve, som mellem 5 og 11° C er sammenfaldende med kurven for åndingstabet.

Fig. 2. Dry matter loss of fodder beets at storage for 150 days as a function of the storage temperature. Mean of 7 years experiments, 1969-76. The dotted line shows the extension of the exponential curve which between 5 and 11° C is merging with the curve of the respiration loss.

Det har ikke umiddelbart været muligt at beregne gennemsnit af forsøgene, fordi disse ikke har været udført efter samme plan i alle år. Ved grafisk interpolation er imidlertid beregnet tørstofstab gældende for samme temperatur og opbevaringsperiode i de enkelte forsøg, og i figur 2 er vist de gennemsnitlige tørstofstab for 150 døgn opbevaring, beregnet på grundlag af alle forsøg med lavt vandtab (hvor plastforing har været anvendt), idet de 7 års gennemsnit indgår med lige vægt. For åndingstabets vedkommende kan kurvestykket mellem 5 og 11°C udtrykkes ved en eksponentiel ligning, der omregnet til kg tørstofstab pr. 100 kg tørstof pr. døgn (v) har følgende udseende:

hvor t er temperaturen i °C. Under 5°C er åndingskurven usikkert bestemt, og det er vanskeligt at afgøre, hvor den har minimum, men det kan i hvert fald fastslås, at den ikke følger ovennævnte lignings grafiske billede, der på figuren er stipleet i intervallet 1-5°C. Årsagen til, at åndingen i dette interval er højere, end man teoretisk skulle forvente, er formentlig, at kraftige svampeangreb har forøget den. Da kurven for rådtab ligesom åndingskurven mangler støttepunkter mellem 1 og 5°C, er forløbet usikkert bestemt, men det må formodes, at det mindste, totale tørstofstab ved 5 måneders opbevaring findes ved temperaturer mellem 3 og 5°C.

Diskussion

Det fremgår af forsøgene, at roernes spiring og andre livsytringer bliver mindre, jo lavere opbevaringstemperaturen er. Åndingstabet, der er nært forbundet til disse fænomener, bliver derved også lavere med temperaturen, og en kortvarig opbevaring kan derfor med fordel ske ved lav temperatur.

I en del af de længerevarende forsøg med bederoer har tørstoftabene under opbevaring ved lav temperatur imidlertid været betydelige og større end ved højere temperatur. Årsagen hertil er rådgreb, der i forsøgene har været væsentligt kraftigere ved 1°C end ved 5 og 8°C. Da der i de roer, hvis temperatur er søgt holdt på 1°C, kun undtagelsesvis har forekommet temperaturer under frysepunktet og aldrig så lave, at der har været mulighed for frostsprængning af roernes celler, må den ringere modstandsevne overfor svampeangreb bero på en generel svækkelse fremkaldt af det nedsatte stofskifte.

I gulerødder kan angreb af *Rhizoctonia carotae* (hvid lagersvamp) være særdeles ødelæggende under opbevaring ved lav temperatur (Jensen 1967, 1971). Muligvis er den i roeforsøgene observerede art af *Rhizoctonia*, der netop synes at angribe stærkest ved lav tempera-

tur, medansvarlig for roernes relativt dårlige holdbarhed ved 1–2°C, eventuelt indirekte ved at bane vej for andre, mere patogene svampearter.

I overensstemmelse med de nævnte resultater har *Bakermans* (1963) i flere forsøg konstateret større rådtab ved 2 og 3,5°C end ved 5°C og har desuden iagttaget en tydelig sortsafhængighed. I nærværende undersøgelse har tilbøjeligheden til større rådtangreb ved lav temperatur været nogenlunde ens for Korsroe Pajbjerg og Hinderupgaard, og i de enkelte års forsøg med flere sorter var der ganske vist store forskelle mellem sorterens rådtab ved 1°C, men da der tillige var stor vekselvirkning mellem sorter og år, var sortsforskellene ikke signifikante. Forløbet af rådtangrebets udbredelse ved den lave temperatur har varieret meget fra år til år. Hurtigst skete det i 1974/75, medens det i 1969/70 næppe nåede at slå igennem selv efter 7 måneders opbevaring. En mulig årsag hertil såvel som til roernes varierende holdbarhed iøvrigt er forskelle i vækstvilkårene, men årrækken er for kort til, at nogen sikker korrelation kan påvises.

I de forsøgsled, hvor temperaturen 1. marts hævedes fra 1° til 11°C, skete der i tiden indtil 1. maj betydelige tørstof-tab, der langt oversteg de tilsvarende tab i forsøgsleddene med temperaturskifte fra 5 og 8°C til 11°C og med konstant temperatur ved 11°C. De ved den lave temperatur begyndende rådtangreb accelereres altså kraftigt ved den forhøjede temperatur, og roerne genvinder ikke deres modstandsevne efter lang tids svækkelse. Hvorvidt roerne kan overvinde følgerne af en kortere periode med lav temperatur kan ikke afgøres på grundlag af de foreliggende undersøgelser, men det forhold, at ganske kortvarige perioder med kuldegrader tilsyneladende har forringet holdbarheden i væsentlig grad, tyder ikke på, at roerne kan genvinde deres modstandsevne i fuld udstrækning.

Ved temperatur over 5°C steg åndingstabet med temperaturen både ved kortere og længere tids opbevaring, medens rådtabet først ved opbevaring til omkring 1. maj viste tendens til at

blive større ved højere temperaturer. Selv ved en konstant temperatur ved 11–12°C var der i ingen af de forsøg, der blev udført ved høj luftfugtighed, rådtab af betydning. *Bakermans* (1963) fandt dog betydelige rådtab ved 15°C, og *Oldfield et al.* (1971) og *Vukov* (1971) målte en stærk stigende ånding i sukkerroer ved temperaturer over 10°C. *Vukov* mener endog, at åndingen ved temperaturer over 16°C stiger stærkere end efter den eksponentielle kurve, den følger indtil denne varmegrad. I ventilerede kuler og rum vil det imidlertid være usædvanligt at nå så høje temperaturer undtagen ved stærke rådtangreb, og der er derfor ingen tvivl om, at årsagen til forekomsten af »sammenbrændte kuler« ofte må søges i en forudgående periode med lav temperatur.

For kålroers vedkommende er forholdet tilsyneladende noget mere enkelt, idet både åndingstabet og rådtab stiger progressivt med temperaturen, og der er intet tegn på, at lav temperatur svækker kålroers modstandsevne overfor rådtangreb, idet dette i en efterfølgende periode med høj varmegrad kun øges i begrænset omfang. Det konstaterede sammenhæng mellem temperatur og opbevaringstid hos kålroer er i overensstemmelse med tidligere iagttagelser (*Augustinussen 1972*).

Konklusion

Ved opbevaring i mere end tre måneder bør temperaturen i bederoer søges holdt på 3–5°C. Ved højere temperatur stiger åndingstabet og ved lavere temperatur svækkes bederoernes modstandsevne mod rådtangreb. Opbevaring i kortere tid, hvor råd ikke kan nå at udvikle sig, kan ske ved temperaturer ned til 0°C.

Kålroers holdbarhed svækkes ikke ved opbevaring ved 1°C, hvorimod såvel åndingssom rådtab stiger stærkt progressivt med stigende temperatur. En lav opbevaringstemperatur er derfor en betingelse for at kunne lagre kålroer med et rimeligt lavt tab.

Litteratur

- Augustinussen, E. (1967)*: Plasticdækning af bederockuler. Tidsskr. f. Planteavl, 71: 11-26.
- Augustinussen, E. (1972)*: Tørstof-tab og ændringer i den kemiske sammensætning hos foderroer under opbevaring i kule. Tidsskr. f. Planteavl, 76: 230-243.
- Augustinussen, E. (1974)*: Høsttidspunktets indflydelse på foderroers udbytte og opbevaringstab. Tidsskr. f. Planteavl, 78: 556-568.
- Augustinussen, E., I. Jørgensen & T. Huld (1975)*: Kuldioxid- og iltkoncentrationens indvirkning på lagringstab hos bederoer og gulerødder. Tidsskr. f. Planteavl, 79: 326-336.
- Bakermans, W. A. P. (1962)*: Bewaring van voederbieten I. Onderzoekingen over de betekenis van de grond, de bemesting en enkele andere cultuurmethoden voor de bewaarbaarheid van voederbieten. Versl. Landbouwk. Onderz. Nr. 68.10.
- Bakermans, W. A. P. (1963)*: Bewaring van voederbieten II. Invloed van enkele bewaarfactoren en van de grootte van de bieten op de bewaarbaarheid (houdbaarheid) van voederbieten. Versl. Landbouwk. Onderz. Nr. 69.6.
- Jensen, Arne (1967)*: En ny og farlig lagersydom i danske gulerodskølehuse. Ugeskr. Agonomer 112: 659-665.
- Jensen, Arne (1971)*: Storage diseases of carrots, especially *Rhizoctonia* crater rot. Acta Horticulturae 20: 125-129.
- Oldfield, J. F. T., J. V. Dutton & B. J. Houghton (1971)*: Deduction of the optimum conditions of storage from studies of the respiration rates of beet. Int. Sugar. J. 73: 326-330, 361-365.
- Vukov, K. (1971)*: Zusammenfassende Wertung der Temperatureinflüsse bei der langfristigen Lagerung von Zuckerrüben. Zucker 24: 626-631.

Manuskript modtaget 6. september 1976.