

Såringens indflydelse på kartoflers ånding

Ved JOHS. BAK HENRIKSEN

589. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Undersøgelserne, der er udført på statens forsøgsstation ved Studsgaard, har haft til formål at belyse hensyn, der skal tages til respirationen under opbevaring af kartofler.

Beretningen er udarbejdet af assistent *Johs. Bak Henriksen*, Studsgaard.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indledning

Kendskab til åndingsintensiteten under og efter forskellig behandling af kartofler giver muligheder for at vurdere, hvor store mængder ilt og tørstof kartofler forbruger, og hvor store mængder kuldioxid, vand og varme de producerer under forskellige forhold. De respirationsundersøgelser hos sårede og usårede kartofler, der omtales i det følgende, iværksattes i efteråret 1956 for til brug ved opbevaringsforsøg at skaffe oplysninger om stofskifteprocesserne hos kartofler under og efter en sårhelingsperiode.

Stick viste i 1891, at åndingen blev mindre, når en gennemskåret kartoffel blev sat sammen ved hjælp af gelatine, end når dette ikke skete. *Richard* (1896) undersøgte såringens virkning på respirationen hos kartofler og andre planter og fandt, at et respiratorisk maksimum som oftest forekom i løbet af de første 2 dage efter såring.

En revne ind i knolden, fandt *Lutman* (1926), havde en mindst lige så stor virkning på respirationen som et tangentialt snitsår af samme areal som revnens to sårflader. Stød, frembragt ved slag eller fald, synes ifølge *Lutmans* undersøgelser kun at have en ringe virkning på respirationen, hvis kartofflens hud ikke sprænges ved stødet.

Hopkins (1927) målte respirationen hos ituskårne kartofler og bestemte variationen i sukkerkoncentrationen. Ved såringen blev

sukkerindholdet forøget med 53-65 pct. Forøgelsen var størst i cellerne nær sårfladen, og det maksimale sukkerindhold forekom flere dage efter såring og efter den maksimale respiration.

Kort efter, at kartofler er taget op, stiger deres respiration; men denne stigning er næppe alene afhængig af den såring, der vil forekomme under kartoflers optagning. Som et eksempel på, at andre forhold end såring kan bevirke en forholdsvis hurtig stigning i respirationen, kan anføres, at kort efter, at kartofler er flyttet fra lavere til højere temperatur, vil de oftest have en større respiration end tilsvarende kartofler, der hele tiden har været opbevaret ved den højere temperatur (*Kimbrough, 1925; Appleman & Smith, 1937*).

Beskrivelse af apparatur og målingernes udførelse

Respirationsmålingerne udførtes i specielt byggede respirometre, hvor forbruget af ilt måltet manometrisk og udskillelsen af kuldioxid ved titrering. Ved denne metode kunne det ses, om såringen havde nogen indflydelse på luftstofskiftekvotienten samtidig med, at respirationen på en nem måde blev kontrolleret ved dobbeltmålinger.

Et enkelt respirometer (fig. 1) bestod af en 5 l klar flaske med en åbning foroven på 70 mm og en åbning i siden ved bunden på 10 mm.

5 l flasken blev foroven lukket med en stor gummiprop med tre huller, et hul til et termometer, et til et T-rør og et til et glasrør med 4 grene. Gennem den ene gren var der forbindelse med den store flaske, gennem den anden gren med manometret, gennem den tredje gren med buretten, og gennem den fjerde gren kunne der ved åbning af en hane skaffes forbindelse mellem flasken og den ydre atmosfære. Den ene af T-rørets grene gik gennem den store gummiprop og ned i en gummiprop, i en konisk kolbe (100 el. 150 ml). Den anden havde forbindelse med manometret, og gennem den tredje kunne der skaffes forbindelse mellem kolben og den ydre atmosfære ved at åbne for en hane.

Den lille kolbe havde ingen åbninger i forbindelse med den

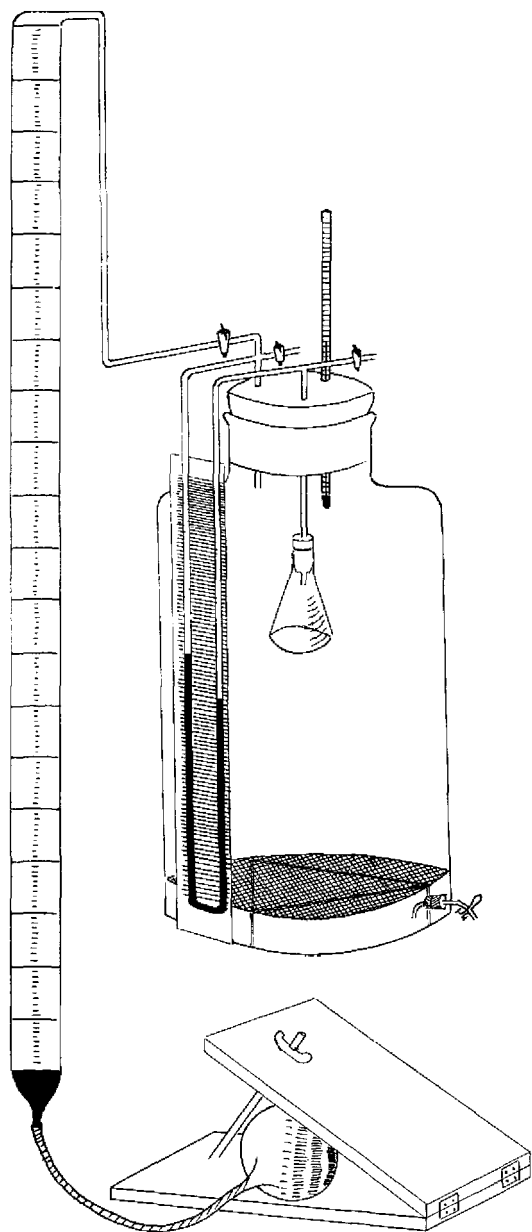


Fig. 1. Respirometret, der er anvendt ved målingerne

store flaske udover manometret, og den var anbragt i den store flaske for at sikre, at luften i den holdt samme temperatur som luften i den store flaske

Kartoflerne blev anbragt på et trådstativ, der var hævet lidt over bunden af flasken. Den CO_2 , de udskilte, blev opsamlet i en 0,1 eller 1,0 n NaOH-opløsning i bunden af den store flaske. Gennem hullet forneden i siden af flasken var det muligt at aftappe NaOH-opløsningen og ved at tilsætte samme mængde NaOH, som var aftappet, opretholdtes det oprindelige tryk i flasken.

Efter at apparatet var stillet op, som vist i fig. 1, kartoflerne anbragt på trådstativet i bunden af flasken og temperaturen den samme i kolben som i 5 l flasken, kunne forsøget påbegyndes. Det blev indledt med at lukke de to haner, hvorigennem der var forbindelsen fra kolben og fra 5 l flasken til den ydre atmosfære. Ved lukningen stod manometervæsken (parafinolie farvet med Sudan III) lige højt i manometrets to grene, og trykket i den lille kolbe var det samme som i den store flaske og lig atmosfæretrykket ved hanernes lukning.

Den reduktion af lufttrykket i den store flaske, der skete ved kartoflernes ånding, viste sig ved, at manometervæsken steg i den manometergren, der havde forbindelse med den store flaske, og faldt i den anden gren.

Når iltforbruget skulle måles, blev parafinolien fra gummi-bolden trykket op i buretten, til væsken igen stod lige højt i manometrets to grene. Ved at korrigere den mængde ilt, parafinolien i buretten havde erstattet, for barometerstanden og temperaturen ved lukningen af den lille kolbe, samt for eventuelle temperaturændringer efter lukningen af den lille kolbe, fandtes den forbrugte mængde ilt. Den forbrugte mængde ilt blev erstattet ved at sænke parafinolien i buretten ned til 0-stillingen og tilsætte ren ilt, indtil væsken igen stod lige højt i manometrets grene. Ved senere målinger aflæstes væskehøjden i manometrets grene efter og før iltpåfyldning, og buretten blev kun anvendt til at måle hældningskoefficienten for forholdet mellem inddelingerne (millimeterpapir) på manometret og forbruget af ilt. Ved denne metode fås iltforbruget ved at gange ændringen i væskehøjde i manometrets grene med hældningskoefficienten og korrigere for barometerstand og temperatur.

Forsøgsplaner og undersøgelsernes resultater

Undersøgelserne er udført med Bintje, der var taget forsigtigt op med hånden den 3/10 1956, vasket ved overbrusning, hensat en måned ved 8-13° C og derefter opbevaret ved 3° C indtil forsøgets begyndelse den 21/11.

Respirationen er målt hos kartofler, der var såret på følgende måder: 1) usåret, 2) såret ved to gange at falde fra 80 cm højde mod en glat flade (hård masonite), 3) såret ved to gange at falde fra 80 cm højde mod en ru flade (flintpapir 2½) og 4) såret med een ca. 60 mm lang, 6 mm bred og 3 mm dyb halvcirkelformet afskrælning fra topende til navleende.

Hvert forsøgsled omfattede 15 ensartede kartofler, der tilsammen vejede eet kg.

Før og under såringen blev kartoflerne opbevaret ved 3° C. Straks efter såring blev respirometrene med kartoflerne flyttet til 18° C, hvor de stod fra den 21/11 til den 7/12, for derefter igen at blive flyttet til 3° C.

Den 3/12 kunne begyndende spiring iagttages hos nogle af de kartofler, der var såret med et ca. 6 mm bredt og 3 mm dybt snit, den 7/12 havde enkelte af disse kartofler indtil 2 mm lange spirer, og blandt de andre sårede og de usårede kartofler kunne begyndende spiring iagttages som lyse forhøjninger i øjnene. Efter flytningen til 3° C standsede spiringen.

Da åndingsintensiteten har været ret jævnt aftagende, efter at spiringen var påbegyndt, har den virkning, den begyndende spiring har haft på åndingsintensiteten, inden kartoflerne blev flyttet tilbage til de 3° C, formodentlig været lille i forhold til virkningen af såringen.

Selve flytningen til 3° C den 7/12 synes hverken hos de usårede eller hos de sårede kartofler at have haft nogen videre indflydelse på respirationsintensiteten (fig. 2 og 3).

I figur 2 er den egentlige ordinat γ -mol O₂ og i figur 3 γ -mol CO₂. Ved en sådan molekylær opstilling af resultaterne fra respirationsmålingerne er det muligt direkte at sammenligne figurerne, let ud fra figurerne at omregne til andre enheder og let at beregne et stærkt tilnærmet udtryk for tørstofforbrug og vand- og varmeproduktion ved en given respirationsgrad. Men da enhederne,

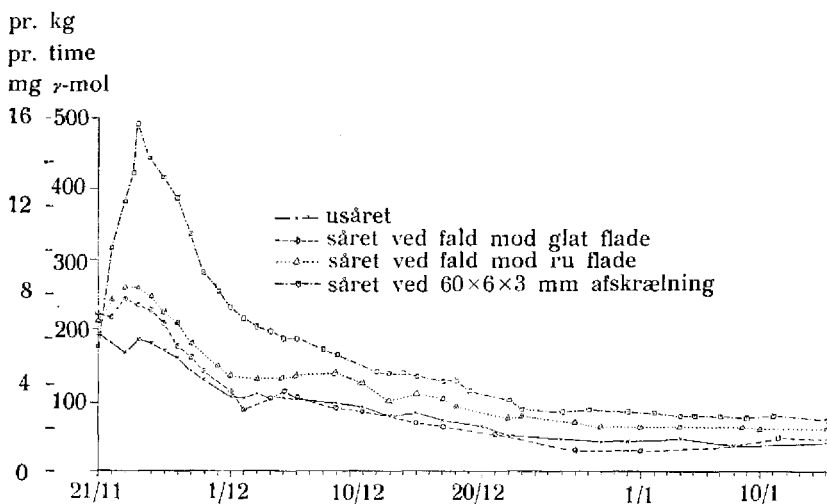


Fig. 2. Iltforbrug efter forskellige grader af såring
(Consumption of oxygen after different rates of wounding)

mg ilt eller mg kuldioxyd, oftest er anvendt ved opgørelse af respirationsundersøgelser, er disse opført i figurerne sammen med de molekulære enheder og enheden, mg ilt, i det følgende benyttet som betegnelse for respirationsintensiteten.

En sammenligning af figurerne 2 og 3 viser, at forbruget af ilt og produktionen af kuldioxyd hyppigt har været af omtrent samme størrelsesorden og luftstofs-kvotienten, $\frac{CO_2}{O_2}$, derfor omkring 1,0.

Lige efter flytning til 18° C havde de usårede kartofler et iltforbrug på 6 mg pr. kg kartofler pr. time, der i løbet af de første 9 dage faldt til 3,5 mg/kg/time for derefter at aftage langsomt mere til sidst i december, hvor iltforbruget var 1,5 mg/kg/time.

Respirationsintensiteten, der har været størst 2-3 dage efter såring, har været stærkt afhængig af såringsmåden. En væsentlig forøgelse i respirationsintensiteten blev fremkaldt ved den 6x3 mm afskrælning fra topende til navleende, mens såring ved fald mod ru flade og især ved fald mod glat flade kun har fremkaldt en mindre forøgelse i respirationsintensiteten.

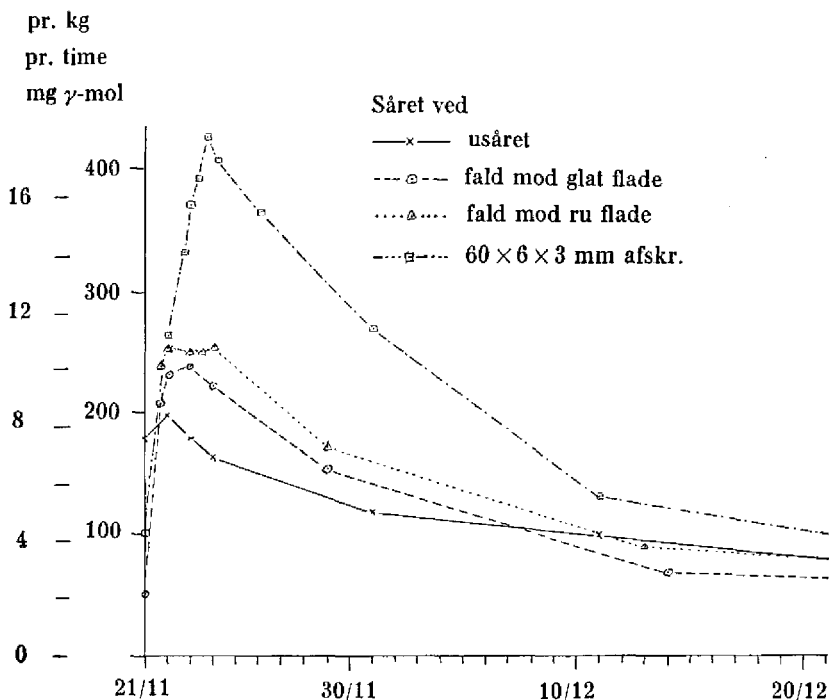


Fig. 3. Kuldioxydudskillelse efter forskellige grader af såring
(Formation of carbon dioxide after different rates of wounding)

Såring ved den 6 × 3 mm afskrælning forøgede respirationen indtil 2½ gang og bevirkede en fordobling af respirationen i det meste af de 2 måneder, den egentlige forsøgsperiode varede. Den forøgelse i respirationsintensitet, såring ved fald mod ru flade fremkaldte, var lige efter såring ca. 2 mg O₂/kg/time, men faldt i løbet af 6 dage til ca. 1 mg/kg/time og holdt sig på dette niveau i det meste af den senere del af forsøgsperioden. Såring ved fald mod glat flade gav til at begynde med en forøgelse af respirationsintensiteten på 1 til 1½ mg O₂/kg/time, men efter 10 dages forløb var respirationsintensiteten af samme størrelsesorden som hos de usårede, og aftog derefter til et lidt lavere niveau.

Ved den kraftigste såring, såring ved 6 × 3 mm afskrælning, har det maksimale iltforbrug været næsten 16 mg/kg/time eller omregnet til ml ved normalomstændigheder 11,2 ml/kg/time.

Oversigt

Åndingen hos sårede kartofler er undersøgt for at få oplysninger om luftstofsiftet ved forskellige grader af såring hos kartofler, der i den første tid efter såring anbringes ved temperaturer, hvor sårene kan hele hurtigt.

Kartoflerne var i de første 16 dage efter såring anbragt ved 18° C og derefter ved 3° C. Forsøget blev påbegyndt den 21. november 1956, og respirationen målt i specielt byggede respirometre, hvor forbruget af O₂ målt manometrisk og udskillelsen af CO₂ ved titrering.

Efter en maksimal respiration hos de sårede kartofler 2-4 dage efter såring var respirationen både hos de sårede og de usårede kartofler faldende.

Lige efter flytning til 18° C havde de usårede kartofler et forbrug af ilt på 6 mg/kg/time, i løbet af de første 9 dage ved 18° C aftog det til 3,5 mg/kg/time og var derefter langsomt faldende til kun 1,5 mg/kg/time sidst i december.

Såring med en ca. 6 mm bred og ca. 3 mm dyb afskrælning forøgede respirationen indtil 2½ gang og bevirkede en fordobling af respirationen i det meste af de to måneder, den egentlige forsøgsperiode varede.

Kartofler, der var såret ved fald mod ru flade, forbrugte i de første dage efter såring 2 mg O₂/kg/time mere end de usårede kartofler. Efter 6 dages forløb faldt forskellen i respirationsintensitet til 1 mg O₂/kg/time og holdt sig på dette niveau i resten af forsøgsperioden.

SUMMARY

The respiration of wounded potatoes was examined in order to get some information about the consumption of oxygen and the formation of carbon dioxide, water and heat after different rates of wounding by potatoes placed the first time after wounding at a temperature suitable for woundhealing. For woundhealing the potatoes was in the first 16 days after wounding placed at 18° and then at 3° C.

The experiment was started the 21st November and the respiration was measured in especially constructed respirometers, where the consumption of oxygen was measured manometrically and the formation of carbon dioxide by titration.

The wounded potatoes had a maximal respiration 2-4 days after wounding and thereafter the respiration was falling as well by the wounded as by the unwounded potatoes. Removal of the tubers from 18° to 3°C did not seem to influence much on the respiration intensity.

Just after the start of the experiment the oxygen consumption by the unwounded tubers was 6 mg per kg potatoes per hour, and in the course of the first 9 days at 18°C. it was falling to 3,5 mg/kg/hour and then it fell to only 1,5 mg/kg/hour in the late December.

In the first days after wounding of tubers with a semicircular peeling about 6 mm wide and 3 mm deep from the root end to the top end, the respiration was 2½ time as big as the respiration by the unwounded tubers, and during most of the two months the experiment lasted, it was more than twice as big as the respiration by the unwounded tubers.

In the first days after wounding tubers wounded by fall towards rough surface used 2 mg oxygen/kg/hour more than unwounded tubers. After 6 days the difference in respiration intensity had fallen to 1 mg oxygen/kg/hour and so it was during the rest of the experimental period.

L I T T E R A T U R

Appleman, Charles O. & C. L. Smith: Effect of previous cold storage on the respiration of vegetables at higher temperatures. - Jour. Agr. Res., 53 (1937): 557-580.

Dixon, Malcolm: Manometric methods. - The University Press, Cambridge, 1952, 167 s.

Hopkins, E. F.: Variation in sugar content in potato tubers caused by wounding and its possible relation to respiration. - Bot Gaz. 84 (1927): 75-88.

Kimbrough, W. D.: A study of respiration in potatoes with special reference to storage and transportation. - Ann. Rep. Maryland Agr. Exp. Sta., 276 (1925): 49-72.

Lutman, B. F.: Respiration of potato tubers after injury. - Torrey Bot. Club, 53, (1926): 429-455.

Richards, H. M.: The respiration of wounded plants. - Ann. Bot., 10 (1896): 531-582.

Stick, Conrad: Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung and bei Verletzungen. - Flora (N.R., 49). 74 (1891): 1-57.