

Undersøgelser over såring af kartofler

Ved FRODE HANSEN (†) og JOHS. BAK HENRIKSEN

599. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

På statens forsøgsstation ved Studsgaard er der i årene 1954-55 og 1956-57 i fortsættelse af tidligere udførte forsøg ved Blangstedgaard og Studsgaard udført undersøgelser over såring og sårhelings betydning for vægttab og angreb af råd hos kartofler, der opbevares under forskellige forhold.

Resultaterne fra disse undersøgelser forelægges i nærværende beretning, der er udarbejdet af assistent *Johs. Bak Henriksen*, Studsgaard.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

BERETNINGEN ER INDDELT I FØLGENDE AFSNIT

	Side
Indledning	244
Omfanget af undersøgelser i 1954-55	253
Såringsmådens indflydelse på sårheling, vægttab og angreb af <i>Fusarium</i> -råd	257
Tidens og temperaturens betydning for sårheling, vægttab og angreb af <i>Fusarium</i> -råd	259
Sårets plads på knolden	268
Luftens fugtighed og sårheling, vægttab og angreb af <i>Fusarium</i> -råd	271
Sårheling og angreb af <i>Fusarium</i> -råd efter såring til forskellige lider	273
Vægttab ved såring på forskellige tider i opbevaringsperioden, forsøg 1956-57	275
Teorien om et såringshormon	283
Fungicide og spirehæmmende midlers indflydelse på sårheling ..	284
Oversigt	284
Summary	288
Litteratur	290

Indledning

Ved optagning, sortering eller transport bliver kartofler mere eller mindre beskadigede, alt efter, hvor hård behandling de udsættes for. Kendskab til helingen af de herved opståede sår og

til de betingelser, der kræves for en hurtig sårheling, er af stor interesse for valg af temperatur, ventilering og bekæmpelse af sygdommen under opbevaringen, hindring af spiring inden salg, eller for læggekartoflers vedkommende den rette spiring til rette tid.

I tilknytning til undersøgelser over tidens, temperaturens, såringsmådens og sårstedets indflydelse på sårheling og dennes indflydelse på angreb af *Fusarium*-råd og væggtab under forskellige opbevaringsforhold, omtales i det følgende sårkorkens dannelse og dens betydning for angreb af *Fusarium*-råd.

Sårkorkens dannelse

Peridermen, der på normal måde dækker kartoffelknolden, har til opgave at beskytte kartofflen mod et for stort vandtab og at danne en barriere mod indtrængen af sygdomme; den består af alle de fra fellogenet (kork-vækstlaget) dannede cellelag, nemlig af felloderm, fellogen, felloid og fellem.

Fellogenets celler er tyndvæggede og protoplasmariige. De celler, det danner, har set i tværsnit omtrent samme form som mursten og ligger i radiære rækker; hver række stammer fra samme celle i fellogenet og ligesom stråler ud fra denne. Indad danner fellogenet ofte den såkaldte felloderm, der sædvanligvis består af et eller nogle ganske få lag uforkorkede celler, og udad danner fellogenet det såkaldte felloid, der ligeledes består af uforkorkede celler. Det er disse celler, der ved forkorkning danner fellemet, de egentlige korkceller, der er række stillede, tyndvæggede og flade celler med forkorkede vægge. Hos kartofflen består een korkcelles væg af 3 lag: det lag, der ligger inderst mod protoplasmaet, består af cellulose, hvori der ifølge *Esmarch Bromberg* (1920) er aflejret lignin. I midten ligger den såkaldte suberinlamel, der består af suberin uden iblanding af cellulose (*Van Wisselingh*, 1892) og yderst mod intercellularsubstansen ligger et lag, der består af cellulose og lignin.

Navnet suberin er givet af *Chevreul* (1815), og han siger, det er et stof, der er uopløseligt i vand og alkohol og udgør 70 pct. af flaskekork. Dette stof, mente han, var årsag til korkens særlige egenskaber, og ingen forskere har siden omstødt denne teori. Vand kan hverken opløse eller trænge gennem suberinlamellen,

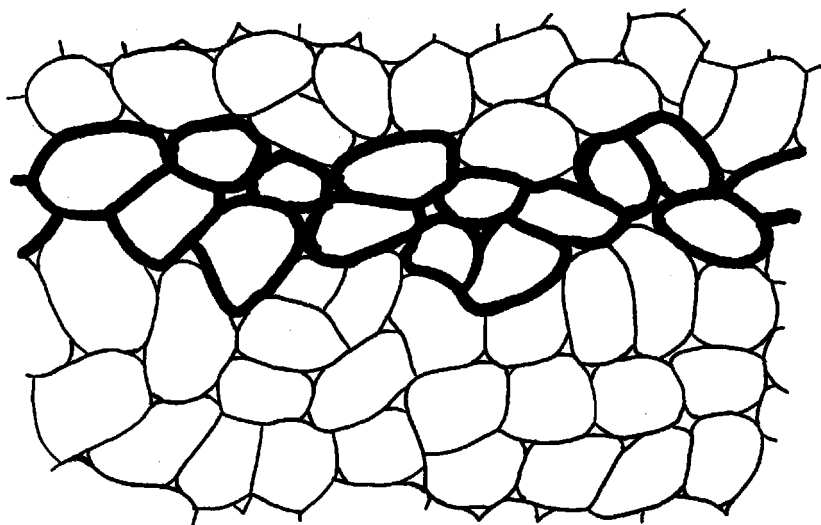


Fig. 1. Snit fra sår med suberinaflejring i parenkymvævet.

der er så godt som uopløselig i fedtopløsende midler og har stor resistens overfor koncentreret svovlsyre. Men i varm alkali opløses suberin ret let, ligesom det forholdsvis let iltes af salpetersyre og chromsyre og farves af stoffer, der farver fedtstoffer.

Allerede i 1890 fastslog *Gilson* tilstedeværelsen af flere organiske syrer i suberin. *Rhodes* (1947) fandt, at en forholdsvis konstant del af de opløselige fedtstoffer i suberinlamellen aldrig blev omdannet til suberin. Han mener, at denne komponent af suberinlamellen hovedsageligt er ansvarlig for dens egenskaber med hensyn til farvning. I suberinet er der kun spor af een højere alkohol, nemlig glycerin (*Gilson*). Derfor er syrerne, som *Gilson* kaldte suberinsyrer, og som er fedtsyrer og hydroxyfedtsyrer, til stede i andre forbindelser end som glycerider.

Når en kartoffel såres, f.eks. ved at der skæres et stykke af den, bliver sårfladen hurtigt mørkere af iltningsprodukter, der er resultater af oxidationsenzymers virkning i den udtrådte celledsaft. Ved saftens fordampning fra overfladen dækkes denne overfladiske sorte eller brune farve af en hvid, delvis krystallisk aflejring, der hovedsagelig består af uorganiske salte og stivelse.

Ved stuetemperatur bliver parenkymcellernes vægge i nærheden af sårfladen mørke i løbet af 12-36 timer på grund af en brun

aflejring (*Priestley & Woffenden, 1923*). Denne mørkfarvning er forskellig fra den, der iagttages i celsesaften, og skyldes en forkorkning af cellevæggene og kan derfor kun iagttages på væggene (fig. 1). Forkorkningen indledes ifølge *Bolli (1953)* med en ligninaflejring i cellulosemembranerne, der efterfølges af en suberinaflejring uden på disse. Suberinet dannes antageligt af stivelsen i de nærmest liggende parenkymceller, for herfra forsvinder stivelsen straks efter såringen, og ifølge *Steele (1949)* sker der en unormal produktion af sukker, samtidigt med at forkorkningen af cellevæggene finder sted. Hun antager, at suberinet dannes af sukkeret gennem et mellemstadium af fedtsyrer.

Det er kun nogle få, oftest 2-3 lag parenkymceller, der forkorkes ved suberinaflejringen, men antallet af forkorkede cellelag kan svinge lidt. For nogle af de kartoffelsorter, *Priestley & Woffenden (1923)* undersøgte, angiver de ret ofte, at de har fundet op til fire lag forkorkede parenkymceller. *Artschwager (1927)* angiver derimod, at antallet af forkorkede cellelag i de sorter, han undersøgte, ikke oversteg to eller tre cellelag, men *Werner (1938)* har under visse forhold fundet op til syv lag forkorkede celler. Celler, udenfor de forkorkede celler, der er blevet beskadigede ved såringen eller af andre grunde ikke er blevet forkorkede, udtørres og eventuelt afstødes.

Under den af suberin blokerede overflade samler der sig en vandig saft, der indeholder salte (*Priestley & Woffenden, 1923*); stivelsen forsvinder fra cellerne lige under overfladen, og omtrent midt igennem parenkymcellerne lige bag den med suberin blokerede overflade dannes der først en tværvæg, der ret hurtigt efterfølges af endnu een parallel med den første og parallel med den blokerede overflade. Delingen af parenkymcellerne begynder spredt og breder sig til siderne, til der er dannet en fuldstændig forbindelse med det normale korkkambium ved sårets rand af aktivt delende celler, der udgør det nye kambium, det såkaldte fellogen.

Protoplasmaet i de celler, der er dannet af det nye fellogen, udsættes tilsyneladende hurtigt for kemiske ændringer. Cellerne mister snart deres oprindelige tætte protoplasmahold, og overalt langs væggene i hver celle dannes og aflejres stoffer af delvis fedtagtig natur til en karakteristisk suberinlamel (fig. 2). Denne

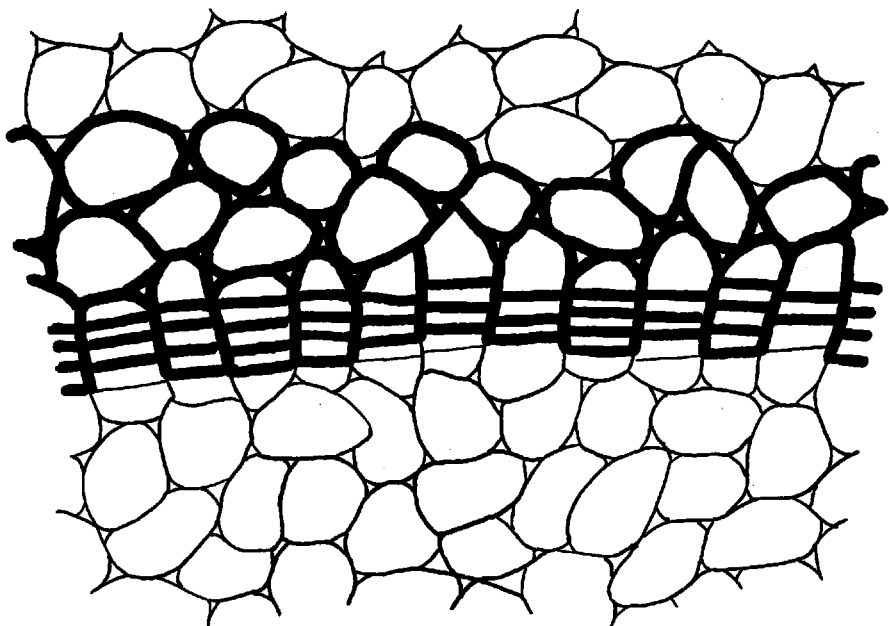


Fig. 2. Snit fra sår med forkorkede parenkymceller og nydannet periderm.

aflejring af suberin på de unge peridermcellers vægge indledes ifølge *Sifton* (1945), før cellerne har opnået deres fulde størrelse. Under de forkorkede parenkymceller dannes der ved aflejringen en barriere af forkorkede celler uden intercellularrum.

Dannelsen af fellogenet ud fra parenkymcellerne er ikke en anormalitet, der opstår i dem på grund af såringen, men blot et udtryk for deres evne til under passende betingelser at kunne genoptage meristematisk aktivitet.

Sårperidermen er mere permeabel for både ilt og kuldioxid end den normale periderm (*Sawyer & Smith*, 1955). Væggene i sårkorkcellerne er foldede og oftest tyndere end i de normale korkceller (*Küster*, 1903). Differentiering af lenticeller forekommer ikke ved sårkorkdannelse.

Interessant er det, som *Artschwager* (1927) skriver, at de proteinkrystaller, der altid findes i de ydre celler, ikke bliver opbrugt under dannelsen af sårperidermen. *Artschwagers* undersøgelser viser, at omkring vedkarrene dannes sårkork, men ikke

inden i dem. Han fandt, at karrene blev blokerede ved en aflejring af gummi indenfor sårfladen.

Sårheling og angreb af Fusarium-råd

Angreb af råd på kartofler under opbevaring kan forårsages både af bakterier og svampe og er nært forbunden med såring og betingelserne for sårheling.

Fusarium-råd er den hyppigste årsag til forrådnelse under opbevaring af sunde, sårede kartofler og den eneste, der er iagttaget ved de undersøgelser over såring og sårheling, der er foretaget i tilknytning til beretningen her. Da *Fusarium* kan fremkalde våde forrådnelser, og den hyppigt anvendte betegnelse: slimskimmel-tørrorådnelse er en lang og upraktisk betegnelse, er det her i beretningen foretrukket at betegne råd, der fremkaldes af *Fusarium*-arter som *Fusarium*-råd.

Her i landet er *Fusarium coeruleum* den *Fusarium*art, der oftest fremkalder *Fusarium*-råd (Gram, 1945). Nogle ret omfattende undersøgelser udført i England (McKee, 1952) gav som resultat, at *Fusarium coeruleum* var årsag til 93 pct. af angrebene af *Fusarium*-råd, og at *Fusarium avenaceum* var årsag til de 6 pct. Lignende forskelle er fundet i visse dele af USA (Sherbakoff, 1915), Irland (Pethybridge, 1917), Tyskland (Schmidt, 1928), Frankrig (Lansade, 1950) og i Holland (Mooi, 1950).

Da de fleste svampe udskiller cellulosespaltende enzymer, kan parasitiske svampe sønderdele en membran, der har cellulose som basis. Det er derfor af interesse at vide, at suberinlamellen ikke indeholder cellulose, når man skal vurdere mulighederne for parasitiske svampes indtrængen gennem den ubeskadigede periderm eller undersøge, hvilke muligheder der er for at behandle knoldene med et middel, der kan beskytte dem mod sygdoms-angreb. Ingen har iagttaget, at de svampe, der sædvanligvis forårsager forrådnelse hos kartofler, danner enzymer, som kan opløse suberinlamellen. Måske skyldes dette, at de sædvanlige hydrolyserende enzymer ikke kan sønderdele suberin. En anden årsag til, at disse svampe ikke trænger igennem suberinlamellen, kan være, at der ved dens dannelse og nedbrydning dannes stoffer, som er giftige for svampene. Ud fra foreliggende undersøgelser

synes det ret sikkert, at med mindre en hyfe fra sådanne svampe trænger igennem lenticellerne eller øjnene, møder den – på grund af suberinlamellen – en overflade på den usårede kartoffel, som den næppe kan trænge igennem ved hjælp af enzymer eller rent mekanisk.

For at angreb af *Fusarium*-råd kan få erhvervsmæssig betydning, er det nødvendigt, at knoldene såres, da en infektion gennem lenticellerne, øjnene eller de unge spirer er sjælden (*Pethybridge*, 1917), (*Foister, Wilson & Boyd*, 1952). I overensstemmelse hermed fandt *Foister, Wilson & Boyd*, at smitning fra opbevaringsrum eller – kasser ikke spiller nogen væsentlig rolle for yderligere infektion, medmindre knoldene bliver hårdt behandlede under opbevaringen, og at frapilning af syge kartofler i løbet af vinteren derfor er unødvendig og blot fører til yderligere infektion.

Ved podning af *Fusarium* på sårede kartofler fandt *McKee* (1954), at *Fusarium avenaceum* vokser hurtigere indad i knolden end *Fusarium coeruleum*, og at de sår, der var frembragt ved skæring med knive og derefter podet med *Fusarium coeruleum*, havde samme symptomer som naturlige infektioner. Ved angreb af denne svamp i mere følsomme knolde voksede angrebet lige hurtigt i alle retninger og ved angreb i mere resistente knolde hurtigere indad end til siderne. Ved *McKee's* undersøgelser var myceliet af *F. coeruleum* begrænset til intercellullarrummene, hvor det ofte var rigeligt til stede, og i mange tilfælde, særligt ved de resistente knolde, forblev værtscellerne i live et godt stykke tid efter, at de var kommet i kontakt med svampen, medens myceliet fra *F. avenaceum* gennemtrængte værtscellerne, og her var overgangen skarp mellem angrebet væv og sundt væv.

Undertiden i større, men oftest i små læsioner (frembragt ved væksten af *Fusarium*) kan det ske, at svampen standser i vækst (*McKee*, 1954) og det inficerede område bliver adskilt fra det sunde væv ved aflejring af suberin på cellevæggene og ved angreb af *F. coeruleum* ofte tillige ved aflejring i intercellullarrummene (*McKee*, 1954).

Fusarium coeruleum kan undertiden trænge gennem forkorkede cellelag (*McKee*), og efter at svampen midlertidigt har været udsat for ugunstige vækstkår, kan den spredes igen, når vækst-

kårene bliver bedre, medens angreb af *Fusarium avenaceum* bliver begrænset af ugunstige vækstkår (Smith, 1928).

McKee (1955) mener, at i resistente knolde kan *Fusarium coeruleum* blive hindret i vækst af suberinaflejring, medens *Fusarium avenaceum* synes at begrænses af en indre evne til at modstå infektion. Ved undersøgelser har han iagttaget, at udpresset saft fra væv nær helede sår var giftig for svampesporer, og at toxiciteten kunne føres tilbage til tilstedeværelse af solanin, der koncentrerer sig nær sår.

pH's indflydelse på sårheling og angreb af Fusarium-råd

Normalt er sundt kartoffelvæv svagt surt, men under suberinaflejring efter såring falder dets pH til 3-4 (Herklodts, 1924).

Et milieu med en stødpude på pH 7,5 begunstiger forkorkning af såringsfladen, men sinker dannelsen og udvikling af fellogen, der fremmes ved et lavt pH (Herklodts, 1924).

Ved vækst både på kunstigt substrat og på inficerede kartofler udvikler *Fusarium coeruleum* alkalitet, og svampen kan vokse og dens konidier spire over en bred pH skala (Moore, 1924). Den kan tåle en surhed på lidt under pH 3,0 og har vækstmuligheder ved pH 11,0; den er blålig ved stærk basisk reaktion, ved vækst på surt substrat er dens farvetone til at begynde med rødlig, men bliver senere blå, fordi der sker en neutralisation under svampens vækst (Pethybridge & Lafferty, 1917).

Af ovennævnte undersøgelser over pH's indflydelse på sårheling og vækst af *Fusarium* kan sluttet, at forkorkning kan fremmes, medens fellogendannelse og udvikling af periderm hæmmes af den ændring i pH, der sker ved *Fusariums* vækst i sårede kartofler.

Sorts- og størrelsesforskelle i sårhelingsevne og angreb af Fusarium-råd

Som det vil fremgå af senere nævnte eksempler fra Artschwagers undersøgelser over temperaturens betydning for sårheling, kan der være betydelige sortsforskelle i evnen til at danne sårkork. I almindelighed gælder, at sortsforskelle i suberinaflejring og peridermdannelse er korreleret med sortsforskelle i resistens overfor *Fusarium-råd*, men undtagelser findes (Weiss m.fl., 1928 o.a.).

Tidligt modne sorter er gennemgående mere modtagelige for angreb af *Fusarium*-råd end sent modne sorter, men der er sent modne sorter, der er meget modtagelige og omvendt tidligt modne sorter, der er lidet modtagelige for angreb af *Fusarium*-råd. Der er ikke alene en almindelig forskel i sorterens resistens overfor angreb af *Fusarium*-råd, men også i deres resistens overfor forskellige *Fusarium*arter. F.eks. i forhold til andre sorter er en stor del af *Fusarium*angrebene hos King Edward forårsaget af *F. avenaceum* (McKee, 1954; Moore, 1945).

Ved de undersøgelser, Priestley & Woffenden udførte om foråret, syntes kartoflernes størrelse ikke at have nogen betydning for fellogendannelse. Men ved de undersøgelser, Cheveley udførte om efteråret, var små kartofler mere virksomme med fellogendannelse end store kartofler, og ved infektionsforsøg med *Fusarium coeruleum* har Boyd (1952 a) fundet, at store knolde var mere modtagelige end små knolde.

Betydningen af kartoflens ernæring og oprindelse for sårheling og angreb af Fusarium-råd

Der savnes grundigere undersøgelser over ernæringens eventuelle indflydelse på sårheling. Ved Priestley & Woffenden's (1923) undersøgelser producerede kartofler, der var hentet i Skotland, mindre sårkork end kartofler af samme sort, der i et år havde været dyrket ved Leeds. Årsagen hertil kan være forskelle i ernæring, men den kan også skyldes andre forhold.

Ved sårhelingsundersøgelser af knolde uden klorofyl fandt Kny (1889), at celledelingen skete med den samme hastighed, hvad enten knoldene havde været opbevaret i mørke eller i diffust dagslys. I kartofler, der havde været udsat for solskin, fandt Lansade (1950), at det væv, hvori der var dannet klorofyl, var resistent overfor *Fusarium coeruleum*.

Kartofler, der er dyrket på lerjorder, er i mange tilfælde mere modstandsdygtige mod *Fusarium*-råd end kartofler, der er dyrket på sandjorder (Mooi, 1950). Der er også forskel i holdbarheden hos knolde fra forskellige sandjorder, et højt humusindhold, et lavt pH og et lavt kalital er forbundet med ringere holdbarhed (Schippers, 1955).

Underskud af kali og fosforsyre i forhold til kvælstof forøger knoldenes modtagelighed for *Fusarium*-råd (Gram, 1945). Ved gødskning med kali opnåede Schippers (1953) en væsentlig nedsættelse af forrådnelse under kartoflernes opbevaring. Den var omtrent lige så stor for kali tilført den 16. juni som for kali tilført den 9. april. Den indflydelse, gødskningen har på kartoflernes holdbarhed, kan antageligt have væsentlig indflydelse på økonomien ved gødskning, og burde formodentlig tages i betragtning ved vurdering af mange gødningsforsøg med spise- eller læggekartofler.

Omfanget af undersøgelser i 1954—1955

Undersøgelser over sårheling, vægttab og angreb af råd er udført i fortsættelse af forsøg på Blangstedgaard i årene 1948-51. Ved disse forsøg, der omtales i 464. beretning (Hansen, 1953) blev sårede og usårede kartofler opbevaret ved forskellige temperaturer. Det største vægttab og navnlig den største procent kartofler med råd forekom hos de kartofler, der hurtigt efter såringen var kølet ned til temperaturer under 5° C.

Ved forsøgene ved Studsgaard i 1954-55 er det søgt nærmere at belyse, hvilken indflydelse en sårhelingsperiode ved 5, 10 og 15° C i 5, 10, 20 og 30 dage har på sårheling, vægttab og angreb af råd hos kartofler af sorten Bintje.

Kartoflerne, der var sunde og af ensartet størrelse, blev taget op i tørvejr først i oktober 1954, forsigtigt lagt i kasser og sat ind i forsøgsstationens kartoffelhus til forsøgenes anlæg i dagene fra den 17. til den 26. november.

Ved såringen blev kartoflerne såret på to sider, på een side, på navleenden eller på topenden ved, at kartoflerne faldt fra 85 cm højde mod:

1. en skråtstillet, glat flade (høvlet bræt),
2. en skråtstillet, ru flade (groft sandpapir, 2½),
3. mod tråde (sold fra kartoffelsorterer).

For at undgå, at kartoflerne fik mere end et stød ved faldet var den glatte og den ru flade stillet med en hældningsgrad på ca. 30°. Efter stødet faldt kartoflerne ud i træuld, der omgav fladen.

Soldet, der anvendtes ved såringen mod tråde, lå vandret, og de få knolde, der ikke blev siddende på trådene faldt hen på klude, der omgav faldstedet.

De tre såringsmåder var tænkt som udtryk for typer af såringsmåder, der forekommer ved optagning og transport af kartofler. Ved den første såringsmåde, fald mod glat flade, blev kartoflerne stødt, uden at der opstod egentlige sår. Ved den anden såringsmåde, fald mod ru flade, som skulle være typen på den såring, der sker, når kartofler falder mod jord, vognbund eller lignende, blev kartoflen stødt, og der opstod en række småsår i peridermen og vævet lige under. Ved den tredje såringsmåde, fald mod tråde, der er typen på såring ved grov behandling af kartoflerne, var sårene oftest 10-20 mm lange og 2-5 mm dybe.

Kartofler til 4 af forsøgsledene blev i de sidste 4 dage inden såring anbragt ved samme temperatur, som de skulle opbevares ved efter såring. Kartoflerne til alle de andre forsøgsled stod i forsøgsstationens kartoffelhus, indtil de blev sårede. Efter såringen blev kartoflerne opbevaret ved 1°, 5°, 10° eller 15° C i 5, 10, 20 eller 30 dage, hvorefter et hold prøver blev udtaget til undersøgelse for sårheling. Resten af kartoflerne blev flyttet til ca. 1° C, hvor de stod til den 27. april, da det sidste hold prøver blev udtaget til undersøgelse for sårheling og opbevaringsforsøget afsluttet.

Sammenstillingen af de forskellige sårings- og opbevaringsmåder, der er vist i tabel 1, er varieret på forskellig måde, således at hovedvægten er lagt på den enkelte gruppe, det vil sige på såringsmåden, sårets plads på knolden, temperaturen efter såringen, temperaturen før såring og på tiden.

Hvert forsøgsled bestod af en kasse med 100 kartofler, hvoraf de 10 kartofler var beregnet til undersøgelse over sårheling og hormonbestemmelse i forbindelse med spiring.

I tilknytning til ovennævnte forsøg udførtes undersøgelser over luftfugtighedens indflydelse på vægttab, sygdomsangreb og spiring hos kartofler, der blev opbevaret ved 1° og 5° C og var såret enten i navleenden eller topenden ved fald mod ru flade eller mod tråde.

For alle forsøgsledene gælder, at kartoflerne blev vejjet ved indsætning i termostatrum efter såring, ved flytning fra den

Tabel 1. Kombineret af sårings- og opbevaringsmåder, 1954-55

Kartoflerne såret		Opbevaret efter såring i												Opb. 5 dage før +20 efter såring ved			
		5			10			20									
ved fald mod	på	dage ved ° C															
		1°	5°	10°	15°	1°	15°	1°	5°	10°	15°	1°	15°	1°	5°	10°	15°
Usåret	1			1			1			1						
Glat flade	2 sider . . .	1			1			1			1						
Ru flade	topende . .							2			2						
» »	navleende							2			2						
» »	1 side							2			2						
» »	2 sider . . .	1, 3, 4	3	3	1, 3, 4	4	4	1, 2, 3, 4	3	3	1, 2, 3, 4	4	4	3	3	3	3
Tråde	topende . .							2			2						
»	navleende							2			2						
»	1 side							2			2						
»	2 sider . . .	1, 4			1, 4	4	4	1, 2, 4			1, 2, 4	4	4				

1. Kombineret ved forsøg med såringsmåde.
2. Kombineret ved forsøg med forskellig såringssted.
3. Kombineret ved forsøg med forskellig opbevaringstemperatur.
4. Kombineret ved forsøg med forskellig opbevaringstid ved en given temperatur.

egentlige forsøgstemperatur til opbevaring ved ca. 1° C for resten af vinteren og ved forsøgets afslutning den 27. april.

Ved forsøgets afslutning blev knolde med råd i sårene sorteret i: 1) knolde uden råd, 2) indtil $\frac{1}{4}$ af knolden rådden, 3) $\frac{1}{4}$ til $\frac{1}{2}$ af knolden rådden, 4) helt rådne. Af de syge knolde blev en prøve udtaget og sendt til dr. agro. E. Hellmers, Landbohøjskolens plantepatologiske afdeling, der kun fandt *Fusarium* i sårene og ingen andre svampe eller bakterier.

Metodik ved undersøgelser over sårheling

Sårhelingsundersøgelserne er foretaget for at se hvilken indflydelse tiden, temperaturen, såringsmåden og sårets plads på knolden har på sårheling, og hvilken indflydelse sårheling har på vægttab og sygdomsangreb hos kartofler under opbevaring.

Efter opbevaring i de 5, 10, 20 eller 30 dage ved de egentlige forsøgstemperaturer blev det første hold kartofler udtaget til sårhelingsundersøgelse og stødfladerne skåret fra og lagt i 65 pct. alkohol. (Med stødfladen menes det sted på knolden, der blev såret ved faldet mod den glatte flade, den ru flade eller mod trådene).

Det andet hold kartofler til sårhelingsundersøgelserne blev udtaget den 27. april, pakket ned og sendt til København som ekspresgods. Straks ved modtagelsen i København blev kartoflerne anbragt ved 5° C i knapt et døgn. Derefter blev de undersøgt for sygdomsangreb og stødfladerne lagt i 65 pct. alkohol.

Fra hver forsøgsled er sårhelingen undersøgt hos 3 kartofler, og fra hver stødflade på knoldene i mindst 3 snit, der ikke er taget lige efter hinanden. Til farvning af snittene anvendtes Sudan III, der var fremstillet som en 0,2 pct. opløsning i 70 pct. alkohol og efter nogle dages henstand blandet med lige dele glycerin.

Sårhelingen blev vurderet ud fra optællinger af antal lag forkorkede parenkymceller, antal lag uforkorkede peridermceller, antal lag forkorkede peridermceller (korkceller), det totale antal lag peridermceller og det gennemsnitlige antal lag peridermceller. I alle sår i de undersøgte snit blev både det største og det mindste antal lag af dannede og/eller forkorkede celler talt.

Såringsmådens indflydelse på sårheling, vægttab og angreb af Fusariumråd

Oftest var korkhuden ubeskadiget efter såring mod glat flade; men under korkhuden fandtes på nogle af kartoflerne en mørkfarvning med en diameter på indtil 20 mm og en tykkelse på op til et par mm. Denne mørkfarvning var mest fremtrædende hos de kartofler, der lige efter såringen havde været opbevaret i 20 dage ved 15°C (den længste tid ved den højeste temperatur for såring mod glat flade). Årsagen til mørkfarvningen er antageligt, at parenkymcellerne lige under korken er blevet beskadigede ved stødet mod den glatte flade. Under ingen af de mørkfarvede partier var der sket en forkorkning eller dannelse af en ny periderm, medmindre den oprindelige periderm var sprængt, og der derved var opstået revner ind i kartoffelknolden. Sådanne revner, der forekom på nogle af de knolde, der var såret ved fald mod glat flade, helede på omtrent samme måde som de revner, der var opstået ved fald mod tråde.

Virkningen af såring ved fald mod ru flade var en mængde småsår på den enkelte kartoffel, hvor oftest både peridermcellerne og parenkymcellerne lige under disse var knust. Helingen af disse sår var foregået ret jævnt.

Helingen af sårene, der var frembragt ved fald mod tråde, var meget afhængig af sårets dybde, der igen var afhængig af, hvordan kartofflen var faldet og af kartofflens størrelse. Store kartofler, der havde ramt trådene med en lille del af overfladen, havde oftest dybere sår end små kartofler, der havde ramt trådene med en forholdsvis stor del af deres overflade. Fra selve sårene, der i gennemsnit var 2-3 mm dybe og ca. 3 mm brede, gik flere revner ind i kartoflerne. Disse revner, der ved stødet mod trådene var opstået som sprængninger ind i knoldene, var ofte 6-7 mm dybe, men ret sjældent over 10 mm.

Nær den oprindelige overflade i sårene, der var frembragt ved fald mod tråde, forekom der oftest en uregelmæssig sårflade med forholdsvis mange døde parenkymceller. Helingen af de revner, der var opstået inde i vævet, begyndte ude ved det yderste af sårfladen. Her foregik den med nogenlunde samme hastighed som i de sår, der var frembragt ved fald mod ru flade; men læn-

gere inde i sårene meget langsommere. Efter opbevaring i 10 dage ved 15° C var der så godt som ingen forkorkning inderst i sårene, og i alle de dybere revner var forkorkningen ikke fuldstændig efter 20 dages opbevaring ved 15° C. Endog efter 30 dages opbevaring ved 15° C var der flere sår, hvor der ikke var dannet en ny sårperiderm, og i et enkelt af de undersøgte sår var forkorkningen ikke fuldstændig inderst i revnen. Disse iagttagelser er i overensstemmelse med, at *Werner* (1938) fandt, at den indre del af radiale snit helede langsommere end den ydre del nær den oprindelige periderm.

Ved radiale sår ind i vævet, hvad enten de skyldes skæring eller sprængninger af vævet, vil en del af sårets to sider forblive ret tæt sammen, og problemerne ved sårhelingen er anderledes end ved tangentielle sår, fordi et større tab ved fordampning bliver hindret og luftarternes bevægelser en del nedsat. Endvidere bliver forholdsvis mindre barkvæv og mere ved- og indre sivæv berørt ved radiale end ved tangentielle sår. Dette kan spille en rolle for sårheling, for *Werner's* (1938) undersøgelser med tangentielle snit viste, at fellemet først blev dannet i barken og pericyklen og sidst i det indre sivæv, og en rolle for angreb af *Fusarium*-råd, for i den enkelte kartoffel er vævet nærmest overfladen mere resistent overfor *Fusarium* end vævet længere inde (*Boyd*, 1952 a).

En lav iltpænding inde i revnerne kan formodentlig være en stærkt medvirkende årsag til den dårlige heling inderst i de dybe sår, for ifølge *Piestley & Woffenden* (1922) er især forkorkning afhængig af en rigelig ilttilførsel.

Tabel 2. Såringsmådens indflydelse på vægttabet under opbevaring ved 1° C eller 15° C i 5 eller 20 dage og vinteren over ved ca. 1° C, 1954-55

Såret på to sider ved fald mod	Vægttab i procent af friskvægt							
	i 5 dage		i 20 dage		vinteren over excl. de			
					5 dage		20 dage	
	1°	15°	1°	15°	1°	15°	1°	15°
Usåret.....	0.2	0.7	0.8	1.1	2.3	2.0	2.1	1.9
Glat flade.....	0.4	0.7	0.9	0.8	3.1	2.0	2.3	1.9
Ru flade.....	0.7	1.3	2.5	2.7	5.9	4.1	4.9	1.8
Tråde.....	0.9	1.9	2.5	4.6	8.4	4.7	6.7	2.3

Tabel 3. Såringsmådens indflydelse på angreb af råd under opbevaring ved 1° C eller 15° C i 5 eller 20 dage og vinteren over ved ca. 1° C, 1954-55

Såret på to sider ved fald mod	Efter opbevaring								
	i dage	ved 1° C				ved 15° C			
		og vinteren over, procent knolde							
		uden råd	indt. 1/4 rådden	over 1/4 rådden	helt rådden	uden råd	indt. 1/4 rådden	over 1/4 rådden	
Usåret.	5	100.0	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	
Glat flade. . . .	»	95.0	5.0	.0	.0	100.0	.0	.0	
Ru flade.	»	85.6	12.2	1.6	0.8	99.5	0.5	.0	
Tråde.	»	12.3	22.6	56.0	9.0	60.0	23.6	16.4	
Usåret.	20	100.0	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	
Glat flade. . . .	»	95.0	5.0	.0	.0	100.0	.0	.0	
Ru flade.	»	85.6	12.2	1.6	0.8	99.3	0.7	.0	
Tråde.	»	12.3	22.6	56.0	9.0	95.2	4.8	0.5	

Sår med meget knust og dødt væv vil på grund af *Fusariums* gode vækstmuligheder i det døde væv være mere udsat for angreb af *Fusarium*-råd end sår med lidt eller næsten intet dødt væv.

Ved forsøgene ved Studsgaard har såringsmådens indflydelse på vægttabet (tabel 2) og på angrebet af råd (tabel 3) under opbevaringen været meget stor. Efter såring ved fald mod glat flade var vægttabet ikke større end hos de usårede kartofler. Efter såring ved fald mod ru flade, hvor peridermen blev revet i stykker ved såringen, var det totale vægttab 1½-3 gange større end hos de usårede kartofler. Størst var det totale vægttab ligesom angrebet af råd hos de kartofler, der var såret ved fald mod tråde og hele tiden opbevaret ved 1° C.

Tidens og temperaturens betydning for sårheling, vægttab og angreb af *Fusarium*-råd

Den indflydelse sårhelingsperiodens længde har haft på sårhelingen fremgår af tabel 4. Hos kartoflerne, der blev opbevarede ved 15° C, er både forkorkningen af parenkymceller og dannelse af en ny periderm blevet mere fuldstændig med tiden. Ved såring mod ru flade, hvor der ved ridser i huden var frembragt ret overfladiske sår, var forkorkningen kommet godt i gang efter 5 dages forløb, men der fandtes ingen antydning af peridermdannelser.

Tabel 4. Tidens betydning for sårheling, efter såring på to sider, 1954-55

Såret ved fald mod	Opbevaret		Inden vinteropb., antal			Efter vinteropb., antal		
	ved °C	i dage	parenkym-celler forkorket	periderm-celler dannet		parenkym-celler forkorket	periderm-celler dannet	
				ialt	gens.		ialt	gens.
Ru flade	1°	5	0	0	0	2—5	0	0
» »	»	10	0	0	0	1—3	0	0
» »	»	20	0	0	0	1—6	0	0
» »	»	30	0—1	0	0	2—5	0	0
Tråde	1°	5	0	0	0	2—4	0	0
»	»	10	0	0	0	Råd i alle sår		
»	»	20	0	0	0	» » » »		
»	»	30	0—(1)	0	0	» » » »		
Ru flade	15°	5	1/2—2	0—1	0	2—5	0—1	0
» »	»	10	1—3	0—3	1/2	2—4	0—3	1/2—1
» »	»	20	0—4	1—7	(3)—4	1—4	3—8	4—(5)
» »	»	30	1—3	2—6	4	1—4	3—8	4—5
Tråde	15°	5	0—2	0	0	1—6	0	0
»	»	10	0—3	0—4	0—1	0—4	0—3	0—1
»	»	20	0—3	0—6	2	1—4	0—6	2—3
»	»	30	1—4	0—5	2—3	1—4	0—6	2—3

Efter 10 dages forløb var der under hele sårfladen aflejret suberin i parenkymcellerne, og mange steder var der dannet en nogenlunde regelmæssig periderm. Efter 20 dages forløb var den nydannede periderm ret kraftig, og efter 30 dage var den yderligere udviklet.

Tabel 5. Temperaturens indflydelse på sårheling efter såring på to sider ved fald mod ru flade, 1954-55

Opbevaret		Inden vinteropb., antal			Efter vinteropb., antal		
ved	i dage	parenkym-celler forkorket	periderm-celler dannet		parenkym-celler forkorket	periderm-celler dannet	
			ialt	gens.		ialt	gens.
1°	5	0	0	0	2—5	0	0
5°	»	0	0	0	1—3	0	0
10°	»	1/2—1	0	0	1—3	0	0
15°	»	1/2—2	0—1	0	2—5	0—1	0
1°	20	0	0	0	2—4	0	0
5°	»	1—3	0—2*	0	1—4	0—2	0—1
10°	»	1—3	0—5	(1)—2	1—4	2—6	3
15°	»	0—4	1—7	(3)—4	1—4	3—8	4—(5)

* uforkorket

Ved en opbevaringstemperatur på 10°C (tabel 5) kunne en begyndende forkorkning iagttages efter 5 dages forløb og efter 20 dages forløb en forkorkning af sårfladen i alle overfladiske sår fremkaldt ved såring mod ru flade og tillige de fleste steder et til to lag peridermceller.

Ved 5° C, hvor sårhelingen forløb meget langsomt, var der ingen tegn på forkorkning af parenkymcellerne efter 5 dages forløb; først efter 20 dages opbevaring ved denne temperatur var næsten hele sårfladen under overfladiske sår dækket af et lag forkorkede parenkymceller, og nogle få steder i sårene var der anlagt et fellogen.

Ved 1° C var det først efter 20 dages forløb, at de første svage tegn på en begyndende forkorkning af parenkymcellerne kunne iagttages i sårene som en svag farvning med Sudan III nogle ganske få steder i de yderste cellevægge. Efter 30 dages forløb forekom der en begyndende forkorkning af parenkymcellerne de fleste steder i de sår, der var fremkaldt ved fald mod ru flade, og ude ved overfladen i de sår, der var fremkaldt ved fald mod tråde.

Anlæg af en ny periderm, eller blot begyndende anlæg af fellogen, forekom ikke under opbevaring ved 1°C, heller ikke hos de kartofler, der både under den egentlige behandlingstid og hele vinteren havde været opbevaret ved ca. 1° C, d.v.s. opbevaret ved ca. 1° C i 160 dage. Dette stemmer overens med, at *Werner* (1938) selv efter 265 dages forløb ikke kunne iagttage dannelse af sårperiderm ved opbevaring af kartofler mellem 1,7 og 4,5° C.

En forkorkning af parenkymcellerne indenfor peridermcellerne kunne ved vinteropbevaringens afslutning iagttages enkelte steder, hvor den dannede periderm havde været tynd og ufuldstændig ved kartoflernes flytning fra den egentlige forsøgstemperatur.

Gangen i resultaterne fra undersøgelserne over sårhelingen før vinteropbevaring svarer til resultaterne fra *Artschwager's* undersøgelser fra 1927, der på en udmærket måde supplerer undersøgelserne ved Studsgaard ved at give værdifulde oplysninger om sortsforskelle, og om, hvor hurtigt der kan forventes en forkorkning af parenkymceller og begyndende dannelse af en ny periderm ved temperaturer mellem 2,5° og 35° C, når fugtighedsforholdene er gunstige og temperaturen den væsentligste faktor for sårheling. Ved opbevaring af sorterne Irish Cobbler og Russet Rural

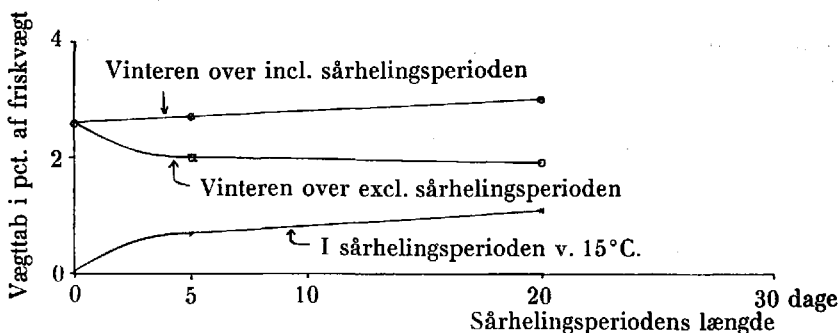


Fig. 3. Vægttabet hos usårede kartofler og dets afhængighed af opbevaringsperioden (sårhelingsperioden) ved 15°C.

ved 2,5° C, var forkorkningen begyndt efter 8 dages forløb hos Irish Cobbler, men ikke hos Russet Rural. Ved 5° C iagttog *Artschwager* forkorkning hos Irish Cobbler efter 5 dages forløb og hos Russet Rural efter 8 dage, hos begge sorter efter 3 dages forløb ved 10° C, efter 2 dage ved 15° C og efter en dag ved temperaturer mellem 21° og 35° C.

I løbet af den tid, *Artschwagers* forsøg varede, iagttog han ikke peridermdannelse ved temperaturer under 7° C. Hos knolde, der efter såring blev opbevaret ved 10° C, viste den første sårperidermcelle sig efter 4 dages forløb hos Irish Cobbler og efter 6 dages forløb hos de andre sorter, *Artschwager* anvendte til sårhelingsundersøgelserne. Ved opbevaring ved 15° C kunne den første sårperidermcelle ses efter 3 dages forløb og ved 21° C og derover efter 2 dages forløb uden hensyn til sort.

Priestley & Woffenden (1923), der også har udført omfattende undersøgelser over temperaturens betydning for sårkorkens dannelse, har gennemgående iagttaget en lidt langsommere sårheling, end *Artschwager* gjorde. Ved stuetemperatur fandt de, at de ydre parenkymceller blev forkorket efter 24-48 timers forløb, og at nye peridermceller først viste sig efter 7-8 dages forløb.

Vægttabet hos de usårede kartofler, der ved forsøgene ved Studsgaard var opbevaret ved 15° C i 5 og 20 dage, er vist i den nederste kurve i fig. 3. Vægttabet under opbevaring vinteren over efter opbevaringen ved de 15° C er fremstillet i den midterste kurve og det totale vægttab (vægttabet i perioden ved 15° C + vægttabet vinteren over ved ca. 1° C) i den øverste kurve. I figu-

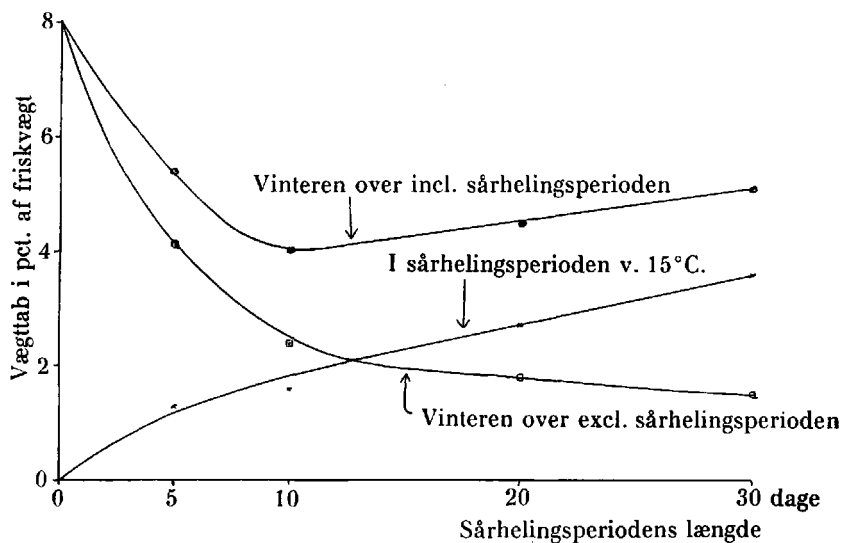


Fig. 4. Vægttabet hos kartofler såret på to sider ved fald mod ru flade og dets afhængighed af en sårhelingsperiode ved 15°C.

ren er perioderne ved 15° C benævnt: sårhelingsperioden, fordi de svarer til sårhelingsperioderne (perioderne ved 15° C), for de sårede kartofler.

Det totale tab har været indtil $\frac{1}{2}$ pct. større for opbevaring ved 15° C end for opbevaring ved 1° C og det skyldes alene mer-tabet i de første 5 dage af opbevaringsperioden ved 15° C.

Hos de sårede kartofler (fig. 4 og 5) faldt det totale vægttab stærkt i de første 10 dage af sårhelingsperioden ved 15° C. Derefter steg det med sårhelingsperiodens længde. Denne stigning, der har været størst hos de kartofler, der var såret ved fald mod tråde (fig. 5), skyldes et større vægttab i sårhelingsperioden. For vægttabet under den egentlige vinteropbevaring har i alle tilfælde været stærkt faldende med længden af opbevaringsperioden ved 15° C.

Det vægttab, der har været under opbevaring ved 1° C i indtil 30 dage straks efter såring, er fremstillet i fig. 6, og en sammenligning med de kurver i fig. 3, 4 og 5, der fremstiller vægttabet i sårhelingsperioden, viser, som det måtte forventes, at vægttabet i de første 20-30 dage efter såring var mindst for opbevaring ved 1° C, hvor luftens mætningsdeficit tillige har været lavest.

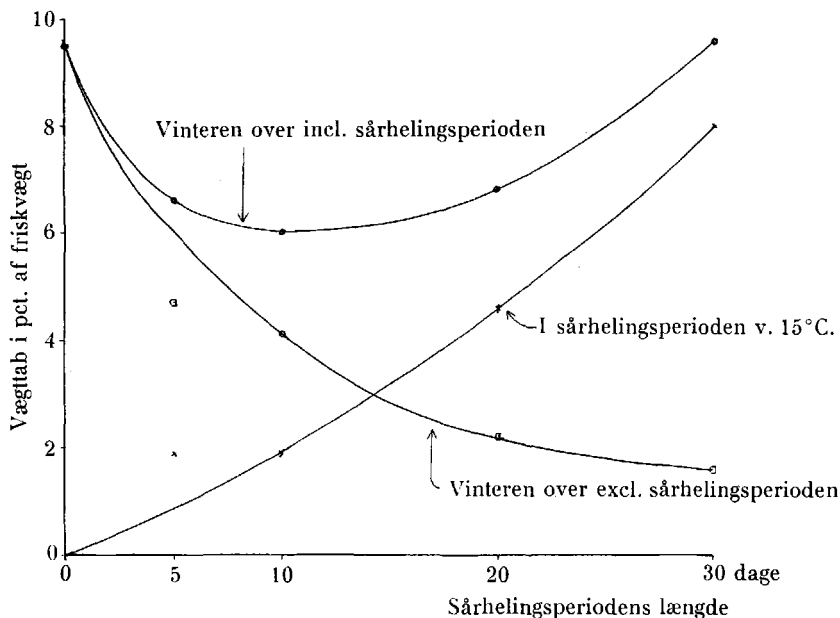


Fig. 5. Vægttabet hos kartofler såret på to sider ved fald mod træde og dets afhængighed af en sårhelingsperiode ved 15°C.

For temperaturer mellem 1° og 15° C har det totale vægttab og vægttabet under den egentlige vinteropbevaring været stærkt faldende med højere temperatur i sårhelingsperioden (fig. 7 og 8).

Af figureerne 4 og 5 fremgik, at det mindste vægttab var forekommet, hvor sårhelingsperioden ved 15° C havde haft en længde af 10 dage. Dette betyder dog ikke, at det vil være den gunstigste

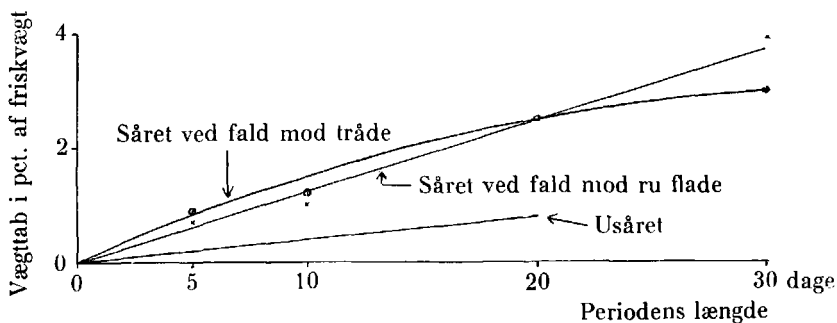


Fig. 6. Vægttabet under opbevaring ved 1°C i de første 30 dage efter såring.

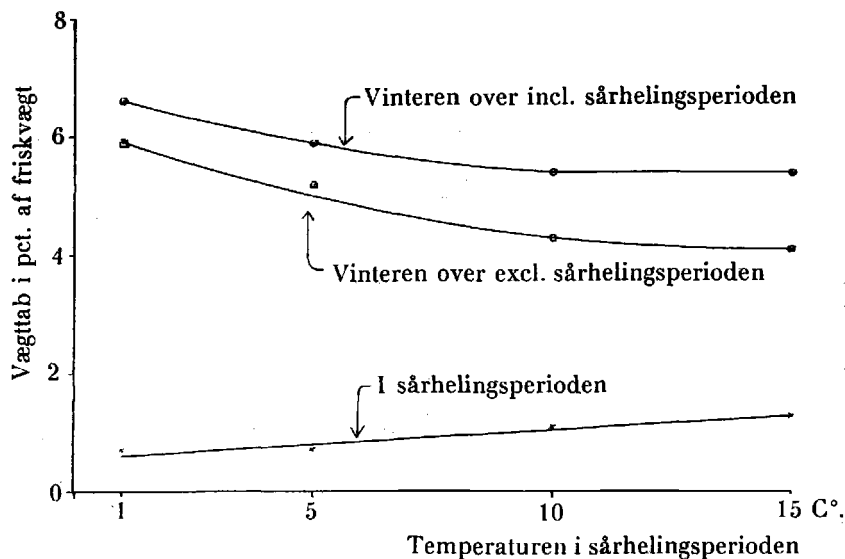


Fig. 7. Vægttabet og dets afhængighed af temperaturen i en sårhelingsperiode på 5 dage. (Kartoflerne såret på to sider ved fald mod ru flade).

længde for en sårhelingsperiode ved 15° C. For under almindelige forhold vil råddenskabstabet ofte være for stort ved en så kort sårhelingsperiode.

På grund af temperaturens indflydelse på videre udvikling af sygdomsangreb på allerede angrebne knolde, på vægttab og på spiring bør sårhelingsperioden ikke være længere end til sårhelingen er tilstrækkelig til at hindre angreb af forrådnelsesorganismer, specielt *Fusarium*arter, der synes at være den væsentligste årsag til forrådnelse af sårede kartofler. Det er derfor af interesse at kende den tid og temperatur, der er nødvendig, for at sårheling kan hindre angreb af *Fusarium*arter.

Den barriere, der dannes mod sygdomsangreb ved suberinaflejring i parenkymvævet, er ifølge *Weiss, Lauritzen & Brierley's* (1928) undersøgelser ikke tilstrækkelig til at hindre angreb af alle *Fusarium*arter. Det er derfor nødvendigt, at der ved sårhelingen udvikles en ny periderm. En sådan periderm kan ifølge *Weiss et al's* undersøgelser bliver lige så effektive som den oprindelige periderm.

Den optimale temperatur for udvikling af sårperiderm er ikke

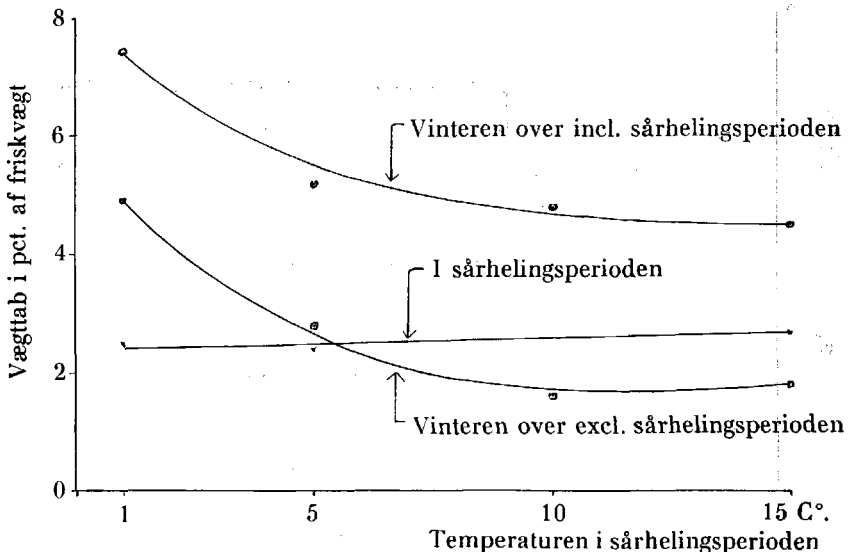


Fig. 8. Vægttabet og dets afhængighed af temperaturen i en sårhelingsperiode på 20 dage. (Kartoflerne såret på to sider ved fald mod ru flade).

meget højere end den optimale temperatur for videre udvikling af *Fusarium*angreb, som *McKee* fandt, var 15-20° C. Den laveste temperatur, *Fusarium*-råd udvikles ved, er lavere end de temperaturer (3-5° C), kartofler bør opbevares ved, og en del lavere end de temperaturer, der er minimumstemperaturer for sårperidermens udvikling.

Af figur 9 ses, at råddenskabstabet har været stærkt faldende med sårhelingsperiodens længde, og at en sårhelingsperiode på 5 dage ved 15° C næsten helt har hindret angreb af råd i de overfladiske sår (fremkaldt ved fald mod ru flade). Medens selv 20 dages opbevaring ved 15° C ikke har kunnet hindre angreb af råd i de kartofler, der var såret ved fald mod tråde. Årsagen hertil er formodentlig en manglende udvikling af sårperidermen i de dybe sår (tabel 3) og forholdsvis meget knust væv, der har været et udmærket substrat for svampene at vokse i, indtil de har kunnet angribe det sunde væv.

Temperaturen før såring. Ved forsøgene i 1954-55 havde opbevaring i 5 dage før såring ved samme temperatur som efter såring en mindre negativ indflydelse på sårheling i forhold til opbeva-

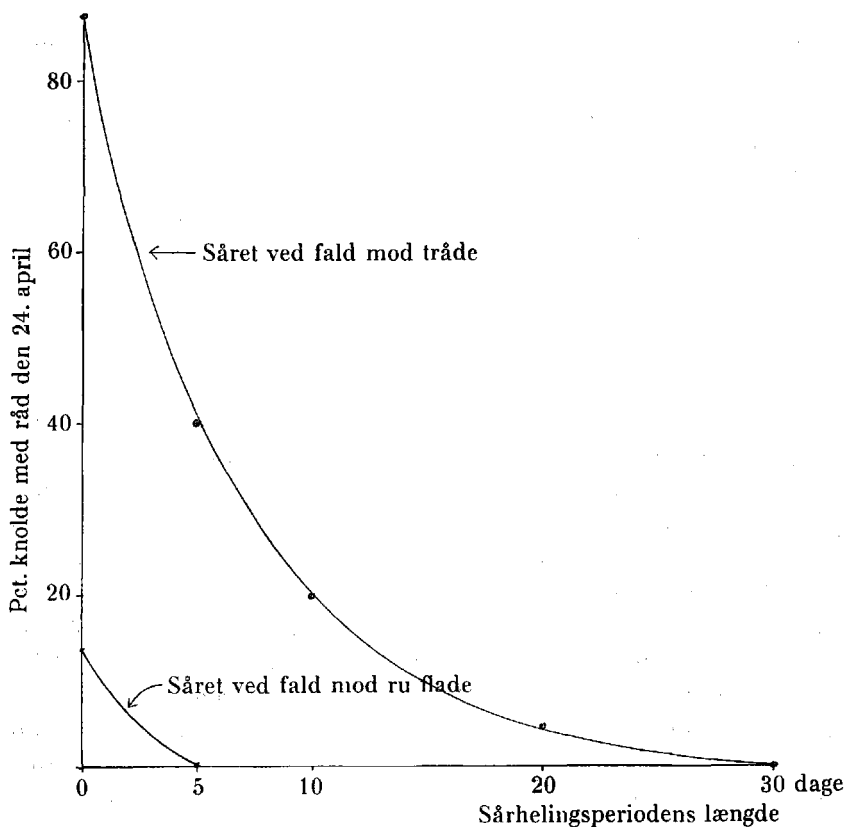


Fig. 9. Forrådnelse efter såring på 2 sider og dens afhængighed af sårhelingsperioden ved 15°C.

Tabel 6. Temperaturen før såring og sårheling efter såring på to sider ved fald mod ru flade, 1954-55

Opb. efter såring i 20 dage ved	Opb. i 5 dage før såring ved samme temp. som efter. Antal			Opbevaret før såring ved 6—7° C. Antal		
	parenkym-celler forkorket	peridermceller dannet		parenkym-celler forkorket	peridermceller dannet	
		ialt	gens.		ialt	gens.
1°	0	0	0	0	0	
5°	1—3	0	0	1—3	0—2*	0
10°	1—3	0—3	1/2—1	1—3	0—5	(1)—2
15°	0—3	0—6	2—3	0—4	1—7	(3)—4

* uforkorket

Tabel 7. Temperaturen før såring og vægttabet efter såring på 2 sider ved fald mod ru flade, 1954-55

Opb. efter såring i 20 dage ved	Opb. i 5 dage før såring ved samme temp. som efter		Opbevaret før såring ved 6—7° C.	
	vægttab i procent af friskvægt i			
	20 dage	vinteren over excl. de 20 dage	20 dage	vinteren over excl. de 20 dage
1°	2.2	5.5	2.5	4.9
5°	2.0	3.7	2.4	2.8
10°	3.8	1.9	3.2	1.6
15°	2.5	1.9	2.7	1.8

ring ved 6-7° C før såring (tabel 6) og en tendens til at forhøje vægttabet i den egentlige opbevaringsperiode (tabel 7).

Resultaterne fra disse undersøgelser er i overensstemmelse med de resultater, *Kny* (1889) og *Boyd* (1952) har opnået ved deres undersøgelser. *Kny's* undersøgelser viste, at tidligt modne kartofler, der i 23 dage (fra 21/8 til 13/9) før såring havde været opbevaret ved 6-7° C, havde en lidt rigeligere celledeling end de kartofler, der i samme tidsrum havde været opbevaret ved 18-20° C. *Boyd's* undersøgelser viste, at det i praktisk taget alle tilfælde førte til mindre infektion ved 15° C, når kartoffelknolde forud for inkubation med *Fusarium* var opbevaret ved lav temperatur, end når de forud for inkubationen var opbevaret ved højere temperatur.

Sårets plads på knolden

Hos kartofler, der enten var sårede på to sider, på een side, i topenden eller i navleenden, blev det undersøgt, om sårets plads på knolden eventuelt havde nogen indflydelse på sårheling (tabel 8), vægttab (tabel 9) og angreb af råd (tabel 10).

De sår, der var frembragt ved fald mod ru flade, og hvor kartoflerne derefter var opbevaret i 20 dage ved 15° C, var helet med en lidt kraftigere periderm i topenden end kartoflerne, der var såret på siderne eller i navleenden. Ved opbevaring ved 1° C straks efter såringen og efter såring ved fald mod tråde kunne der ikke iagtages nogen forskel i sårhelingen mellem knolde såret i topenden og knolde såret i navleenden eller på siderne.

Tabel 8. Såringsstedets indflydelse på sårheling, 1954-55

Opb. i 20 dage ved	Såret ved fald mod	Såret på	Inden vinteropb., antal			Efter vinteropb., antal		
			parenkym-celler forkorket	periderm-celler dannet		parenkym-celler forkorket	periderm-celler dannet	
				ialt	gens.		ialt	gens.
1°	ru flade	2 sider	0	0	0	1—6	0	0
1°	» »	1 side	0	0	0	2—4	0	0
1°	tråde	2 sider	0	0	0	Råd i alle sår		
1°	»	1 side	0	0	0	» » » »		
15°	ru flade	2 sider	0—4	1—7	(3)—4	1—4	3—8	4—(5)
15°	» »	1 side	1—3	2—6	3—4	1—3	3—6	3—4
15°	tråde	2 sider	0—3	0—6	2	1—4	0—6	2—3
15°	»	1 side	0—3	0—6*	2—3	1—3	0—6	2
1°	ru flade	topenden	0	0	0	2—4	0	0
1°	» »	navleenden	0	0	0	2—4	0	0
1°	tråde	topenden	0	0	0	Råd i alle sår		
1°	»	navleenden	0	0	0	» » » »		
15°	ru flade	topenden	1—3	2—6	4	1—3	3—7	4—(5)
15°	» »	navleenden	1—3	1—5	(2)—3	1—3	3—6	4
15°	tråde	topenden	0—4	0—6	2	1—4	0—6	2
15°	»	navleenden	0—4	0—7	2	1—3	0—6	2

* dog i et sted i eet sår indtil 9 peridermcellelag.

Den større samlede sårflade hos de kartofler, der var såret på to sider end hos de kartofler, der kun var såret et sted på knolden, har bevirket, at såring på to sider har givet det største vægttab

Tabel 9. Såringsstedets indflydelse på vægttabet under opbevaring i 20 dage efter såringen ved 1°C og 15°C og vinteren over ved ca. 1°C, 1954-55

Såret ved fald mod	Såret på	Vægttab i procent af friskvægt			
		i 20 dage ved		vinteren over ÷ de 20 dage ved	
		1°	15°	1°	15°
Usåret	0.8	1.1	2.1	1.9
Ru flade	2 sider	2.5	2.7	4.9	1.8
» »	1 side	1.1	1.7	3.1	1.6
» »	topenden	1.3	2.0	3.5	1.3
» »	navleenden	1.0	1.9	4.1	1.8
Tråde	2 sider	2.5	4.6	6.7	2.2
»	1 side	1.9	3.0	5.7	2.0
»	topenden	1.4	3.1	6.7	3.3
»	navleenden	1.5	2.9	7.3	1.9

både i de første 20 dage ved 1° C eller 15° C og under den egentlige vinteropbevaring.

Mellem de tre såringsmåder: på een side, i topenden og i navleenden, kan den anvendte såringsmåde have udjævnet eller måske forøget eventuelle forskelle i såringsstedets indflydelse på vægttabet. For, som det fremgår af undersøgelserne over sårings-

Tabel 10. Såringsstedets indflydelse på forrådnelse under opbevaring af sårede kartofler, 1954-55

Såret ved fald mod	Såret på	Procent knolde efter opbevaring i						
		hele perioden ved 1° C				20 dage ved 15°, derefter ved 1° C		
		uden råd	indt. 1/4 rådne	over 1/4 rådne	helt rådden	uden råd	indt. 1/4 rådne	over 1/4 rådne
Ru flade	2 sider	85.6	12.2	1.6	0.8	99.3	0.7	0
» »	1 side	84.3	11.4	4.3	0	100.0	0	0
» »	topenden . . .	90.0	4.3	5.7	0	100.0	0	0
» »	navleenden	84.3	11.4	4.3	0	98.6	1.4	0
Tråde	2 sider	12.3	22.6	56.0	0.0	95.2	4.3	0.5
»	1 side	42.3	30.0	18.6	8.6	98.6	1.4	0
»	topenden . . .	8.6	24.3	58.5	8.6	98.6	1.4	0
»	navleenden	14.3	34.3	44.3	7.1	97.1	2.9	0

mådens indflydelse på sårheling, er dannelse af en fuldstændig periderm afhængig af sårets dybde. Hvor dybt såret var trængt ind i knolden var igen afhængig af kartoflernes størrelse og størrelsen af den flade, der tog imod ved faldet mod den ru flade eller mod trådene. Fladen var mindst hos de knolde, der blev såret i enderne, der derfor ofte havde de dybeste sår med mest knust væv.

Hos de kartofler, der straks efter såring blev opbevaret ved 1° C, har såringsstedets indflydelse på angrebet af råd været noget varierende og afhængig af såringsmåde. Hos de kartofler, der i de første 20 dage efter såring blev opbevaret ved 15° C, har der været en mindre tendens til flest rådne knolde blandt kartoflerne, der blev såret på to sider og i navleenden. Flest angreb efter såring i navleenden er i overensstemmelse med, at sårhelingen var lidt dårligere end i topenden, og med *Boyd's* (1952 b) undersøgelser, der viste, at navleenden er mest modtagelig for angreb af råd.

Luftens fugtighed og sårheling, vægttab og angreb af *Fusarium*-råd

Olufsen (1903) skriver, at en moderat fugtighed er et væsentligt krav for sårkorkdannelse hos kartofler, og at et overskud af fugtighed virker hæmmende og forårsager en abnorm vækst af cellerne. Ved de temperaturer, *Artschwager* (1927) anvendte, fandt han ingen ugunstig effekt af de højeste fugtighedsgrader, der for de lavere temperaturer var nær mætning. *Edmundson* (1939) betragter en relativ fugtighed på 85 pct. som det ideelle for sårheling.

Baulkwell (1955) skriver, at en fugtig atmosfære især synes nødvendig for sårheling i den første eller de to første dage efter såring. Et forhold, der tyder på, at i de første 2 dage efter kartoflernes indkørsel i opbevaringshus bør der ikke ventileres med for tør luft. *Shapavalov & Edson* (1919) fandt, at indskrumpede kartofler heledes dårligere end glatte, og at delvis skrumpne kartofler, der fik lov til at optage vand, heledes hurtigere efter vandoptagningen.

De fleste forskere er enige om, at *Fusarium*-råd oftest forøges ved en forøgelse af atmosfærens fugtighed, men de forskellige *Fusarium*-arter reagerer forskelligt overfor luftens fugtighed, således fandt *Schmidt* (1928), at en fugtighedsprocent på 80 var nødvendig, for at *Fusarium avenaceum* kunne trænge igennem, medens *F. coeruleum* kunne fremkalde råd ved en fugtighedsprocent på 50.

Ifølge *Lansade* (1949) spiller det en rolle for angreb af *Fusarium*-råd, at knolde, der er dyrket i et år med ringe nedbør, har et lavere vandindhold end knolde, der er dyrket i fugtige år.

Weiss et al. (1928) konkluderer ud fra deres undersøgelser, at virkningen af luftens fugtighed på infektion stærkt overskygges af tilstedeværelsen af fugtighed i såret og dets fastholden der, indtil der er sket en infektion. Det er således mere luftens fugtighed i såret, der har betydning for sårheling og infektion, end luftens fugtighed i opbevaringsrummet.

I en forsøgsrække i 1954-55, hvor der ikke blev foretaget sårhelingsundersøgelser, søgtes belyst, hvilken indflydelse luftens

fugtighed har på vægttab og råd hos sårede og usårede kartofler, der opbevares ved 1° C og 5° C i fugtig og mere tør luft.

Den 27. december blev prøverne til undersøgelserne sat ind i termostatskabe, der var indstillet på den ønskede temperatur og luftfugtighed. Hver prøve udgjorde et forsøgsled og omfattede en kasse med 100 kartofler, der i dagene fra den 7. til den 11. januar blev såret enten i navleenden eller topenden ved fald mod ru flade eller mod tråde.

I et termostatskab ved 1° C og i et ved 5° C blev luftens fugtighed forøget ved at hænge væger ned i skåle med vand, der stod foran en ventilator inde i skabene. Til at nedsætte luftens fugtighed i de to termostatskabe med tør luft anvendtes skåle med calciumklorid eller koncentreret svovlsyre. I alle 4 skabe, der holdtes helt lukkede, blev luftens indhold af CO₂ og fugtighed bestemt med nogle dages mellemrum. Når luftens indhold af CO₂ blev større end 2 pct. blev der åbnet for ind sugning af luft, til det var under 0,2 pct.

I gennemsnit var luftens fugtighed (i parentes: største udsving)

92.0 (± 3.0)	i skabet ved 1° C med tør luft
99.8 (÷ 2.0)	» » » 1° C med fugtig luft
80.5 (± 3.5)	» » » 5° C med tør luft
93.4 (± 3.6)	» » » 5° C med fugtig luft

Fra kartoflerne blev såret, til forsøget blev afsluttet den 24. april, var vægttabet (tabel 11) større hos de kartofler, der var opbevaret i den tørreste luft, end hos de, der var opbevaret i den

Tabel 11. Vægttab i procent af friskvægt efter opbevaring af sårede kartofler ved 1° C og 5° C og ved forskellig luftfugtighed, 1954-55

Sort	Såret ved fald mod	Såret på	Ved 1° i		Ved 5° i	
			fugtigt rum	tørt rum	fugtigt rum	tørt rum
Binthe	ru flade . . .	topenden	1.1	3.0	3.7	5.9
»	» »	navleenden . . .	1.7	3.5	5.5	8.2
»	tråde	topenden	1.7	4.8	4.6	7.9
»	»	navleenden . . .	2.0	4.1	6.1	8.6
Alpha	ru flade . . .	topenden	1.5	3.5	4.0	7.0
»	» »	navleenden . . .	2.2	4.7	4.5	8.7
»	tråde	topenden	2.5	5.4	4.6	8.9
»	»	navleenden . . .	1.8	5.4	5.7	9.7

fugtigste luft, og større hos de kartofler, der var opbevaret ved 5° C, end hos de, der var opbevaret ved 1° C.

Vægttabet under opbevaringen skyldes ånding og navnlig fordampning af vand. Den mængde vand, der fordamper fra åbne sår i kartofler, er næst efter sårets størrelse og karakter bestemt af luftcirkulation samt temperaturen og luftens mætningsdeficit ved den givne opbevaringstemperatur.

Den mætningsgrad, luften vil have lige over såret, vil være afhængig af den hastighed, luften cirkuleres med. Temperaturen indflydelse på fordampningshastigheden skyldes især dens indflydelse på molekylerne kinetiske energi, og mætningsdeficitet er bestemmende for den mængde vand, luften kan optage.

Ved normalomstændighederne svarer en relativ luftfugtighed på 92,0 ved 1° C til et mætningsdeficit på 0,39; 99,8 ved 1° C svarer til 0,01; 80,5 ved 5° C svarer til 1,28, og 93,4 ved 5° C svarer til et mætningsdeficit på 0,43.

Forskellene i mætningsdeficit har ved forsøgene været så store, at det må antages, at forskellen i vægttab mellem de to opbevaringstemperaturer mere skyldes forskelle i mætningsdeficit end forskelle i opbevaringstemperatur. Det synes forsøgsresultaterne også at vise, for mætningsdeficitet var ligesom vægttabet (tabel 14) omtrent det samme hos kartoflerne, der var opbevaret i det tørreste rum ved 1° C, som hos kartoflerne, der var opbevaret i det fugtigste rum ved 5° C.

Blandt kartoflerne, der havde været opbevaret ved 1° C, fandtes kartofler med rådpletter i sårene, men ingen knolde med mere end en fjerdedel af knolden rådden. Hos kartoflerne, der havde været opbevaret ved 5° C var der ikke noget egentlig råd, men især blandt kartoflerne, der havde været opbevaret ved den højeste luftfugtighed, en del sår med svampevækst.

Sårheling og angreb af *Fusarium*-råd efter såring til forskellige tider

Kny (1889) og *Olufsen* (1903) iagttog, at umodne og uudviklede knolde helede hurtigere end ældre knolde. *Krenke* (1933) angiver, at i almindelighed foregår sårheling dårligst i planternes hvile-

periode. *McKee* (1954) iagttog hos sorterne Doon Star og King Edward, at tidligt i opbevaringssæsonen blev sårene meget hurtigt forkorkede, men senere foregik forkorkningen noget langsommere.

Når kartofler ikke er taget for umodne op, stiger deres modtagelighed for *Fusarium*-råd sædvanligvis med den tid, de har været taget op. *Pethybridge & Lafferty* (1917) var de første, der viste dette; siden er det iagttaget af mange andre. Hvis kartoflerne er taget meget tidligt op, kan forholdet være anderledes. *Lansade* (1949) og *Boyd* (1952 b) fandt, at knolde, der var taget op lige efter blomstring, havde langt større modtagelighed for *Fusarium*-råd end knolde, der var taget op i mere moden tilstand.

Ifølge *Boyd & Henderson* (1953) kendes denne større modtagelighed tidligt på efteråret også fra angreb af kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*), idet både mark- og laboratorieforsøg i almindelighed har vist, at efterhånden som voksende kartofler modnes, forøges deres resistens mod kartoffelskimmel. De mener ligesom *Boyd* (1952 b) og *McKee* (1954), at forøgelsen i resistens med modningen i det tidlige efterår ikke alene skyldes hudens forøgede mekaniske resistens, men også kemiske og fysiologiske ændringer i knoldene.

Ændringen i knoldenes modtagelighed ved modningen, der er afhængig af sorten og året (*McKee*, 1954), kan sikkert forklare en del af mange tidligt modne sorters større modtagelighed og den stejle stigning i forrådnelsens virkning i den sidste del af opbevaringsperioden.

Stigningen i knoldenes modtagelighed med opbevaringssæsonen kan være lille hos ret resistente sorter og var ved *McKee's* undersøgelser af sorten Doon Star større for angreb af *F. coeruleum* end for angreb af *F. avenaceum*.

Symptomerne på angreb af *Fusarium*-råd ændres også med knoldenes modning. Således fandt *McKee* (1954), at væv, der tidligt i opbevaringssæsonen blev angrebet af *F. coeruleum*, forblev fast og sammenhængende, men i knolde, der blev angrebet senere på sæsonen, blev de syge områder bløde og grødede (soft and muchy). De sidstnævnte symptomer betegner nogenlunde angrebet af *Fusarium*-råd på en stor del af de syge knolde fra forsøgene ved Studsgaard i 1954-55. At *Fusarium* kan optræde

som vådforrådelse viser *Braun's* (1953-54) iagttagelser også. Han skriver: »*Fusarium* die aber nach unseren Beobachtungen auch als Nassfäule auftreten zu können scheint, ohne dass Bakterien mitwirken.«

De her nævnte undersøgelser over modningens betydning for sårheling og angreb af *Fusarium*-råd viser, at kartoflerne ikke bør tages unødvendigt tidligt op, og at det bør undgås at flytte eller sortere kartoflerne fra kort efter optagning, til kartoflerne skal anvendes.

Vægttab efter såring på forskellige tider i opbevarings-sæsonen, forsøg 1956—57

Ved forsøgene i 1956-57 undersøgtes en sårhelingsperiodes betydning for vægttabet og vægttabet efter såring på forskellige tider i opbevaringsperioden.

Forsøget blev udført med Bintje, og knoldene, der anvendtes, var af ensartet størrelse og den 3. oktober 1956 taget op uden såring. Efter optagningen henstod de ved 8-13° C, indtil forsøget blev påbegyndt den 3. november.

Ved såringen blev kartoflerne såret efter følgende plan:

1. ved to gange at falde fra 85 cm højde mod glat flade (stødt uden åbne sår);
2. ved to gange at falde fra ca. 85 cm højde mod 2½ sandpapir (stødt og med åbne sår);
3. med een ca. 6 mm bred og ca. 3 mm dyb halvcirkelformet afskrælning fra topende til navleende (såret uden stød);
4. usåret.

Kartoflerne blev:

- A. efter såring den 3. november henstillet ved 18-20° C i 10 dage, inden de blev flyttede til den egentlige opbevaringstemperatur. 45 knolde pr. prøve;
- B. såret den 13. november efter at have været opbevaret i 10 dage ved 18-20° C og straks efter såring flyttet til den egentlige opbevaringstemperatur. 40 knolde pr. prøve.

- C. såret den 15. december efter at have været opbevaret ved 3° C siden 3. november, og straks efter såring flyttet til den egentlige opbevaringstemperatur. 35 knolde pr. prøve.
- D. såret den 15. februar efter at have været opbevaret ved 3° C siden den 3. november og straks efter såring flyttet til den egentlige opbevaringstemperatur. 25 knolde pr. prøve.

Når der ses bort fra den eftermodning, der er foregået under opbevaring fra oplagning til såring, vil A svare til såring ved fyldning af opbevaringshuse med efterfølgende sårhelingsperiode; B til såring under fyldning af opbevaringshuse uden efterfølgende sårhelingsperiode; C til såring under fyldning fra markkule til opbevaringshus i november-december uden efterfølgende sårhelingsperiode, D vil svare til såring ved sortering og flytning af kartoflerne i opbevaringshuse i løbet af vinteren uden efterfølgende sårhelingsperiode. Sårhelingen i A og B ville muligvis være foregået lidt hurtigere, hvis undersøgelserne var begyndt straks efter optagning.

Under den egentlige forsøgsopbevaring var de benyttede temperaturer: a) 3° C, b) 6° C og c) 9° C. Ved 3° C og 6° C var den relative luftfugtighed (F.) i opbevaringsskabet ca. 90 og ved 9° C

Tabel 12. Sårheling efter såring til forskellige tider i opbevaringsperioden og efter opbevaring ved forskellige temperaturer. Kartoflerne såret med to ca. 6 mm brede og ca. 3 mm dybe afskrælninger, 1956-57

Forsøgs- led	Såret og flyttet den	Opbevaret efter såring			Antal		
		v. 18—20° i dage	og derefter ved ° C i dage		parenkym- celler forkorket	periderm- celler dannet ialt gens.	
3, A	3/11	10	—	0	1—2	2—6	2—3
3, A, a	3/11	10	3	32	1—2	2—6	4
3, C, a	16/12	0	3	62	2	0	0
3, D, a	15/2	0	3	58	1—2	0	0
3, A, b	3/11	10	6	32	1—2	2—7	4
3, B, b	13/11	0	6	32	2—3	0—2	0
3, C, b	15/12	0	6	62	2	1—4	3
3, D, b	15/2	0	6	58	2—3	0—4	2
3, A, c	3/11	10	9	32	1—2	2—6	4
3, B, c	13/11	0	9	32	1—3	0—4	1
3, C, c	15/12	0	9	62	2	2—5	4
3, D, c	15/2	0	9	58	2	1—5	3

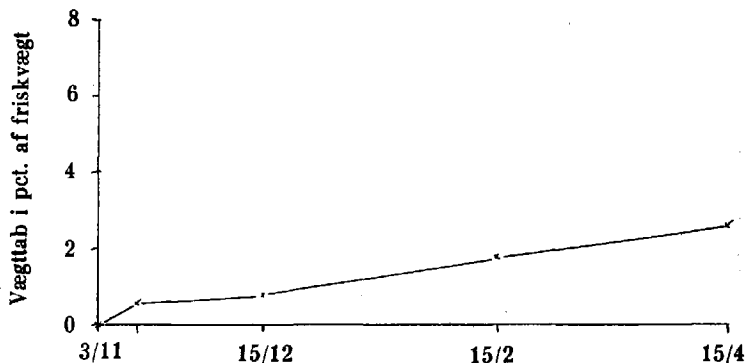


Fig. 10. Vægttab (ånding + fordampning) under opbevaring af usårede kartofler ved 18-20°C i 10 dage og derefter ved 3°C og F. ca. 80.

ca. 75. Alle prøver blev vejet, når de sårede prøver blev hensat til opbevaring efter behandling, samt ved forsøgets afslutning. I tofler, der var såret med een ca. 6 mm bred og ca. 3 mm dyb tabel 12 er vist resultater af sårhelingsundersøgelser af de karafskrælling fra topende til navleende.

De 10 dage ved 18-20° C har givet en hel og fuldstændig periderm og derved skabt en god barriere mod fordampning og angreb af mikroorganismer. Under opbevaringen ved 3° C er der ikke udviklet nogen ny periderm, men ved 6° C er der sket en meget langsom peridermdannelse, som ikke har været fuldstændig efter 2 måneders forløb. Ved 9° C er peridermdannelsen foregået lidt hurtigere, men for langsomt til, at den hurtigt nok dannede en god barriere mod fordampning og angreb af mikroorganismer. Ved alle tre opbevaringstemperaturer synes forkorkning og peridermdannelse at være foregået lidt hurtigere efter såring den 15/12 end efter såring den 15/2.

De usårede kartofler, der blev opbevaret ved 3° C og en rel. fugtighed på ca. 90 efter i 10 dage at have været opbevaret ved 18-20° C, havde i de 10 dage ved den høje temperatur et vægttab på 0,7 pct. og derefter et vægttab på ca. 0,4 pct. pr. måned (fig. 10).

Mertabet i vægt hos usårede kartofler for opbevaring ved 6° C og 9° C i forhold til opbevaring ved 3° C er anført i fig. 11, og det var for opbevaring ved 6° C 1 til 2 pct. og for opbevaring ved 9° C 4½ til 5 pct. Hertil kommer yderligere det store svind, som spi-

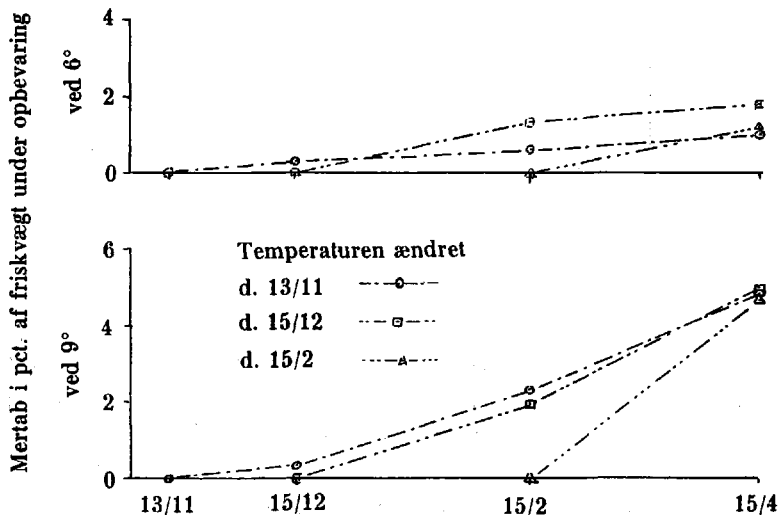


Fig. 11. Mertab hos usårede kartofler for ændring af opbevaringstemperaturen fra 3°C ($3/11-13/11$ opbev. v. 18-20°C), 6°C og 9°C (F. henh. ca. 90 og ca. 75).

rerne repræsenterede hos de kartofler, der blev opbevaret ved de højere temperaturer.

Det totale vægttab hos de usårede kartofler, der har været opbevaret ved 6°C eller 9°C, findes ved addition af ordinaten for den givne behandling i fig. 11 med ordinaten for den tilsvarende dato i fig. 10. Det har, næsten uafhængigt af hvornår kartoflerne blev flyttet til den højere temperatur, været omkring 4 pct. for opbevaring ved 6°C og en rel. fugtighed på ca. 90 og 7 til 7½ pct. hos kartoflerne, der blev opbevaret ved 9°C og en rel. fugtighed på ca. 75.

Af kurverne i fig. 11 ses endvidere, at en ændring af opbevaringstemperaturen fra 3°C til 6°C eller 9°C giver et betydeligt mertab, og at mertabets størrelse pr. tidsenhed stiger, jo senere i opbevaringssæsonen temperaturen ændres.

Mertabet på grund af såring (fig. 12-15) har i alle tilfælde været noget til væsentligt mindre hos de kartofler, der blev sårede den 3/11 og i de første 10 dage efter såring opbevaret ved 18-20°C, end hos de kartofler, der blev såret den 13/11 og straks efter såring opbevaret ved 3, 6 eller 9°C.

Forskellene i mertab på grund af såring var afhængig af så-

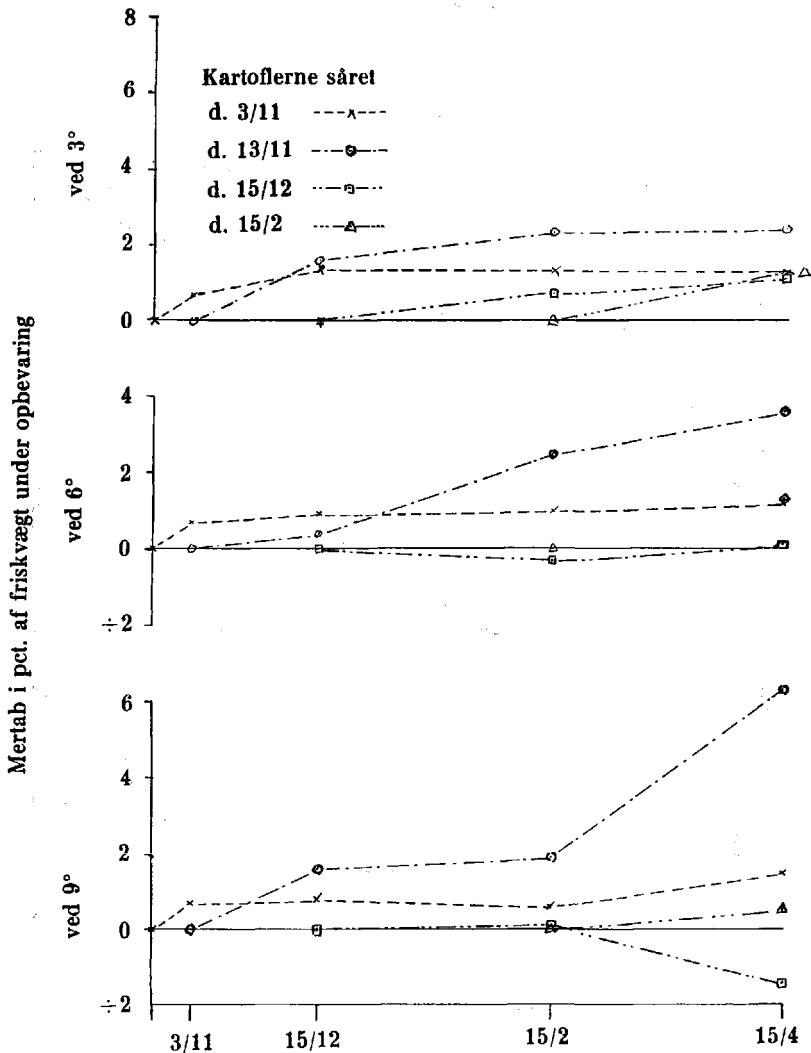


Fig. 12. Mertab under opbevaring ved 3°C, 6°C og 9°C (3/11-13/11 ved 18-20°C) for såring ved fald mod glat flade.

ringsmåden og den temperatur, kartoflerne blev opbevaret efter såringen. Hos kartoflerne, der var såret med en ca. 6×3 mm afskrælning fra topende til navleende og opbevaret ved 3°C

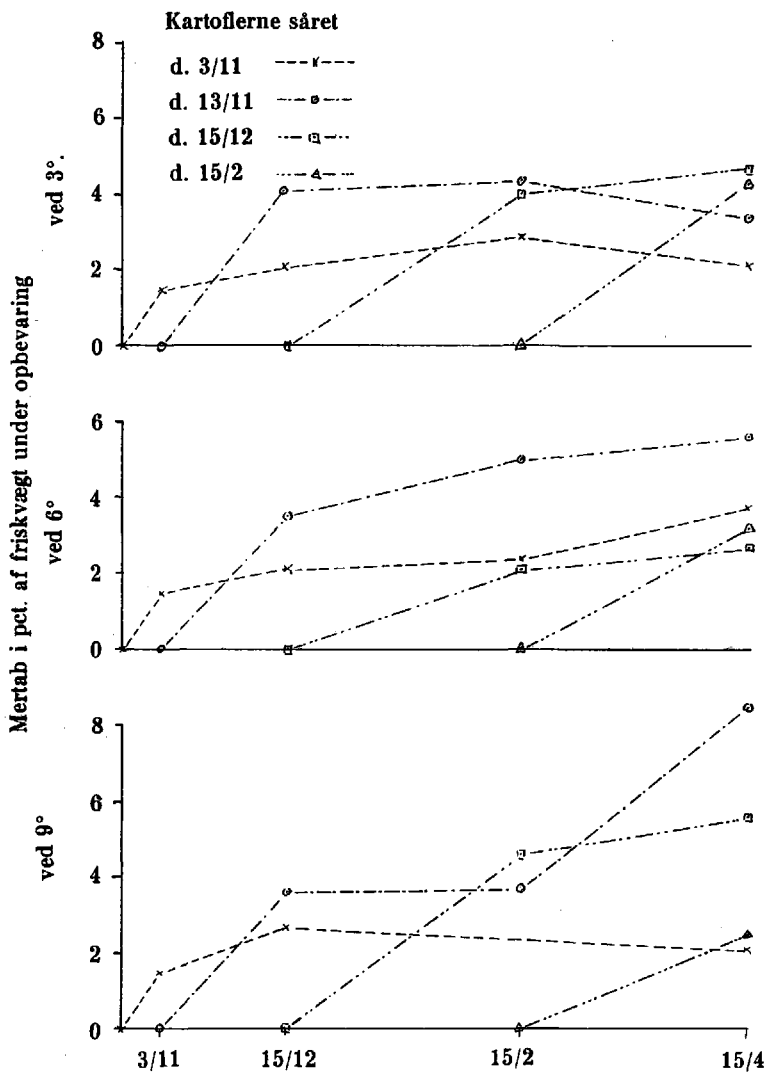


Fig. 13. Mertab under opbevaring ved 3°C, 6°C og 9°C (3/11-13/11 ved 18-20°C) for såring ved fald mod ru flade.

(fig. 14), var forskellen størst og udgjorde 15 pct. af den oprindelige friskvægt.

Forskellene i mertab mellem såringerne den 13/11, 15/12 og

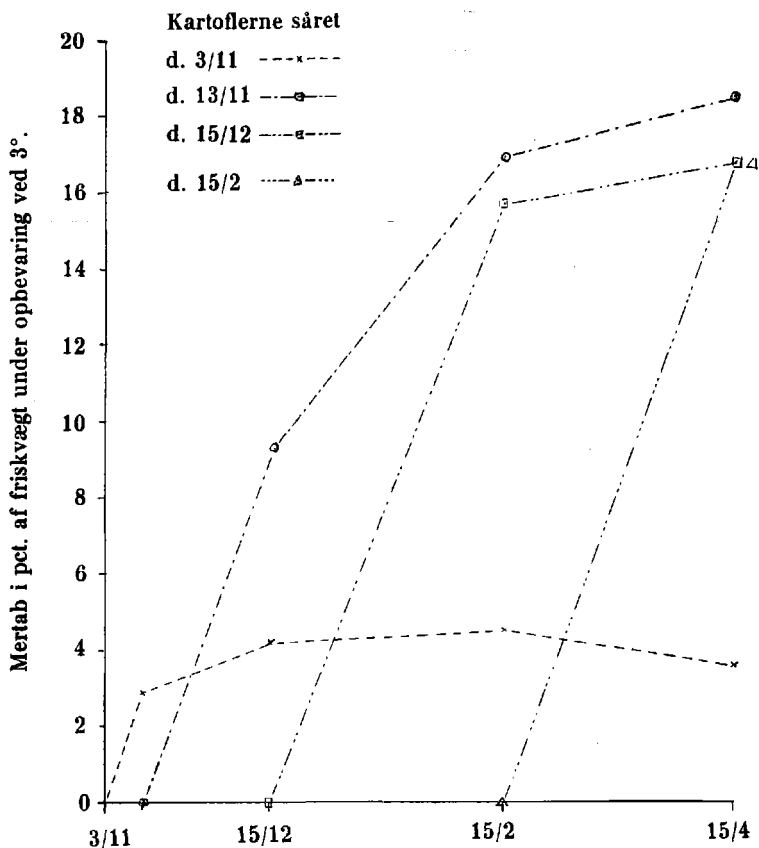


Fig. 14. Mertab under opbevaring ved 3°C (3/11-13/11 ved 18-20°C) for såring ved 60×6×3 mm afskrælning.

15/2 var forholdsvis små efter såring ved en ca. 6×3 mm afskrælning fra topende til navleende (fig. 14 og 15).

Efter såring ved fald mod glat flade (fig. 12) og efter såring ved fald mod ru flade (fig. 13) kunne vægttabet derimod være stærkt afhængigt af på hvilken af disse datoer, såringen var udført. Den uensartethed i vægttab, der især har været i perioden fra den 15/2 til den 15/4, synes i flere tilfælde at have haft forbindelse med, at såringsmåde, såringstidspunkt samt opbevarings-temperatur har haft forskellige virkninger på tilbøjeligheden til spiring.

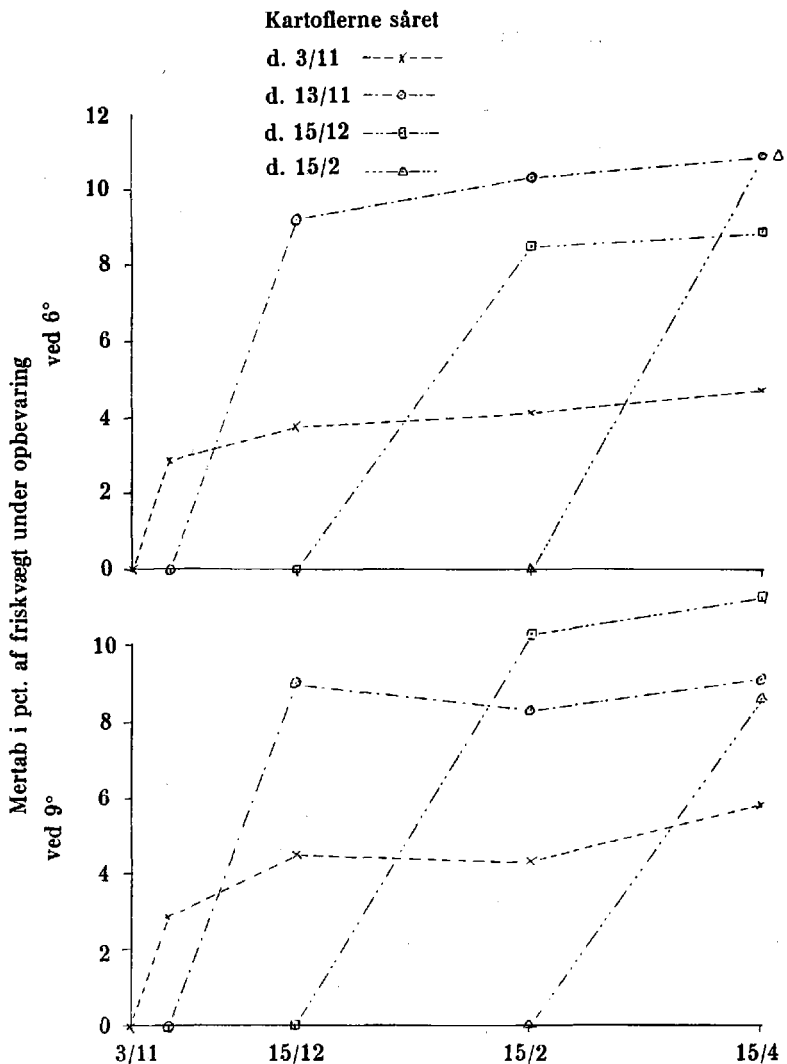


Fig. 15. Mertab under opbevaring ved 6°C og 9°C (3/11-13/11 ved 18-20°C) for såring ved 60×6×3 mm afskrælning (F. henh. ca. 90 og ca. 75).

For opbevaring ved 9° C er spiringstabet, det vil sige den vægtprocent, spirerne udgjorde af kartoflernes friskvægt, vist i tabel 13. Hos de usårede kartofler har spiringstabet været mindst efter flytning til 9° C i november måned. Såring i novem-

Tabel 13. Spiringstab og -mertab på grund af såring hos kartofler opbevaret ved 9°C, 1956-57

	Flyttet eller såret og flyttet til 9° den			
	3/11*	13/11	15/12	15/2
Spiringstab i pct. af friskvægt				
Usårede	5.2	5.2	9.9	7.1
Mertab ved spiring p. gr. af såring, pct.				
ved fald mod glat flade	+0.2	+3.2	÷5.3	÷0.7
ved fald mod ru flade	+1.1	+3.2	÷3.5	÷3.0
ved 6×3 mm afskrælning	÷2.3	÷0.8	÷1.6	÷2.1

* opbevaret i 10 dage ved 18–20°, derefter ved 9°.

ber måned har forøget spiringstabet, mens senere såring har formindsket det.

Teorien om et såringshormon

Haberlandt (1924) mener, at det er et særligt såringshormon, som efter mekanisk såring af planten bevirker den celledeling, der fører til dannelse af sårkork. Han skriver, at denne antagelse støttes af den eksperimentelle iagttagelse, at der i små vævsfragmenter fra kartoffelknolde og knolde fra knudekål kun sker celledeling, når de indeholder sivæv. Denne antagelse imødegås af både *Priestley & Woffenden* (1923) og *Artschwager* (1927). *English, Bonner & Smit* (1939) har ekstraheret og isoleret et stof fra saften af bønnebølge, som de kalder »traumatic acid«, og som de mener er et såringshormon. De fandt, at det fremmede sårheling, og at dets virkning blev forøget med 50 pct. ved tilsætning af ½ pct. rørsukkeropløsning, der tilsat uden traumatic acid ikke havde nogen virkning. Om traumatic acid skriver *Pingus & Thimann* (1948), at det tilsyneladende kun er et af de mange nært beslægtede stoffer, der har hormonvirkning, og *Audus* (1953) skriver, at i betragtning af den forholdsvise mangel på oplysninger, man har om det formodede hormon, vil det være forhastet at prøve at vurdere dets virkning for sårheling. Denne konklusion gælder også i dag, og det er i det hele taget et spørgsmål, om traumatic acid, der er en umættet dihydroxysyre, ikke snarere må betragtes som en nødvendig komponent af suberinet hos visse planter, end som et såringshormon. Denne antagelse støttes af, at der er flere organiske syrer, der har en såkaldt hormonvirk-

ning, og for dem som for traumatic acid gælder sandsynligvis, at de er eller kan være komponenter af suberin.

En del tyder på, at sårhelingen ikke skyldes et enkelt eller nogle få såringshormoner, men de ændringer, der ved såringen opstår i iltspænding, pH og lignende i det til såret grænsende væv. Det må antages, at det er på grund af disse ændringer i vævet, at der ved en virkning på enzymsystemer sker en dannelse af de organiske syrer, der indgår som komponenter i suberin; og når sårfladen er fuldstændigt blokeret, vil der under passende temperaturforhold være opstået sådanne betingelser, at parenkymcellerne på grund af de ændrede forhold i vævet kan genoptage deres meristematiske aktivitet.

Fungicide og spiringshæmmende midlers indflydelse på sårheling

Mange stoffer, der kan bruges til at hindre mikroorganismers indtrængen gennem sårfladen, har en skadelig virkning på sårheling, visse andre afkorter hvileperioden, andre hindrer spiring, og nogle få fremmer helingen (*Boyle & Baulkwell*, 1955). Om forskellige fungicide midlers virkning skriver *Boyle & Baulkwell*, at kobbermidler udøver en giftvirkning på sårvæv hos kartofler. Af midler, der ikke hindrer forkorkning, nævner de zinkoxyd, et par organiske zinkmidler og en del andre organiske midler. Desuden omtaler de, at der findes en del ikke-fungicide midler, der fremmer helingen.

Cunningham (1953) iagttog, at kartofler, der var behandlede med spirehæmmende midler, var mere modtagelige for *Fusarium*-råd end ubehandlede knolde, og han fandt, at der var forskelle mellem de spirehæmmende midlers virkning på sårhelingen.

Af ovennævnte undersøgelser fremgår, at fungicide og spirehæmmende midler skal anvendes med forsigtighed til sårede kartofler, såfremt det ikke er kendt, hvilken virkning de har på sårheling.

Oversigt

I årene 1954-55 og 1956-57 er der ved Studsgaard forsøgsstation udført undersøgelser over tidens, temperaturens, såringsmådens

og sårstedets indflydelse på sårheling og dennes indflydelse på angreb af *Fusarium*-råd og vægttab. I november 1954 blev kartofler såret ved fald fra 85 cm højde mod glat flade, mod ru flade eller mod tråde. De sårede kartofler blev opbevaret ved 1°C, 5°C, 10°C eller 15°C i 5, 10, 20 eller 30 dage, og derefter vinteren over ved 1°C. Sårhelingen blev undersøgt i snit farvet med Sudan III, og vægttabet blev bestemt både efter den egentlige behandlingstid og efter vinteropbevaringen.

Såringsmåden havde stor indflydelse på sårhelingen. Oftest var det ikke muligt efter såring mod glat flade at iagttage nogen skade på den del af korkhuden, der havde ramt den glatte flade ved faldet. I nogle tilfælde, især efter opbevaring ved 15°C i 20 dage, var der en mørk plet under den oprindelige korkhud, men omkring pletten var der ingen forkorkede parenkymceller.

Sårene, der var fremkaldt ved fald mod ru flade, helede ret jævnt. Hos kartoflerne, der var såret ved fald mod tråde, var sårhelingen afhængig af dybden i såret. Helingen af disse sår foregik hurtigst og blev kraftigst ude ved den oprindelige periderm. Inderst i sårene, der dannede indtil 10 mm dybe revner, foregik helingen meget langsomt. Selv efter opbevaringen i 30 dage ved 15°C fandtes sår, hvor der inderst i såret ikke var dannet nogen periderm, og i et sår var forkorkningen af parenkymcellerne inderst inde i såret ikke begyndt efter 30 dages opbevaring ved 15°C. Således var dette sår og i det hele taget mange af sårene, der var frembragt ved fald mod tråde, selv efter 30 dages opbevaring ved 15°C ikke helet så meget, at de dannede en sikker barriere mod *Fusarium*-råd.

Den store forskel, med hensyn til, hvor hurtigt sårene var fuldstændigt helede, er sandsynligvis den væsentligste årsag til de store forskelle i vægttab og angreb af sygdomme under opbevaringen, der var mellem de anvendte såringsmåder. Efter opbevaring i hele perioden ved 1°C var 95 pct. af de kartofler, der var såret ved fald mod glat flade, uden råd. 85,6 pct. af de kartofler, der var såret ved fald mod ru flade, mens kun 12,3 pct. af de kartofler, der var såret ved fald mod tråde, var uden råd.

Temperaturen havde en væsentlig indflydelse på sårhelingen, ved 1°C foregik forkorkningen meget langsomt, og selv efter 160 dages forløb var der ingen tegn på peridermdannelse. Hos

kartoflerne, der blev opbevaret ved 5°C, kunne de første tegn på anlæg af en ny periderm iagttages enkelte steder i sårene efter 20 dages forløb. Men det var kun ved de højere temperaturer, peridermen blev så kraftig, at den var af nogen værdi som beskytter mod sygdomsangreb og vandtab.

Vægttabet i procent af friskvægt var mindst hos de sårede kartofler, der i 10-20 dage var opbevaret ved 15°C inden den egentlige vinteropbevaring ved ca. 1°C. Størst var det hos kartoflerne, der var såret mod tråde, og som i hele forsøgsperioden havde været opbevaret ved ca. 1°C.

Angrebet af sygdom (*Fusarium-råd*) havde ved alle såringsmåder været størst hos de kartofler, der hele tiden var opbevaret ved 1°C, og faldt med højere opbevaringstemperatur i den første tid efter såringen og med længere tid ved den højere temperatur.

Lav temperatur før såring har fremmet sårhelingen en lille smule, men der var ingen sikre forskelle i vægttab eller angreb af sygdomme under opbevaringen mellem de kartofler, der havde været opbevaret ved 6-7°C før såring, og de, der havde været opbevaret ved samme temperatur før som efter såring.

Ved den forsøgsrække i 1954-55, hvor der var udført sårhelingsundersøgelser, var der ingen eller kun meget små forskelle i sårheling, vægttab og angreb af råd mellem kartofler, der var såret i topenden, og kartofler, der var såret i navleenden.

Hos kartofler fra en forsøgsrække med undersøgelser over betydningen af luftens fugtighed var vægttab, men ikke angreb af sygdom, mindre hos de kartofler, der blev såret i topenden, end hos de, der blev såret i navleenden.

I en forsøgsrække i 1954-55 søgtes belyst, hvilken indflydelse luftens fugtighed havde på vægttab og råd hos sårede og usårede kartofler, der blev opbevaret ved 1°C og en gennemsnitlig luftfugtighed på 99,8 og 93,4 og ved 5°C ved en gennemsnitlig luftfugtighed på 92,0 og 80,5 pct. Ved begge temperaturer var vægttabet størst hos de kartofler, der havde været opbevaret i den tørreste luft. Antallet af knolde angrebne af råd var for få til at vise eventuelle forskelle i virkningen af de benyttede luftfugtigheder på råddenskabstabel.

Ved undersøgelser, der påbegyndtes den 3. november 1956, undersøgte specielt en sårhelingsperiodes betydning for vægttabet,

og vægttabet efter såring på forskellige tider under opbevaring ved 3°, 6° og 9°C. Usårede kartofler havde ved opbevaring i 10 dage ved 10-20°C et vægttab på 0,7 pct; ved den efterfølgende opbevaring ved 3°C var vægttabet ca. 0,4 pct. pr. måned.

Mertabet i hele opbevaringsperioden hos usårede kartofler for opbevaring ved 6°C og 9°C eller flytning fra 3°C til opbevaring ved 6°C og 9°C var den 15. april omtrent lige så stort hos de kartofler, der var flyttet til den højere temperatur den 15. februar, som hos de kartofler, der var flyttet til den højere temperatur den 15. december, og de, der havde stået der lige siden 13. november. Hos kartoflerne, der var flyttet til 6°C, havde mertabet for hele opbevaringsperioden i forhold til opbevaring ved 3°C været 1 til 2 pct., og hos kartofler, der var flyttet til 9°C, havde det været 4½-5 pct.

I alle tilfælde var mertabet på grund af såring væsentlig mindre hos kartofler, der var såret den 3. november, og hvor såringen blev efterfulgt af en sårhelingsperiode ved 18-20°C, end hos kartofler, der blev sårede den 13. november og straks efter såringen opbevaret ved 3°, 6° og 9°C. Forskellen i mertab mellem disse to grupper af kartofler var afhængig af såringsmåden og opbevarings-temperaturen. Størst var denne forskel hos kartofler, der var såret ved en ca. 6 mm bred og ca. 3 mm dyb halvcirkelformet afskrælning fra navleende til topende og efter sårhelingsperioden eller efter såringen opbevaret ved 3°C. Hos disse kartofler var mindretabet for sårhelingsperioden ca. 15 pct.

Hos de kartofler, der var såret med den 6×3 mm halvcirkelformede afskrælning og opbevaret ved 3°C straks efter såring, var mertabet for såring 17-18 pct. Ved opbevaring ved 6°C eller ved 9°C straks efter såring var mertabet i vægt ved denne såringsmåde 8-11 pct. For såring ved fald fra 85 cm højde mod ru flade og opbevaring straks efter såring ved 3°C var mertabet ca. 4 pct.

For begrænsning af opbevaringstab er det af væsentlig betydning, at kartoflerne såres mindst muligt, at sårene får lejlighed til at heles ved temperaturer over 10°C, at temperaturen sænkes, når sårhelingen er tilstrækkelig, og at kartoflerne ikke flyttes i opbevaringsperioden.

Foruden de store tab, såring forårsager ved større fordampning, ånding og mere råd, kan såring bevirke en væsentlig kvalitets-

forringelse af lægge- og spisekartofler; og dette gælder ikke alene for de sårede kartofler, men også for de usårede kartofler, der opbevares sammen med dem.

Ved afslutningen af denne beretning skal der bringes en tak til professor *E. K. Gabrielsen* og dr. agro. *E. Helmers*, Landbohøjskolen; professor *E. K. Gabrielsen* for tilladelse til at udføre sårhelingsundersøgelserne på Landbohøjskolens plantefysiologiske Laboratorium og mange gode råd og megen vejledning, og dr. agro. *E. Helmers* for udførelse af de bakteriologiske og mykologiske undersøgelser.

SUMMARY

Investigations into wounding of potato tubers

Investigations were made into the importance of time, temperature, way of wounding and position of wound on the tuber for woundhealing, losses of weight and dry-rot disease. In the present contribution is also discussed literature about the mechanism of woundhealing and the importance of wounding for attack of dry-rot during storage of potato tubers. The experiments with wounded potatoes were carried out in 1954-55 and 1956-57 at the State Experimental Station at Studsgaard, with exception of the woundhealing investigation in 1954-55, which was carried out at the Laboratory of Plant Physiology at the Royal Veterinary and Agricultural College in Copenhagen.

In November 1954 potatoes were wounded by fall from a height of 85 cm towards wires from the riddle of a grader, towards smooth surface or towards rough surface, kept at 1°, 5°, 10° or 15°C. in 5, 10, 20 or 30 days, and thereafter over the winter at 1°C. As well after the actual time of treatment as after the storage in the winter the woundhealing was examined and microscoped in cuts, which were coloured with Sudan III.

The way of wounding had a great influence on woundhealing. By wounding towards smooth surface usually no injury could be seen on that part of the periderm which hit the smooth surface. In some cases and especially after storage at 15°C. in 20 days there was a dark spot under the original periderm, but round the spot none of the parenchymous cells were suberized, if the periderm had not burst by the fall.

After fall towards rough surface the wounds healed rather regularly, whereas the healing after fall towards wires was very dependent on the depth of the wounds. The healing of these wounds took place most rapidly and became strongest towards the original periderm. Deepest in the wounds, which here and there formed cracks up to 10 mm, the woundhealing took place very slowly. Even after storage for 30 days

at 15°C no woundperiderm was formed deepest in some of the wounds, and in one wound the suberization of the parenchymous cells had not begun after 30 days at 15°C. So this wound and on the whole many of the wounds produced by fall towards wires, even after 30 days at 15°C. had not healed sufficiently to make a safe barrier against dry-rot.

The great difference in woundhealing between the ways of wounding is probably the most essential cause of the great differences in losses of weight and attack by dry-rot.

Of the potatoes stored at 1°C. during the entire period the following per cents were free from rot at the end of the period. 95,0 p.c. of the potatoes wounded by fall towards smooth surface, 85,6 p.c. of the potatoes wounded by fall towards rough surface and only 12,3 of the potatoes wounded by fall towards wires.

The temperature had an essential influence on the woundhealing. At 1°C. the suberization was very slow and even after 160 days no periderm was formed, at 5°C. a beginning of woundperiderm could be seen in some wounds after 20 days, but first at the higher temperatures the woundperiderm was so developed that it could be of some worth to the healing of the wounds.

The smallest losses of weight during the storage period were among the wounded potatoes which had been stored 10-20 days at 15°C. before the real winter storage at 1°C., and the greatest losses of weight were among the potatoes wounded by fall towards wires and stored afterwards at 1°C.

By all ways of wounding the greatest attack of dry-rot took place among the potatoes stored at 1°C. since wounding, and the number of attacked tubers was falling with higher storage temperature in the first time after wounding and with the number of days at the higher temperature.

Low temperature before wounding promoted woundhealing and this is in accordance with the results of the experiments by *Kny* (1889) and *Boyd* (1952 d).

November the 3th 1956 an experiment was started on the influence of a 10 days woundhealing period at 18-20°C. and of wounding at different times in the storageperiod on losses of weight during storage at 3, 6 and 9°C.

During storage in 10 days at 18-20°C. unwounded tubers lost 0,7 p.c. of their weight, and by a following storage at 3°C. the losses of weight were 0,4 p.c. each month.

By storage at 6 and 9°C. or by removal from 3 to 6 or 9°C. the increase in losses of weight up to April the 15th was nearly the same among unwounded tubers moved to the higher temperature February the 15th as among potatoes moved December the 15th or among those which had been at the higher temperature since November the 13th. Among the unwounded tubers the further losses of weight for moving

from 3°C. to the higher temperatures were 1 to 2 p.c. at 6°C. and 4½ to 5 p.c. at 9°C.

In alle cases increased losses caused by wounding were essentially smaller among potatoes wounded the 3.-11. and stored the first 10 days after wounding at 18-20°C, than among potatoes wounded the 13.-11. and immediately after wounding stored at 3, 6 or 9°C. The difference in increased loss between this two groups of tubers depended on the way of wounding and on the storage temperature. The greatest difference was among potatoes stored at 3°C, and wounded from the rot end to the top end by a semicircular peeling, 6 cm wide and 3 cm deep. By this way of wounding and storage temperature the woundhealing period at 18-20°C. decreased the loss with about 15 p.c. When stored immediately after wounding at 3°C. the increase in losses of weight caused by this way of wounding was 17-18 p.c. By storage at 6 or 9°C. immediately after wounding the increase in losses of weight was 8-11 p.c. Fall towards rough surface from a level of 85 cm and storage immediately after wounding at 3°C. increased the losses of weight about 4 p.c.

L I T T E R A T U R

- Appel, Otto*: Zur Kenntnis des Wundverschlusses bei den Kartoffeln. - Ber. Deuts. Bot. Ges., 24, 1906, 118-122.
- Artschwager, Ernst*: Wound periderm formation in the potato as affected by temperature and humidity. - Jour. Agr. Res., 35, 1927, 992-1000.
- Audus, L. J.*: Plant growth substances. - Leonard Hill Ltd., New York, 1953, 465 sider.
- Bolli, M.*: Sui processi di cicatrizzazione delle ferite nei tuberi di patata (The processes of cicatrization in wounds of potato tubers). - Ann. Bot. Roma 24, (2), 1953, 212-240, (eng. resume): 238-239.
- Boyd, A. E. W.*: Some recent results of potato dry-rot research. - Ann. Appl. Biol., 34, 1947, 634-636.
- Dry-rot disease of the potato IV. Laboratory methods used in assesing variations in tuber susceptibility. - Ann. Appl. Biol., 39, 1952a, 322-329.
- Dry-rot disease of the potato V. Seasonal and local variations in tuber susceptibility. - Ann. Appl. Biol., 39, 1952b, 330-338.
- Dry-rot disease of the potato VI. Varietal differences in tuber susceptibility obtained by injection and riddle-abrasion methods. - Ann. Appl. Biol., 39, 1952c, 339-350.
- Dry-rot disease of the potato VII. The effect of storage temperature upon subsequent susceptibility of tubers. - Ann. Appl. Biol., 39, 1952d, 351-357.
- *Margaret Henderson*: Susceptibility of immature potato tubers to blight. - Plant Pathol., 2, (4), 1953, 113-116.
- Boyle, P. J. & W. J. Baulkwell*: Potatoes. The use of cut setts and the treatment of the cut surfaces. - Field Crop Abstracts, 8, (1), 1955, 1-10.

- Braun, H.:** Neue Erkenntnisse über Kartoffelknollenkrankheiten und ihre Bedeutung für Pflanz- und Speisewert. – *Wissensch. Z. D. Martin-Luther-Un. Halle, Math.-nat. R.*, 3, (3), 1953/54, 751-752.
- Cheveley:** (Efter *Priestley & Woffenden*, 1923).
- Chevreul:** – *Annales de Chimie*, 96, 1815, p. 141, (efter *Priestley*, 1921).
- Cunningham, H. S.:** A histological study of the influence of sprout inhibitors on Fusarium infection of potato tubers. – *Phytopatology*, 43, (2), 1953, 95-98.
- Edmundson, W. C.:** Sun injury to cut potato seed. – *Amer. Potato J.*, 16, 1939, 98-103. (efter *Boyle & Baukwell*) 1955.
- Emilson, Börje:** The rest period and dormant period in the potato tuber. – *Acta Agri. Susena*, 3, 1949, 189-284.
- English, J. J. Bonner & A. J. Haagen Smit:** – *Proc. Natl. Aca. Sci.: U.S.* 25, 1939, 323-329. (efter *Pingus & Thimann*, 1948).
- Esmarch-Bromberg, F.:** Beiträge zur Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze. – *Landw. Jahrbücher*, 54, 1920, 161-266.
- Foister, C. E., S. R. Wilson & A. E. W. Boyd:** Dry-rot disease of the potato. I. Effect of commercial handling methods on the incidence of the disease. – *Ann. Appl. Biol.*, 39, 1952, 29-37.
- Gilson, Eugene:** La Suberine et les Cellules de Liege. – *La Cellule*, 6, 1890, 63-114.
- Gram, Ernst:** Kartoffelns sygdomme. – Det danske Forlag og L.H.S. Forlag, København, 1945, 108 s.
- Haberlandt, G.:** Zur Physiologie der Zelltheilung. – Zweite Mittheilung Sitzungsber. Preuss Akad. der Wiss., Berlin, 1914, 1096-1111.
- Hansen, Frode:** Undersøgelser over opbevaring af kartofler. – 464. beretning fra Statens forsøgsvirksomhed i Plantekultur. *Tidsskr. f. Pl.*, 56, 1953, 222-245.
- Herklots, G. A. C.:** The effects of an artificially controlled hydrogen ion concentration upon wound healing in the potato. – *New Phytol.* 23, (5) 1924, 240-255.
- Kny, L.:** Über die Bildung der Wundperiderm an Knollen in ihrer Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. – *Ber. deuts. Bot. Ges.*, 7, 1889, 154-168.
- Krenke, N. P.:** Wundkompensation, Transplantation und Chimären bei Pflanzen. – *Berl.* 1933, 934 s.
- Kreutz, W.:** Untersuchungen über die Schale verschiedener Kartoffelsorten. – *Arb. a.d. Kaiserl. Bio. Anstalt f. Landw.* 6, Berlin 1908, 2-27.
- Küster, Ernst:** Pathologische Pflanzenanatomie. – Gustav Fischer, Berl. 1903, 312 s.
- Lansade, M.:** Recherches sur la Fusariose ou pourriture seche de la pomme de terre, *Fusarium caeruleum* (Lib.) Sacc. – *Bull. tech. Inform. Ingen. Serv. Agric.*, 40, 1949, 419-432, (efter *Boyd*, 1952d).
- Recherches sur la Fusariose ou pourriture seche de la pomme de terre. – *Ann. Inst. nat. Rech. agron. Paris, C (Ann. Epiphyt)*, 1, 1950, 157.
- McKee, R. K.:** Dry-rot disease of the potato, II. Fungi causing dry-rot of seed potatoes in Britain. – *Ann. Appl Biol.*, 39, 1952, 38-43.

- McKee, R. K.*: Dry-rot disease of the potato. VIII. A study of the pathogenicity of *Fusarium caeruleum* (lib) and *Fusarium avenaceum* (fr.) sacc. – *Ann. Appl. Biol.*, 41, 1954, 417-434.
- Host parasite relationships in the dry-rot disease of potatoes. – *Ann. appl. Biol.*, 43, 1955, 147-148.
- Mooi, J. C.*: Het fusarium-rot of droogrot bij aardappeln. – *Landbouwk. Tijdschr.*, 62, 1950, 712-724.
- Moore, E. S.*: Physiology of *Fusarium caeruleum*. – *Ann. Bot.*, 38, 1924, 137-163.
- Moore, F. Joan*: A comparison of *Fusarium avenaceum* and *F. caeruleum* as causes of wastage in stored potato tubers. – *Ann. Appl. Biol.*, 32, 1945, 304-309.
- Mylius, G.*: Das Polyderm. Eine vergleichende Untersuchung über die physiologischen Scheiden: Polyderm, Periderm und Endodermis. – *Biblioth. Bot.*, 18, (79), 1913, 1-119.
- Olufsen, L.*: Untersuchungen über Wundperidermbildung an Kartoffelknollen. – *Bot. Centbl.*, Beihefte 15, 1903, 269-308.
- Peacock, W. M., R. C. Wright & T. M. Whiteman*: Controlling the shrinkage of skinned potatoes in storage. – *Proc. am. Soc. Hort. Sci.*, 29, 1932, 415-419.
- Pearsall, W. H. & J. H. Priestley*: Meristematic tissues and protein isoelectric points. – *New Phytol.*, 22, 1923, 185-191.
- Pethybridge, G. H.*: Investigations on potato diseases (eight report), III. Dry-rot of the tuber. – *Jour. Ireland Dept. Agr. and Tech. Instr.*, 17, 1917, 601-603.
- & *H. A. Lafferty*: Further observations on the cause of the common dry-rot of the potato tuber in the British Isles. – *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.*, 15 N.S., 1917, 193-222.
- Pingus, G. & K. V. Thimann*: The Hormones. – Academic Press, New York, 1948, vol. 1, 886 sider.
- Priestley, J. H.*: Suberin and cutin. – *New Phytologist*, 20, (1), 1921, 17-19.
- & *Lettice M. Woffenden*: Physiological studies in plant anatomy, V. Causal factors in cork formation. – *New Phytologist*, 21, 1922, 252-268.
- The healing of wounds in potato tubers and their propagation by cut sets. – *Ann. Appl. Bio.*, 10, (1) 1923, 96-115.
- Rhodes, Edgar*: Chemical nature of the membran of potato cork. – *Bio. Chem. Jour.* 19, 1925, 454-464.
- Sawyer, R. L. and O. Smith*: A study of the oxygen-periderm relationship in potato tubers and the effect of oxygen on the normal breaking of the period. – *Amer. Potato J.*, 32, (1), 1955, 15-22.
- Schippers, P. A.*: Some factors influencing the keeping quality of potatoes. – *Netherlands J. agric. Sci.*, 3, 1955, 305-310.
- Schmidt, E.*: Schädigungen der Kartoffel durch Pilze der Gattung *Fusarium* Lk. – *Arb. Biol. Abt. (Anst.-Reichsanst.)*, Berlin, 15, 1928, 537, (after McKee) 1954.
- Shapavalov, M. & H. A. Edison*: Woundcork formation in the potato in relation to seed piece decay. – *Phytopathology*, 9, 1919, 483-496.

- Sherbakoff, C. D.*: Fusaria of potatoes. – Cornell Agric. Exp. Sta., Memoir no. 6, 1915, 95-270.
- Sifton, H. B.*: Airspace tissue in plants. – Bot. Rev., 11, 1945, 108-143.
- Small, J.*: Hydrogenion – concentration in plant cells and tissues. – Proto-plasma-Monographien Berlin. 2, 1929.
- Smith, W. L.*: Effect of storage temperatures, injury and exposure on weight loss and surface discoloration of new potatoes. – Amer. Potato J., 29, (3), 1952, 55-61.
- Star, G. H.*: The effect of “corking over” process in wounded potato tubers and the relation to dry-rot infection. – J. Colorado-Wyoming Acad. Sci. (Abstr.) 2, (1), 1935, (after Boyd, 1952).
- Steele, Catherine*: An introduction to plant biochemistry. – London, 1949, 346 sider.
- Steward, F. C.*: The absorption and accumulation of solutes by living plant cells. X. 3. The effect of low temperature storage on meristematic activity of cells of potato tuber. – Ann. Bot., 7, 1943, 242-244.
- Werner, H. O.*: Cellar and cold storage of sound and mechanically damaged Triumph seed potatoes. – Nebr. Agric. Exp. Sta. Res. Bull., 88, 1936, 1-59.
- Wound healing in potatoes (Triumph variety) as influenced by type of injury, nature of initial exposure and storage conditions. – Res. Bull. 102, Nebraska Agric. Exp. Sta., 1938, 1-40.
- The effect of size of tubers and seed-pieces in western Nebraska dryland potato culture. – Amer. Potato J., 31, 1954, 19-27.
- Weiss, F., Lauritzen & Philip Brierley*: Factors in the inception and development of Fusarium rot in stored potatoes. – U.S.D.A. Tech. Bull, 62, 1928, 1-35.
- Wisselingh, van C.*: Sur la Lamelle subereuse et la Suberine. – Arch. Neerlandaises etc., 26, 1892, 305-353.