

## Plantefysiologiske Meddelelser. III.

Ved Laboratorieassistent W. Johannsen.

### Om Kartofflens Stofskifte\*).

I Landbrugsordbogen (under Artiklen »Kartoffelknoldens Fysiologi«, hvortil henvises) angives, at der næppe, i alt Fald kun i ringe Mængde, findes Sukker i den hvilende, modne Kartoffelknold. Saalænge Knolden ikke er moden, findes derimod Sukker; thi som Sukker, især Druesukker, føres de i Løvbladene dannede Kulhydrater ned til Knoldene, for her, som Stivelsekorn, at aflejres til senere Forbrug. Under Spiringen omdannes Stivelsen atter til Sukker, for at kunne føres ud til de unge Skud, og derfor finder man under denne Periode paany Sukker i Knoldene. I et vist Tilfælde synes det dog, at der kan optræde Sukker i Kartoffelknoldene under Hviletiden, nemlig naar Kartofflerne have været frosne. Dog ere de kemiske Analyser modsigende; nogle Undersøgere fandt en betydelig Sukkerdannelse efter Frysning og paafølgende Optøning, andre intet eller næsten intet Sukker.

Saaledes stod vort Kjendskab, indtil det for nylig lykkedes Müller-Thurgau i Geisenheim at bringe Klarhed i Sagen. Det viste sig snart, at Sukkerdannelsen, hvorved Kartofflerne, som bekjendt, faa en ubehagelig, vammel sød Smag, ikke staaer i noget som helst Forhold til Frysningen, men at denne »Sødning« forarsages af en ejendommelig Indflydelse, som lav Temperatur har paa Stof-

\*) Væsentligt efter Müller-Thurgaus Afhandling i »Landwirthschaftliche Jahrbücher« 11te Bd. S. 751—828.

skiftet i Knoldene; og at Kartoffler aldrig blive søde ved selve Frysningen, men derimod ved Temperaturer, der ligge over Kartofflernes Frysepunkt. Müllers Undersøgelser, der ogsaa have omfattet andre Planter og Plantedele, have, foruden praktisk Interesse, tillige stor Betydning for Læren om Planternes Stofskifte i Almindelighed. De fortjene derfor en ikke for flygtig Betragtning.

Aarsagen til »Sødningen« var hidtil ikke kjendt. Det var iagttaget, at Kartoffler blive søde, naar de udsættes for lav Temperatur, og deraf har man draget den Slutning, at Sukkerdannelsen var en Følge af Frysning. Lykkedes nu ikke de anstillede Forsøg paa at faa Kartofflerne gjorte søde ved Frysning, saa mente man, at de forskjellige Kartoffel-sorter forholdt sig forskjelligt. Flere Plantefysiologer troede af samme Grund, at Sødningen slet ikke fremkaldtes af den lave Temperatur, men tænkte snarere paa en Virkning af begyndende Spiringsprocesser.

Ved tidligere Forsøg angaaende Isdannelsen hos Planterne i Kulden, lod Müller Kartoffler i Hundredevis fryse; dog fandt han aldrig nogen Smagsforandring efter denne Behandling. Ved disse Forsøg bleve Knoldene hurtig afkølede, medens Knolde, der opbevares i Kjældere, hvor man hyppigere har Lejlighed til at finde søde Kartoffler, sædvanligvis først lidt efter lidt afkøles. Derfor maatte det først prøves, om Frysningens Hurtighed havde nogen Betydning med Hensyn til Sødningen. Af 12 Kartoffler, der vare udsøgte saa ensartede som muligt, analyseredes fire strax. Fire andre afkølede hurtig ved Hjælp af en Kuldeblanding (findelt Is og Salt), saa at de efter faa Timer vare aldeles stivfrosne. De fire sidste Knolde bleve lidt efter lidt, i Løbet af 14 Dage, afkølede til Frysning. Der fandtes da (af Friskvægten):

i de fire ikke frosne Knolde i Gjennemsnit	0.30	‰	Sukker,
— hurtig	—	—	—
—	—	—	—
— langsomt	—	—	—
	0.31	‰	—
	0.32	‰	—

Heraf sluttedes det, at der kun ved langsom Frysning dannes Sukker.

Hvad er nu Forskjellen mellem de to Frysningmaader? I begge Tilfælde maa Knoldenes Temperatur, inden Frysning kan indtræde, synke temmelig langt ned under deres egentlige Frysepunkt\*); først ved  $\div 3^{\circ}$  eller endnu stærkere Afkøling begynder Isdannelsen, der da, baade ved den langsomme og den hurtige Afkøling, foregaaer temmelig brat. Forskjellen er altsaa den, at ved rask Afkøling naaes hurtig den nævnte, lave Temperatur, derimod langsomt ved langsom Afkøling. Her maa det ogsaa erindres, at selv i kolde Vintre kunne Kjælderne længe være afkølede under  $0^{\circ}$ , inden Temperaturen synker ned til 3 Graders Kulde. Det syntes derfor berettiget, at formode, at Aarsagen til Sødningen var den lange Dvælen ved lav, dog endnu ikke Frysning fremkaldende Temperatur. De anstillede Forsøg bekræftede ogsaa dette; Kartofflerne vare søde efter nogen Tids Opbevaring ved  $0^{\circ}$  à  $\div 2^{\circ}$ , medens derimod Knolde, der hurtig bleve bragte til Frysning og derpaa ved den nævnte Temperatur opbevaredes i længere Tid i frossen Tilstand, ikke dannede Sukker. Afkøling under  $0^{\circ}$  er ikke nødvendig, allerede ved denne Temperatur kan der samles meget Sukker.

Det Sukker, der saaledes kan ophobes, er for største Delen »reducerende«, rimeligvis især Druesukker; desuden findes et andet opløseligt Kulhydrat, som synes at være Rørsukker.

Alle undersøgte Kartoffler bleve mere eller mindre søde ved i længere Tid at opbevares paa den angivne Maade. Der viste sig imidlertid store individuelle Forskjelligheder mellem Knoldene, og Størrelsen af Knoldene stod ikke i noget bestemt Forhold til disse Forskjelligheder. Det kunde derfor ikke nytte at anvende mindre end

---

\*) Omtrent  $\div 1^{\circ}$  Celsius. Saftige Organer forholde sig til Indvirkning af Kulde paa lignende Maade som Saltopløsninger. Ved Frysningen udskilles ren Is i Krystaller; men for at Vandet saaledes kan adskilles fra de faste Stoffer, er en stærkere Kulde nødvendig, end til Frysning af rent Vand.

Hundredevis af Kartoffler ved hvert Forsøg, dersom Gjennemsnitstallene skulde have noget Værd; men med saadanne Masser vilde Arbejdet næsten blive uoverkommeligt. For at studere Sukkerophobningens Forløb benyttede Müller en anden Fremgangsmaade, efter at det først var blevet paavist, at Sukkermængden er fordelt ligelig omkring Knoldenes Længdeaxe, og at man fik godt overensstemmende procentiske Resultater, naar man sørgede for i hver Del af Kartofflen at faa lige mange »Øjne«, eller ogsaa skar Øjnene og de nærmest liggende, altid sukkerfattige, Egne ud. Det viste sig endvidere, at hos søde Kartoffler er den forreste Del (»Spidsen«, altsaa modsat den Side, hvor Knolden var fæstet til Moderplanten), der har flest og tilmed de største Øjne, fattigere paa Sukker end den bageste Del. Derfor kan man ikke ved Deling paa tværs faa ensartede Stykker.

Kartoflerne bleve afkølede til  $0^{\circ}$ , og efter en vis Tid udtoges én, der efter Længden blev delt i tre eller fire, saa vidt muligt lige store Dele. I den ene Del blev strax Sukkermængden bestemt, de andre Dele lagdes tilbage i Isbeholderen. Efter en bestemt Tids Forløb udtoges og undersøgtes det andet Delstykke og senere det tredie o. s. v. Den samme Behandlingsmaade anvendtes nu paa mange Kartoffler i forskjellige Tidsrum, og der opnaaedes saaledes en stor Mængde Bestemmelser, hver især svarende til Virkeligheden. Ihvorvel hver enkelt Bestemmelse af Sukkerophobningens Forløb ikke er fuldstændig, men kun giver Oplysning om en begrænset Tid, saa viser Sammenstillingen dog aldeles tydelig denne Regel: I ikke søde Kartoffler, der udsættes for en Temperatur af  $0^{\circ}$ , er Sukkerophobningen i Begyndelsen (de første 8 Dage) ringe, derpaa bliver den efterhaanden stærkere; men efter omtrent ialt 4 Uger paany langsommere.

Hvorfor Sukkerdannelsen i Begyndelsen er ringe, skal siden nævnes; den senere Aftagen mener Müller at maatte forklare ved Nærværelsen af det dannede

Sukker\*). Alle Kartoffler vise vel Overensstemmelse med Hensyn til det her skildrede Forløb af Sukkerophobningen, derimod findes der, som sagt, stor Forskjel med Hensyn til den absolute Sukkermængde. En Kartoffel, som i Begyndelsen ophober mindre Sukker end en anden, vil ogsaa senere staa tilbage for denne. Det vides ikke endnu, hvad Aarsagen er til disse individuelle, ofte meget store Forskjelligheder.

Ved Hjælp af den nævnte Fremgangsmaade blev der ogsaa leveret det fornødne, nøjagtige Bevis for at selve Frysningen ikke fremkalder Sukkerdannelse. Derimod udlødes Sukkeret langt hurtigere af ihjelfrosne og atter optøede, end af ikke frosne, sødede Kartoffler. Dette skeer, fordi Celleslimen, naar den dræbes, bliver let gennemtrængelig for de i Cellesaften opløste Stoffer, medens disse vanskelig, eller slet ikke, kunne komme ud gennem den levende Celleslim. Selv om en frisk Kartoffel rives til en temmelig fin Dejg, ville langtfra alle Celler strax blive dræbte, og Udludningen derfor foregaa mindre hurtigt.

Som bekendt miste Kartofflerne under Opbevaringen i Løbet af Vinteren en Del af deres Stivelse. Dette skyldes Knoldenes Stofskifte, der ingenlunde ganske er standset. Vi maa skjelne skarpt mellem to Processer, der samtidig foregaa i de » hvilende » Knolde. For det første selve Aandedrættet, hvorved der optages Ilt og udskilles Kulsyre. Aandedrættet er uadskilleligt knyttet til den levende Celleslim. Det Stoffab, der er en nødvendig Følge af Aandedrættet, kan Celleslimen dække ved

---

\*) De senere (S. 179) omtalte Forsøg med skrumpede Kartoffler o. s. v. synes vel at antyde en Indflydelse af Cellesaftens Koncentration paa Sukkerdannelsen. Men at selve det ophobede Sukker direkte hæmmer den videre Sukkerdannelse maa, efter Laboratorieforsøgene Kjeldahls Undersøgelser over sukkerdannende Fermenter, betvivles. Snarere kunde man tænke paa en indirekte Virkning; thi at den rigelige Sukkermængde eller den stærkere Koncentration paavirker Knoldenes Stofskifte, er sikkert nok. Det vilde føre for vidt, her nærmere at gaa ind paa Sagen.

at forbruge af Oplagsnæringen, idet den optager (Drue-) Sukker, der forsvinder som saadant. Den anden Proces er Sukkerdannelsen af Stivelse, som er den rent kemiske Virkning af et opløseligt Ferment (Gjærstof), altsaa ikke bunden til levende Celleslim.

Begge Processer kunne foregaa samtidig i samme Celle, men ofte foregaa de (tildels) adskilte. Hos spirende Kartoffler dannes saaledes i Knoldenes Celler af den der-værende Stivelse det Sukker, som er nødvendig for de nye Skuds Ernæring; men undertiden tilføres der ikke Cellerne i de nye Skud saa meget deraf, som der er Brug for. Cellernes Livsvirksomhed hæmmes ved en saadan »Sult«, og den udskilte Kulsyremængde bliver ringere, end den kunde være. Vi skulle nedenfor sé, at en saadan »Sult« kan indfinde sig endog hos Knoldens Celler, der indeholde betydelige Mængder af Stivelse; thi Stivelsen kan ikke umiddelbart, men først efter Omdannelse til Sukker, optages i Celleslimen.

Varmen paa virker i høj Grad Aandedrætsprocessen, der er svagere ved de lavere Varmegrader. Med synkende Temperatur, indenfor de Grænser der her have Betydning, aftager Fermentets Virkning langsommere end Aandedrættet. Saaledes kan ved højere Temperaturer (f. Ex. 20 à 30°) alt det Sukker, som Fermentet danner af Stivelsen, forbruges af Celleslimen — ja det dannede Sukker kan endog være utilstrækkeligt. Ved lav Temperatur (f. Ex. 1—2°) frembringer derimod Fermentet mere Sukker, end der kræves til det svagere Aandedræt. Et Tilfælde, som det sidstnævnte, har man, efter Müllers vistnok rigtige Mening, naar Kartofflerne, paa Grund af kold Opbevaring, blive søde.

Denne Anskuelse forklarer ogsaa, hvorfor Sukkerophobningen hos Kartoffler er betydelig større ved 1 à 2 Graders Kulde, end ved 0°. Thi medens Aandedrættet ved ÷ 1 à 2° synker ned til at blive yderst svagt, er det ved 0° ikke ubetydeligt; derimod er der næppe stor Forskjel i Fermentets Virkning ved disse Varmegrader.

For yderligere at prøve denne Forklarings Rigtighed, foretoges talrige Forsøg angaaende forskellige Temperaturs Indflydelse paa Sødningen. Denne Indflydelse er meget betydelig, hvilket sees af følgende Gjennemsnitstal, beregnede af ti Forsøg med tredelte Knolde. Der samledes ved 0°: 2.35 0/0, ved + 3°: 0.65 0/0 og ved + 6° kun 0.35 0/0 Sukker i Løbet af 40—50 Dage\*). Ved disse Forsøg viste det sig ogsaa, at de individuelle Forskelligheder mellem Knoldene fremtræde mindst lige saa stærkt ved 3° og 6°, som ved 0°. Den Varmegrad, ved hvilken Kartoflerne ikke mere ophobe Sukker, er forskjellig for de forskjellige Individuer. Knolde, som ved 0° bleve forholdsvis svagt søde, kunde allerede ved 6° ikke mere ophobe Sukker, medens saadanne, der ved 0° bleve meget sukkerrige, endnu ved 6° dannede mere Sukker, end Celleslimen kunde forbruge. Ved 8° ere Kartofler med tydeligt Sukkerindhold sjældne, og ved 10° kan næppe nogen Knold blive sød.

Det er herefter klart, at naar man i Løbet af Vinteren udtager Kartofler af en Beholdning, saa afhænger det kun af den Temperatur, der har hersket i Opbevaringsrummet, om Knoldene indeholde mere eller mindre Sukker, og heri har man vistnok Aarsagen til de tidligere Modsigelser angaaende Forekomst af Sukker hos modne, »hvillende« Kartofler.

Foruden Temperaturen har ogsaa Knoldenes Vandmængde en stor Indflydelse paa Sødningen, saaledes at en ringere Vandholdighed svarer til en ringere Ophobning. Delvis skrumpede Kartofler spaltedes i tre Stykker, og i det ene Stykke bestemtes den oprindelige Sukkermængde. Af hver Kartoffel lagdes et andet Stykke 4 Timer i Blød for atter at optage Vand. Efter paafølgende Opbevaring ved 0°, fandtes der i de med Vand behandlede Delstykker betydelig mere Sukker end i dem, der ikke havde ligget

\*) Procentangivelserne gjælde i denne Meddelelse overalt Friskvægten. Et Indhold af omtrent 1 0/0 Sukker kan smages.

i Blød. Müller mener, at et lignende Forhold skal være Aarsagen til at frosne Kartoffler ikke samle Sukker, selv ved længere Tids Opbevaring ved 1—2 Graders Kulde (sml. ovenfor), medens ikke frosne ved denne Temperatur hurtig blive søde. I de frosne Knolde er Vandet jo for største Delen udskilt som Is, Cellesaften saaledes yderst koncentreret.

Naar Kartofflerne om Efteraaret optages af Jorden, kunne de ikke strax spire, selv om de udsættes for Betingelser, der om Foraaret, eller blot et Par Maaneder ind i Vinteren, vilde fremkalde en hurtig Spiring. Fremdeles indeholde Kartofflerne om Efteraaret ved sædvanlig Kjælder-temperatur næppe Spor af Sukker, medens man ved samme Varmegrad om Foraaret stedse kan paavise en ganske vist kun ringe Mængde. I alt Fald seer man af de anførte Forhold tydelig, at hele Knoldens Virksomhed maa være anderledes om Foraaret end om Efteraaret.

Det blev nu undersøgt, om Sukkerophobningen i Kulden forløb forskjellig i de to Aarstider. De til Afkøling bestemte Kartoffler indeholdt, frisk høstede, ikke Druesukker. Sødningen skred i Begyndelsen kun langsomt fremad, meget langsommere end naar Knoldene nogle Maaneder senere bragtes i Kulde. Medens Knoldene paa sidstnævnte Tidspunkt kunde ophobe  $\frac{1}{2}$  til 1 % Sukker i 10 Dage, samledes der i de strax efter Høsten afkølede Kartoffler kun yderst ringe Mængder Sukker i samme Tid. Da Kartofflerne, ifølge Forsøgene, om Efteraaret udaande mindre Kulsyre end om Foraaret, altsaa ogsaa maa forbruge mindre Sukker, saa kan man antage, at den langsommere Ophobning har sin Grund deri, at selve Dannelsen af Sukker foregaaer meget svagere umiddelbart efter Modningen, end nogle Maaneder senere.

Det maa dog ikke oversees, at der endnu i August Maaned føres en betydelig Mængde Sukker ned til de endnu i Forbindelse med Moderplanten værende Knolde, hvor det omdannes til Stivelse. Nu vilde det dog være underligt, om Evnen til at danne Stivelse af tilført Sukker



pludselig skulde forsvinde. Tværtimod, det skal siden paavises, at Dannelsen af Stivelse ogsaa i den færdige, »hvilende« Knold spiller en vigtig Rolle. Derfor synes det ingenlunde urimeligt, at der i de nylig modne Kartofler kunde omdannes saa meget Sukker til Stivelse, at det i Forsøgene med frisk optagne Knolde dannede Sukker væsentlig forbrugtes hertil. Imidlertid har videre Undersøgelse viist, at en saadan Stivelsesdannelse ikke eller dog kun i meget ringe Grad kan finde Sted ved den lave Temperatur, som Knoldene i Forsøgene ere udsatte for. Derfor tvinges man til at slutte, at der virkelig med Hensyn til Dannelsen af Sukker, altsaa Fermentvirkningen, er stor Forskjel mellem Kartofler strax efter Modningen og »lagrede« Knolde.

Ved lavere Temperatur, f. Ex.  $0^{\circ}$ , er Cellernes Livsvirksomhed betydelig nedstemt, og Stofforbruget kun ringe. Fermentvirkningen leverer mere Sukker end nødvendigt til Aandedræt og det øvrige Stofskifte — kort sagt, Knolden bliver sød. Stiger Temperaturen, saa forandres Sagen, og ved  $10^{\circ}$  kan Celleslimen anvende alt Sukker, der dannes. Ved endnu højere Temperatur indtræder »Sult«, idet Sukkeret strax forbruges, endog uden at være tilstrækkeligt for at det, til denne Temperatur svarende, stærkere Stofskifte kan naaes. Hvis disse Betragtninger ere rigtige, saa maa sødede Kartofler ved en saadan højere Temperatur, f. Ex.  $20^{\circ}$ , efterhaanden miste Sukkeret. Forsøgene have ganske bekræftet dette. Saaledes bleve sødgjorte Kartofler henlagte i et varmt Værelse. Efter otte Dage var den søde Smag forsvunden. Der blev nu anstillet nøjagtigere Forsøg. Knoldene bleve, efter at være gjorte søde ved 30 Dages Ophold i Is, paa sædvanlig Maade spaltede efter Længden i tre eller fire Dele. For at undgaa, eller dog forsinke, Raaddenskab, bestroedes de godt aftørrede Snitflader med et tyndt Lag pulveriseret Dyrkul. I ét Stykke af hver Knold bestemtes, som sædvanligt, strax den procentiske Sukkermængde; de andre lagdes mellem Filtrepapir i Rum, der holdtes paa ufor-

andrede Temperaturer («Thermostat») og undersøgtes efterhaanden.

Det viste sig da, at Sukkermængden i Begyndelsen aftog stærkt, senere langsommere; det varer længe (indtil over 3 Uger), inden den sidste ringe Sukkermængde forsvinder. Alle Kartoffler følge vel denne Regel; med Hensyn til Aftagelsens Hastighed er der imidlertid, ligesom vi saa ved Ophobningen, store Forskjelligheder mellem de enkelte Knolde. Kartoffler, som ved 0° i samme Tid samle lige meget Sukker, ville ogsaa, med Hensyn til dettes Forsvinden ved højere Temperatur, forholde sig éns. De Kartoffler, som i Kulden ophobe mest Sukker, forbruge det forholdsvis langsomt igjen, og omvendt. Dette staaer i god Overensstemmelse med den givne Forklaring, at Sukkeropsamlingen skal bero paa en Nedsættelse af Livsvirkomheden. De Kartoffler, der let ophobe Sukker, maa »af Naturen« have et mindre energisk Stofskifte end andre, og derfor ville de ikke heller saa hurtig kunde forbruge Sukkeret, naar de atter bringes i Varme.

Kartoffernes Celler lide, som sagt, paa en vis Maade Sult, naar de opbevares ved en Temperatur over 10°. Ved 20° kunde de aande langt stærkere, altsaa forbruge langt mere Sukker, end de sædvanligvis have til Raadighed. Derfor kan man heller ikke undres, fordi sødede (Dele af) Kartoffler, der bringes i Varme, f. Ex. 20°, udskille langt mere Kulsyre, end de ikke søde ved samme Temperatur. Forskjellen mellem de udskilte Mængder Kulsyre er desto større, jo højere Temperaturen er, medens Forsøget varer.

En stor Del af Sukkeret forbruges nu ved dette stærke Aandedræt; men Forsøgene vise, at Kartofflerne stedse mistede en betydelig større Sukkermængde end den, der svarer til den udskilte Kulsyremængde\*). Det tør med stor Sikkerhed paastaaes, at det forsvundne, ikke til

---

\*) Af 180 Vægtdele Druesukker dannes ved Forbrænding 264 Dele Kulsyre og 108 Dele Vand.

Aandedrættets Vedligeholdelse anvendte Sukker, paany omdannes til Stivelse. I ét Forsøg var Stivelsesmængden i et Stykke af en sød Kartoffel c. 15 %. Et andet Stykke af Knolden, der i 5 Dage opbevaredes ved 25 Graders Varme, (uden at Indtørringen kunde ske i nogen forstyrrende Grad), indeholdt c. 17 % Stivelse, altsaa betydelig mere. Flere andre Forsøg gave det Resultat, at søde Kartofler, der i nogle Dage opbevares ved 20° á 30°, maa forøge deres Indhold af Stivelse paa Bekostning af det ophobede Sukker, hvoraf altsaa en stor Del paany omdannes. Naar den Sukkermængde, som Fermentvirkningen maa antages stadig at fremkalde, adderes til den Del af det forsvundne Sukker, som ikke blev brugt til Aandedrættet, saa faaes en betydelig Mængde, der maa siges at være dannet tilbage til Stivelse.

Vi maa altsaa antage, at der i den »hvilende« Knold, ved Siden af Aandedræt og Sukkerdannelse, tillige foregaaer en Stivelsesdannelse, hvorved en Del af det stadig opstaaende Sukker »føres tilbage«. Denne Stivelsesdannelse er, ligesom Aandedrættet, en Livsvirksomhed; paa begge disse Processer har Temperaturen, ligesom ogsaa den i Knolden værende Sukkermængde\*), meget stor Indflydelse. Det sees altsaa, at den, som det synes, »stiltiende vedtagne« Opfattelse, at der kun skulde dannes Stivelse i Knoldene, saa længe de ere i Forbindelse med Moderplanten, ikke er rigtig. Den givne Forklaring af Sukkerophobningen maa nu udvides. Baade Aandedræt og Stivelsesdannelse nedstemmes meget ved den lave Temperatur, medens Fermentets Virkning aftager i forholdsvis langt ringere Grad.

Seer man tilbage paa det Meddelte, saa fremgaaer

---

\*) Det blev før sagt, at en Knold, der let ophober Sukker, af Naturen har et forholdsvis svagt Stofskifte, og at den derfor, bragt i Varme, mister sit Sukker langsomt. Dette Forhold har naturligvis intet at gøre med den Iagttagelse, at (Dele af) en given Knold aander desto stærkere og omdanner desto mere Sukker tilbage til Stivelse, jo større dens ophobede Sukkermængde er.

det, at der, selv i den saakaldte »hvilende« Kartoffel, dog foregaaer et temmelig livligt Stofskifte. Man kunde undres over den betydelige Sukkerdannelse og atter Tilbagedannelse til Stivelse, især da Nyttens deraf, »Hensigten« dermed ikke er i Øjne faldende. Af saadanne Livsprocesser, hvis Hensigt endnu ikke kjendes, findes der imidlertid mange\*).

Naar man afkøler en Kartoffel, som har været opbevaret ved en Temperatur, der har fremkaldt den oftere nævnte »Sult«, saa vil sandsynligvis Celleslimen i Knoldens Celler først restaurere sig ved det Sukker, der ikke, som hidtil, strax maa anvendes til Aandedrættet. Dette maa vel være Aarsagen til det tidligere omtalte Forhold, at Sukkerophobningen ved Afkølingens Begyndelse er ringere, end lidt senere. Denne Formodning staaer i god Samklang dermed, at et ganske kort Ophold ved 0° bevirker, at den »sultende« Kartoffel, naar den paany føres i Varmen, strax aander langt stærkere, end oprindeligt, endskjøndt der endnu ikke, eller dog kun i meget ringe Mængde, er ophobet Sukker. Ligeledes maa det her anføres, at naar Knoldene bringes fra den højere Temperatur til den lavere, saa er Kulsyreudskilningen i Begyndelsen mærkelig svagere end den Udskilning, som noget senere finder Sted ved samme Temperatur. I Overensstemmelse med det hidtil Fremsatte, maa Aarsagen til sidstnævnte Forhold antages (tildels) at være denne: Varmens Aftagen bevirker strax en betydelig Nedstemning af Aandedrætsvirksomheden, inden den nu forholdsvis rigeligere Sukkerdannelse

\*) Med Müller, der, som Exempel herpaa, anfører Dannelsen af Stivelse i Planternes Stængler under Stofvandringen (saakaldet »transitorisk« Stivelse), er Meddelelsen her ikke enig. Af Müllers egne Forsøg fremgik det jo, at en Forøgelse af Sukkermængden bevirkede en forøget Kulsyreudskilning. Stivelsedannelsen, der bidrager særdeles meget til at formindske Sukkermængden, maa derfor sikkert virke i høj Grad »besparende«. Dette turde være af største Betydning for Kartoffelknolden, som ellers maatte lide betydelige Stofftab. En ganske lignende, regulerende Indflydelse, har Stivelsedannelsen i Stænglerne utvivlsomt ogsaa, foruden den vigtige Betydning i osmotisk Henseende.

— paa Grund af Celleslimens »Sult« — kan bidrage til at forhøje Kulsyreudskilningen. Senere fremkalder derimod dette Overskud af Sukker en forøget Udskilning.

Den gamle, sikre Erfaring, at friske Kartofler ikke kunne spire om Efteraaret og i Begyndelsen af Vinteren, selv om de udsættes for de gunstigste Betingelser, er allerede nævnet. Henimod Foraaret kan Spiringen derimod knap tilbageholdes, Skuddene voxe ud, selv under temmelig ugunstige Forhold. Den Periode, i hvilken den modne Kartoffel endnu ikke kan spire, er den egentlige »Hvileperiode«. Vi saa dog, at Navnet ikke er fuldt ud betegnende.

Müller antager, vistnok med Rette, (sml. Angivelsen om Sukkerfordelingen i Knoldene, Side 176), at Cellerne i de stedste stivelsefri Knopper (»Øjnene«) under »Hvilen« befinde sig i »Sultetilstand«, at de ikke have tilstrækkelig Tilførsel af Sukker. For at naa til Knoppens yngste Dele, hvor Celleformeringen under Spiringen skal foregaa, maa Sukkeret endog passere flere Lag sultende, stivelsefri Celler. Paa Grund af disse Forhold er Knoppernes Stofskifte svagt, og Væxt umulig. — Efterhaanden ændres Sagen. I Løbet af Vinteren blive, som sagt, Knoldene lettere søde i Kulden. Heraf maa man slutte, at Sukkerdannelsen er forøget\*), at Mængden af Ferment er tiltaget. Den stigende Sukkermængde gjør nu hele Stofskiftet kraftigere, og utvivlsomt vil der nu ogsaa tilberedes mere og mere af det sukkerdannende Ferment. Herved forøges Sukkerdannelsen stadig, og saaledes naaer en jævnt tiltagende, rigeligere Sukkertilførsel Knopperne. Disses Stofskifte bliver derfor mere og mere livligt og efterhaanden i Stand til at fremkalde Spiring, naar de ydre Forhold ere gunstige.

Dette Forsøg paa at forklare »Hvileperioden« støtter sig især til en Udtalelse af Sachs. Denne Fysiolog for-

\*) Det er meget sandsynligt, at Stivelsesdannelsen af Sukker svækkes med Knoldenes tiltagende Alder. Müller har paa et andet Sted i sin Afhandling gjort opmærksom herpaa. Rimeligvis samvirke begge Omstændigheder.

moder, at det ved saadanne Perioder maaske drejer sig om en meget langsom Tilvirkning af Fermenter i de »hvilende« Organer, og at disse, først naar der har samlet sig en tilstrækkelig Mængde Ferment, kunne erholde den til Udviklingen nødvendige Mængde af opløst Næring. (Forklaringens Rigtighed er dog endnu langtfra at være bevist; hele Forholdet turde være betydelig mere indviklet.)

Dersom den antydede Forklaring er tilnærmelsesvis rigtig, maa en Knold, der ved Kulde gjøres sød og derpaa atter bringes til den oprindelige Varmegrad, ogsaa efter at alt ophobet Sukker er forbrugt, udskille betydelig mere Kulsyre, end før Sødningen. Thi det opsamlede Sukker har strax forstærket Stofskiftet betydeligt; Mængden af Ferment maa derved være bleven forøget, altsaa ogsaa Sukkerdannelsen og derved Kulsyreudskilningen. De anstillede Forsøg have bekræftet denne Slutning.

Fremdeles maa man kunne faa Kartofler til at spire om Efteraaret ved at regulere deres Stofskifte saaledes, at der ogsaa paa denne Tid tilføres en tilstrækkelig Mængde Sukker til Knopperne. Lykkes dette, selv kun i nogen Tid, saa vil der ved det livligere Stofskifte fremkomme saa meget Ferment, at ogsaa det for den videre Udvikling nødvendige Sukker kan blive dannet. En saadan Tilførsel af Sukker er nu mulig, idet man gjør Kartoflerne søde ved et længere Ophold ved 0°, og derpaa bringer dem i Varmen under gunstige Spiringsbetingelser. Som ovenfor omtalt er, selv efter otte Dages Forløb, ikke alt Sukker forsvundet af saadanne Knolde, og indtil dette Tidspunkt kunne Knopperne have begyndt at voxer. Den rigeligere Fermentmængde, som imidlertid er fremkommen, leverer nu en til Spiringens Fortsættelse tilstrækkelig Suktermængde. — Et Forsøg skal omtales. Ti Kartofler gravedes op d. 28. Juli og henlagdes ved 0° indtil d. 6. September. De nu søde Knolde lagdes til Spiring i en Urtepotte, og bleve dækkede med et tyndt Lag fugtig Jord. Over Potten lagdes et Brædt. Jorden holdtes fugtig og porøs, medens det Hele henstod ved 20°. Den 20.

September var der tydelige Skud, og den 1. Oktober vare flere over 5 Linier lange. Andre Forsøg gave lignende Resultater\*), der altsaa tale for en vis Berettigelse af Müllers og Sachs' Anskuelse.

Hovedresultatet af de meddelte Undersøgelser er følgende: Kartofflernes Sødning, der finder Sted ved kold Opbevaring, skyldes ikke Frysning. Aarsagen er derimod Kuldens ejendommelige Indflydelse paa Stofomsætningen i Knoldene. Knoldenes Celler aande, og dette Aandedræt vedligeholdes bl. a. ved en stadig Omdannelse af Stivelse til Sukker, der optages i og forarbejdes af Celleslimen. Jo mere Sukker, jo stærkere Aandedræt. Samtidig med de to nævnte Processer, skeer der imidlertid en delvis Tilbagedannelse til Stivelse af Sukkeret. Aandedrættet og Stivelsesdannelsen ere Livsvirksomheder; Sukkerdannelsen skyldes derimod Virkningen af et opløseligt Ferment. Ved Kulden nedstemmes Livsytringerne forholdsvis meget stærkere end Fermentvirkningen. Saaledes opstaaer mere Sukker, end der forbruges ved Livsvirksomheden: Kartofflen bliver sød.

Müller har ogsaa anstillet Forsøg med andre Planter og Plantedele; lignende Forhold, som de skildrede, forekomme vistnok meget almindelig i Planteriget. I nærværende Meddelelse omtales kun Kulhydraternes Forhold ved Sødningen. Müllers Forsøg om de kvælstofholdige Stoffers Omdannelse ere endnu for ufuldstændige til her at omtales nærmere. Højest sandsynligt lide Æggehviteofferne Omdannelser, der svare til Kul-

\*) Flere Iagttagelser, baade fra Plante- og Dyrelivet, høre herhen. Saaledes f. Ex. paaviste Duclaux et ganske tilsvarende Forhold hos Silkesommerfuglens Æg. Af disse, der lægges i Slutningen af Sommeren, kunne Silkeormene først om Foraaret udvikle sig. Afkøles imidlertid Æggene i 24 Timer til c. 0°, og bringes de paany til Varmen, da begynder strax Udviklingen. — Delvis Indtørring har en lignende Indflydelse paa flere Frø og, som det sikkert maa antages, paa nogle lave Organismers Sporer, ja synes endog af og til at være nødvendig for den senere Udvikling.

hydraternes. Den ubehagelige Smag, som de sødede Kartoffler have, skyldes maaske visse kvælstofholdige Forbindelser, der i ringere Mængde ophobes samtidig med Sukkeret. At saadanne Forbindelser have en lignende Betydning som Sukkeret, kan ikke betvivles. — Hele Stofskiftet i Kartoffelknolden er, som det sees af disse Antydninger, ikke saa simpelt endda, og langt fra fuldt ud kjendt.

»Hvileperioden« i snævrere Forstand, eller den Tid i hvilken Knolden i »normal Tilstand« ikke kan spire, er vistnok for en Del fremkaldt ved Mangel paa opløst Næring. Den lidt efter lidt forøgede Mængde af Fermenter — sukkerdannende saa vel som andre — skal da, ifølge Sachs og Müller efterhaanden bringe Forandring til Veje. Dette lyder ganske smukt og simpelt, og har vel ogsaa en vis Berettigelse. Imidlertid staa vi utvivlsomt her overfor en Fremtoning, hvis Forstaaelse turde berede meget store Vanskeligheder. Den mægtige Indflydelse, som Afpasning efter de ydre Livsvilkaar og Nedarvning i saa mange Tilfælde vise sig at have, maa her sikkert spille en meget væsentlig Rolle.

I det Foregaaende har man et Exempel paa, hvorledes forskellige Sider af Stofskiftet i forskjellig Grad paavirkes af de ydre Betingelser. Den Ligevægt — om jeg saa maa sige — mellem Virksomhederne i en levende Organisme, der paa en Maade betegner den normale (»sunde«) Tilstand, kunne vi ofte forstyrre ved kunstige Forandringer i de ydre Forhold. Ved lignende Forsøg, som de her omtalte, forøges vor Indsigt i Organismernes hele Økonomi. Vort Kjendskab til Aarsagerne lod os her finde Midler til at fremkalde eller hindre én abnorm Fremtoning, og vi have al Grund til fremdeles at vente vigtige Resultater ved Studiet af Organismernes Forhold under abnorme Betingelser. Det vil vel ogsaa let kunne forstaaes, hvilken stor Betydning Experimentet paa levende Væsener (»Vivisektioner« o. s. v.) have for Kjendskabet til Organismernes »sunde« eller »syge« Tilstande, saa vel som for Produktion af Dyre- og Plantestoffer.



Sluttelig skulle de vundne praktiske Resultater nævnes i al Korthed. Om den Indflydelse, som Sødningen har paa Kartofflernes Værdi, findes flere urigtige, tildels modsigende Anskuelser. Da disse gaa ud fra den urigtige Forvexling af Frysning med Sødning, vil det ikke være nødvendigt at modbevise dem.

Angaaende Spireevnen, da er den Tro, at søde Kartoffler ikke kunne spire, aldeles urigtig; frosne kunne derimod ikke. Frosne Kartoffler kjendes let derpaa, at de ere ganske stive og haarde, og efter Optøning blive meget svampede og bløde. Skæres eller brækkes de itu, da kan Saften let udpresses, medens dette ikke er Tilfældet med sunde Knolde.

At anvende søde Kartoffler i Husholdningen kan ikke anbefales, thi Smagen er meget ubehagelig; som Kreaturfoder ere de derimod meget gode. Imidlertid er det jo let at faa Skaden bedret, ved at lade Knoldene henligge en Uges Tid i et varmt Værelse, og man kan saaledes let bestandig være forsynet med en passende Portion normale Kartoffler. Naar enkelte have anbefalet Husmødrene, at skære de søde Knolde i Stykker og udbløde dem i Vand, da maa denne Fremgangsmaade kaldes meget upraktisk. Dels udludes, som sagt, kun lidt, og dels lider man et stort Tab ved at koge ituskaarne Knolde. Bedst er det jo at undgaa Sødningen, altsaa ikke opbevare Kartofflerne for koldt.

Jo varmere Knoldene opbevares, desto mere svinde de imidlertid: dette Forhold har især Betydning for Brænderier o. s. v., hvor Sødningen ikke er til Skade, tværtimod maa antages at være heldig. Modsat stiller Sagen sig, hvor det gjælder at udvinde Stivelsen.

Müller tilraader at knuse, dampe og nedkule de frosne Kartoffler, efter at de ere blevne optøede.

## Boganmeldelse.

**Udenlandsk Litteratur.** Fornylig udkom et 264 Sider stort Værk med den noget vildledende Titel: »Das Versuchswesen auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie mit Bezug auf die Landwirthschaft. Von Dr. Heinrich Freiherrn v. Bretfeld« (Berlin, Julius Springer).

Bogen handler ikke om »Forsøgsvæsenet« i Almindelighed, men er hovedsagelig en Sammenstilling af ældre og nyere Forskeres Forsøg. Indholdet er delt i følgende Kapitler: 1. Udbulnings- og Spiringsforsøg, 2. Aandedrætsforsøg, 3. (Kulsyre-) Assimilationsforsøg, 5. Fordampningsforsøg (Vandoptagelse og Vandudskilning), 5. Ernæringsforsøg (Kulturforsøg og Gjødningsforsøg).

Forfatteren kan desværre ikke siges at have været sin store Opgave voxen; hele Sammenstillingen viser en alt for stor Mangel paa Kritik. Dertil kommer nogle højst uheldige Forklaringer af forskellige Betegnelser og en Del Uklarheder, af hvilke enkelte maaske dog kun ere Trykfejl, men i saa Fald unægtelig meget forstyrrende. Et Par Prøver skulle gives. Der siges Side 4: »Ved Udbulning (»Quellung«) forstaaer man de lufttørre Frøes Gjennevædning med en bestemt\*) Vandmængde, hvis Størrelse er afhængig af Frøets organiske Vævs (»Gebilde«) Indsugningsevne«. Dette er ikke korrekt. Med et Frøes Udbulning — eller Svulmning — betegnes dets Indsugning af Vand og den dermed forbundne Rumfangsforøgelse. Udbulningen nærmer sig mere eller mindre til at være fuldstændig, eftersom Frøet har optaget en større eller mindre Del af den (begrænsede) Vandmængde, som det overhovedet er i Stand til at indsuge. — Side 16 siges: »Ved Spiring forstaaer man Kimens ved Udbulningen impulserede Bestræbelse efter at erholde sin individuelle Selvstændighed«. Denne — forøvrigt andet Steds fra tagne — Forklaring er næsten morsom. Et Frøes »Spiring« er ikke nogen »impulseret Selvstændighedsbestræbelse«, men, ganske simpelt, Kimens Udvikling til Kimplante. Spiringen er tilendebragt, naar den unge Plante har opbrugt eller ikke mere trænger til det Frøet medgivne Næringsforraad. — Fremdeles siges Side 35, at Sachs har indskrænket Begrebet »Aandedræt« til

\*) Udhævet af Meddelelsen.

kun at omfatte Kulsyreudskilningen. Sachs har dog ikke glemt Iltoptagelsen. — Afsnittet om Kulsyre-Assimilationen er ganske forfejlet. Meget karakteristisk er Udtalelsen Side 132 (under »Ernæringsforsøg«): »... at Assimilationen (der menes naturligtvis Kulsyrens A.) ikke er andet end en ved de bekendte Assimilationsfaktorer betinget Stivelsesdannelse\*»). — Ligeledes lader Afsnittet »Kulturforsøg« meget tilbage at ønske. Om Fremstillingen af Gjødningsforsøgene er bedre end de øvrige Kapitler, tør Meddelelsen ikke afgjøre.

Der bydes en omfattende Samling af Litteraturangivelser og forefindes 21 gode Billeder, væsentlig Aftryk. Værket, der ifølge Fortalen er tiltænkt dem, der ville belæres om et bestemt Kapitel af den plantefysiologiske Forsøgsanstilling og dets Overførelse paa Praxis, kan ingenlunde anbefales. Læsere, der ikke have særlige Specialkundskaber, ville alt for let blive vildledede, og for Viderekomne turde Bogen være overflødig.

---

\*) Om denne Opfattelse se »Tidsskrift for Landøkonomi«, 1883, S. 344.