

10. Kartoffelkvalitet.

Indledning	10.1
Produktion og forbrug	10.1
Anatomi	10.2
Indholdsstoffer	10.3
Næringsstoffer	10.3
Glycoalkaloider	10.6
Nitrat	10.7
Sorter	10.8
Kvalitetsbestemmelser og regler	10.9
Kvalitetsfejl.	10.10
Lagring.	10.11
Kartofler i storkøkkener.	10.14
Litteraturliste.	10.16

10. Kartoffelkvalitet.

Åse Hansen, 1996.

Indledning.

Kartoffelplanten *Solanum tuberosum* hører til Natskyggefamilien. Den er en flerårig urt, der danner underjordiske stængelknolde i spidsen af underjordiske udløbere fra stængelen. Det er disse stængelknolde, der spises som kartofler.

Ordet kartoffel kommer fra italiensk TARTUFO = træffel, hvis underjordiske frugtlegerer ligner kartofflens knolde. Det svenske ord for kartoffel POTATIS og det engelske POTATO er afledning af det spanske ord PATATA, der stammer fra det indianske BATATA. Dette er betegnelsen for sødkartoffel, der kom til Europa før den almindelige kartoffel, men sidstnævnte beholdt navnet PATATA.

Kartoffelplanten stammer fra de sydamerikanske Andesbjerge, men kom til Europa lidt før 1600. Kartoffeldyrkningen blev kendt i Danmark fra ca 1760 via "kartoffeltyskerne", der formåede at overleve på en ellers gold hede via dyrkning af kartofler

Produktion og forbrug.

Kartofflen er verdens 4. vigtigste afgrøde efter ris, hvede og majs. I det tempererede klima er den én af de planter, der giver det største stivelsesudbytte pr. arealenhed.

I Danmark er kartofflen et vigtigt levnedsmiddel i gruppen af grønsager og frugt. Den har et relativt stort indhold af C-vitamin og fibre, og et lavt energiindhold (tabel 10.2). Levnedsmiddelstyrelsen anbefaler et dagligt kartoffelforbrug på min. 200g pr person.

Forbruget af kartofler til direkte konsum er iflg. Danmarks Statistik 57 kg pr. person pr. år inklusiv skræl, hvilket svarer til 156g/dag. For 40 år siden var forbruget i gennemsnit 125 kg pr. indbygger pr. år, og der er således sket en halvering af kartoffelforbruget i denne periode. I disse tal indgår ikke mængden af hjemmedyrkede kartofler.

Iflg. "Danskernes kostvaner i 1985" var det daglige forbrug af skrællede kartofler 143g og forbruget var fordelt således: 113g kogte eller bagte, 12g mos, 14g brasede, stuede eller pommes frites og 4g til kartoffelsalat.

I tabel 10.1 er kartoffelproduktionens anvendelse angivet. Hovedparten af kartofler til levnedsmidler spises relativt uforarbejdede ud over varmebehandling. Den industrielle forarbejdning af kartofler til chips, pommes frites og mosproduktion er steget, men er i Danmark stadig lille i forhold til det direkte kartoffelforbrug.

Tabel 10.1. Kartoffelproduktionens anvendelse i 1000 tons (incl. import og korrigeret svind) iflg. Danmarks Statistik (1996):

Spisekartofler	332
Læggekartofler	84
Kartoffelmel	521
Sprit	5
Foderkartofler	210
Eksport	54
Import	92
I alt	1206

Kartoffelmelsproduktionen har været stigende og hovedparten anvendes til industrielle formål som enzymproduktion, papirindustri m.m. 80% af stivelsesproduktionen eksporteres.

Der har været en kraftig stigning i eksport af læggekartofler fra Danmark; men denne kan dog forstyrres af sygdomme som Kartofflens Ringbakteriose (*Corynebacterium sepedonicum*), der har været et problem de seneste år.

Anatomi.

Kartofflen er en stængelknold, og den er derfor i princippet opbygget som en stængel med ledningsvæv (sikar og vedkar) og marv, og derfor kan den danne klorofyl (grønfarvning) ved belysning. Marven fungerer som vandreservoir. Desuden indeholder den oplagringsvæv til lagring af stivelse.

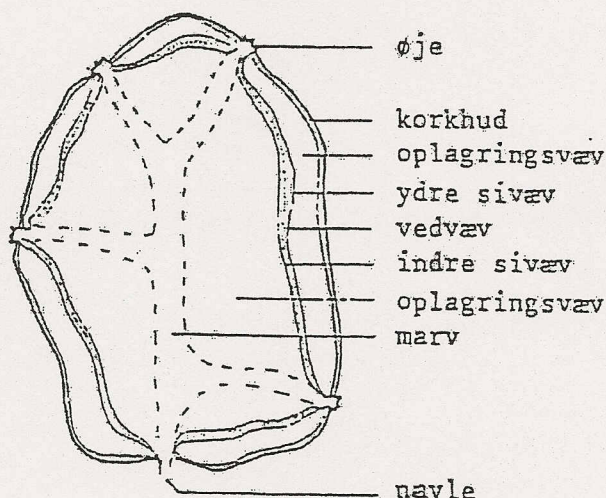


Fig. 10.1. Tværsnit af kartoffel. (G. Adler, 1971).

I Fig. 10.1 ses kartofflens opbygning. Den ende af kartofflen, hvortil den underjordiske udløber er hæftet, kaldes navleenden, og den modsatte ende kaldes topenden.

Ved modning løsnes knolden fra udløberen, og den har herefter en hvileperiode (dormanci), hvor den vanskeligt spirer. Samtidig med modningen forkorkes kartofflens yderste epidermislag, der hurtigt slides af. Derunder findes et korklag, der svarer til kartoffelskrællen. Skrællen skal beskytte kartofflens indre og modvirke fordampning.

Kartofflens øjne er svage fordybninger i overfladen, og heri findes knopper til spire-dannelsen i hjørnet af meget små skælformede blade. Øjnene ligger i spirallinie, som er tættest mod topenden.

Indholdsstoffer.

Næringsstoffer:

I tabel 10.2 er næringsindholdet i kartofler angivet.

Tabel 10.2 Næringsindhold i kartofler (rå, nye) pr 100g.

Energi	355 kJ	B ₁ -vit.	0,059 mg	Natrium	7 mg
Vand	79 g	B ₂ -vit.	0,067 mg	Kalium	403 mg
Protein	1,9 g	Niacin	2,01 mg	Calcium	5 mg
Fedt	0,3 g	B ₆ -vit.	0,2 mg	Magnesium	20 mg
Stivelse	17 g	Folinsyre	22 µg	Fosfor	38 mg
Kostfibre	1,5 g	C-vit.	27 mg	Jern	0,9 mg
Sukkerarter	1 g				

Kilde: Levnedsmiddeltabeller, 1996.

Kartofflen består af ca. 75 - 80% vand og 20 - 25% tørstof, hvoraf ca 17 % er stivelse, og stivelsen udgør således 65-80% af kartofflens tørstof. Nye kartofler (umodne kartofler) indeholder relativt mere vand og sukkerarter, samt mindre stivelse. Der er korrelation mellem stivelsesindhold og tørstofmængde, og derfor anvendes tørstofbestemmelse som mål for stivelsesindholdet ved industriel anvendelse af kartofler. Tørstoffet måles indirekte via vægtfylde ved at kartofler lægges i et stort måleglas, hvorefter volumenændringen registreres (Archimedes lov).

Stivelsen er indlejret i stivelseskorn dannet i amyloplaster, der findes i cytoplasmaet. I amyloplasterne findes alle de enzymer, der er nødvendige til biosyntesen af stivelse. Udgangsmaterialet for biosyntesen er sakkrose, som transporteres fra den voksende plantes fotosyntetiske væv til oplagring i kartofflen. Stivelsen akkumuleres i kartoffelknoldens celler i løbet af vækstsæsonen, og efterhånden som stivelsen dannes, udfyldes en større del af amyloplastens volumen for til sidst at fylde den helt ud. Stivelsen er uens fordelt i kartoffelknolden, idet den største koncentration findes i cellerne nærmest ledningsvævet og den mindste mængde i marven.

Kartofflens stivelseskorn er generelt store, og de er de største stivelseskorn, der er fundet i naturen. Deres størrelse varierer mellem 5-100 µm med et gennemsnit på 27 µm. Stivelseskornene vokser ud fra et centrum (hilum), og dette er asymmetrisk placeret i kartoffelstivelse i stivelseskornenes smalle ende. Væksten af stivelseskorn

sker ved aflejring af materiale på kornenes yderside, og dette giver en karakteristisk lagdelt østersskalslignende struktur, som kan ses ved mikroskopering. Hilum danner krydset i malteserkorset, der dannes pga dobbelt lysbrydning, og som kan ses ved mikroskopering i planpolariseret lys.

Stivelseskornene ligger ikke i en proteinmatrix, som tilfældet er med cerealstivelse, og udvaskning af stivelsen er derfor en relativt simpel proces.

Kartoffelstivelse består af 16-24% amylose og 70-80% amylopektin. Amyloseindholdet er lidt lavere end i cerealstivelser. Desuden indeholder kartoffelstivelse 5-10% thymolamylopektin, der er forskelligt fra amylose og amylopektin. Polymeriseringsgraden af amylose er ca 3000, og af amylopektin ca 2×10^6 . Thymolamylopektin menes at have en polymeriseringsgrad mellem 50 og 200, og kædelængden mellem forgreningspunkterne er ca 13 glucoseenheder.

Kartoffelstivelse indeholder relativt meget esterbundet fosfat. Dette er bundet til position C-6 i amylopektinets glucoseunit. Dette fosfat øger kartoffelstivelses forklstringsevne i forhold til andre stivelser med samme amylose/amylopektinindhold.

Ved industriel forarbejdning af kartofler ønskes så højt tørstofindhold og dermed stivelsesindhold som muligt. Dels er kartofler med højt tørstofindhold ikke så sårbare overfor mekaniske skader, og dels er der omvendt proportionalitet mellem tørstofindhold og forbrug af olie i oliestegte og friterede produkter.

Ud over stivelse indeholder kartofler protein, fibre, vitaminer (B-vitaminer og vitamin C) og mineraler. Derimod er fedtindholdet lavt; men da 75% af fedtet består af polyumættede fedtsyrer (linol- og linolensyre), har fedtharskning stor betydning for holdbarheden af tørrede kartoffelprodukter.

I fig. 10.2 er næringstætheden i kartofler vist. Næringstætheden er defineret som indholdet af næringsstoffet pr. energienhed i levnedsmidlet divideret med det rekommenderede indtag af næringsstoffet pr. energienhed (Olsson & Oste, 1988).

Kartofler har et middelt indhold af protein i forhold til energiindholdet, og proteinet har høj biologisk værdi p.g.a. højt lysinindhold. Den største fraktion af kartoffelprotein kaldes tuberin, og det er vand- og saltopløselige proteiner (albumin og globulin).

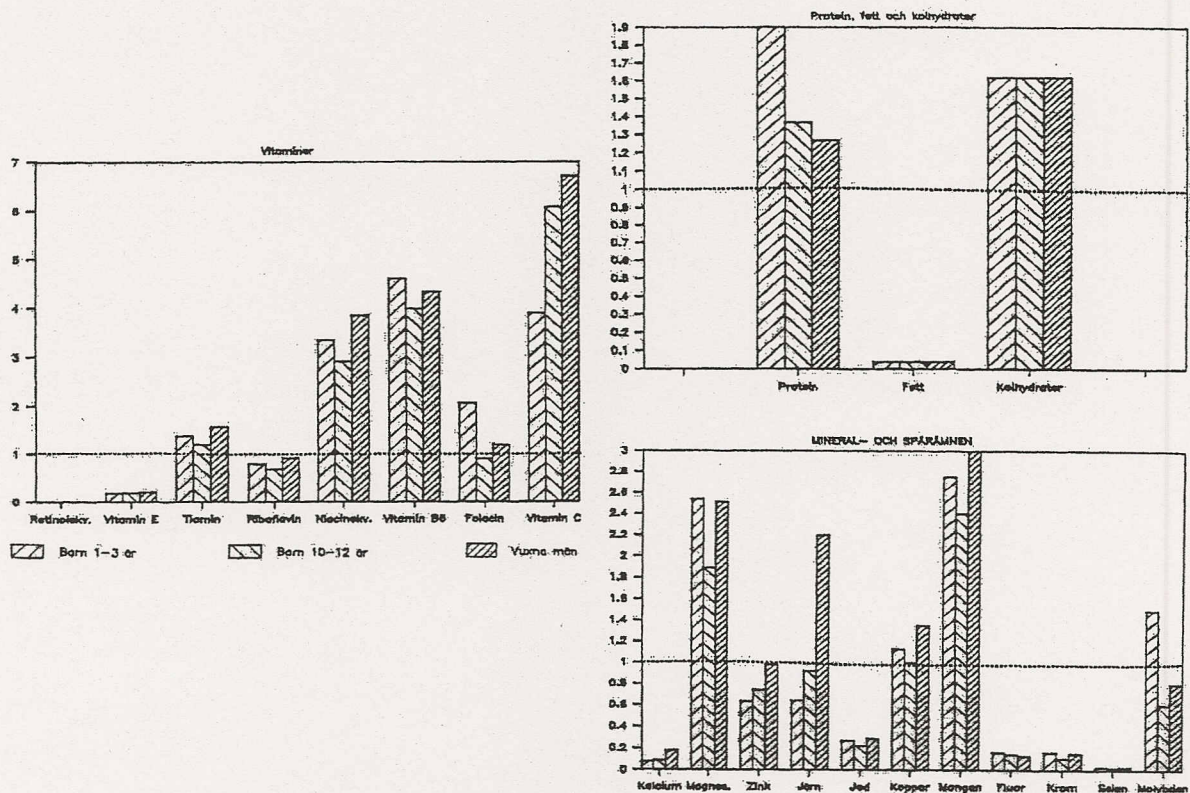


Fig. 10.2. Næringstætheden i kartofler.

Ved beregning af proteintætheden er der ikke taget hensyn til aminosyresammensætningen og proteinernes fordøjelighed.

Fiberindholdet er ca. 2,5%. Det består dels af pentosaner og dels af pektiner, der har stor betydning for adhæsion mellem cellerne. Under modning af kartofler nedsættes trykstyrken, og dette hænger sammen med nedbrydning af pektiner. Ved kogning af kartofler har pektinerne i midtlamellerne stor betydning for tab af intercellulær adhæsion, hvorved kartoflerne bliver "møre".

Kartoflen er vor største kilde til vitamin C, og bidrager væsentligt med vitamin B₆ og niacin. Indholdet af C-vitamin varierer fra ca 20mg/100g i nye kartofler til ca 10mg/100g i lagrede kartofler, og koncentrationen er størst i nærheden af ledningsvævet og lavest i marven og i skrællen.

Indholdet af thiamin og folinsyre er tilfredsstillende; mens riboflavin (B₂) er lidt lavt. Thiamin findes især i midten af kartoflen, ved ledningsvævet og ved "øjnene".

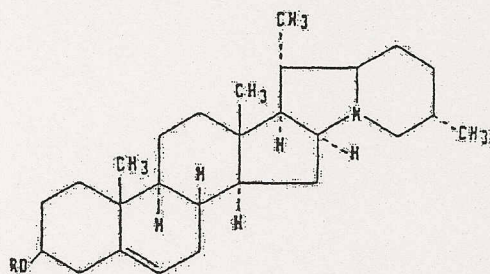
Jernindholdet er tilstrækkeligt for voksne mænd, men i underkanten for kvinder og børn. Beregninger af næringstætheden er baseret på gennemsnitsresultater, hvorfor variationer kan forekomme dels p.g.a. forskellige sorter, dels p.g.a. forskellige vækstbetingelser.

Sukkerindholdet i kartofler har stor betydning ved industriel oparbejdning af kartofler. Ved for højt sukkerindhold i kartofler bliver oliestegte/friterede kartofler for mørke på grund af Maillardreaktioner, og varmebehandlingen er meget vanskelig at styre.

Endvidere er et højt sukkerindhold ensbetydende med lavere stivelsesindhold, da sukkeret stammer fra nedbrudt stivelse.

Glykoalkaloider.

Glykoalkaloider er naturligt forekommende giftstoffer. Kartoffler indeholder normalt mindre mængde af glykoalkaloider, der i større mængde virker toksisk på mennesker. Solanin og chakonin er de vigtigste af disse stoffer. Begge er opbygget med samme steroidbasis, solanidin, og adskiller sig kun fra hinanden gennem et trisakkarid, der er bundet til solanidinet gennem en glykosidbinding. Se fig. 10.3.



Solanin: R = -D galactose - D glucose

Solanine:
|
L-rhamnose

Chakonin: R = -D glucose - L rhamnose

Chaconine:
|
L-rhamnose

Glykoalkaloiderne forekommer overalt i kartoffelplanten, dog i højere koncentrationer i blomsterdele, knopper og andre aktivt voksende dele. I knoldene er glykoalkaloiderne koncentreret i de yderste vævsdele (peridermen), hvorved en skrælning af kartoflerne kan reducere glykoalkaloidindholdet i kartofflen. Dog ved høje koncentrationer i kartofflen spredes disse i hele knolden.

Umodne knolde har et højere indhold af glykoalkaloider end modne, og små knolde har et højere indhold end større knolde, på grund af relativt større skrældel.

Fig. 10.3. Strukturformlen for solanin og chakonin.
(Johnsson & Hellenas, 1983).

Glykoalkaloiderne bidrager i lave koncentrationer til kartoffelsmag, hvorimod et højt indhold (over 150 mg/kg) giver kartoflerne en bitter smag. Kartoffler med over 200 mg glykoalkaloid/kg bør ikke spises på grund af sundhedsrisiko. Ved godkendelse af nye sorter må solaninindholdet ikke overstige 100g/kg.

Det totale glykoalkaloidindhold er normalt lavt i kartoffelknoldene, men kan variere mellem forskellige sorter. Endvidere kan miljøet have indflydelse på indholdet af glykoalkaloider så som ugunstige vækstbetingelser, mekaniske skader, mikrobielle infektioner og lyspåvirkning. Af ugunstige vækstbetingelser nævnes ubalance i næringstilførsel, frost og haglskader, kold vækstsæson eller rigeligt med regn.

Mekaniske skader - herunder stød forårsager en forhøjelse af solaninindholdet i det beskadigede område. Dette anses for at være en reaktion mod stres hos kartofflen. I kartofler med højt udgangsniveau øges indholdet væsentligt mere end i kartofler med lavt niveau. Har kartofflen været udsat for små skader kan den ubeskadigede del af kartofflen anvendes ved at bortskære det beskadigede område med mindst 1/2 ca. sund kartoffel. Ved større skader bør hele kartofflen kasseres.

Når kartofler udsættes for lys dannes klorofyl; men samtidig dannes der også

glykoalkaloider og bitter smag. Grønfarvning og smagændring er således en indikation på et forhøjet glykoalkaloidindhold. Kunstigt lys, som kartoflerne udsattes for under lagringen, kan også inducere glykoalkaloidsyntesen; men i mindre grad end lys med højt indhold af ultraviolette stråler. Ved opbevaring af kartofler i detailledet, skal kartoflerne beskyttes mod lyspåvirkning ved opbevaring i farvet emballage. Ved forsøg med opbevaring af kartofler i farvede polyethylenposer har det vist sig, at solaninindholdet var højere i kartofler opbevaret i røde og grønne poser fremfor i grønne poser. Den grønne farve til kartofler er psykologisk ikke god, da den giver associationer til grønne kartofler, så derfor bør sølvfarvede poser foretrækkes.

Glykoalkaloiderne er varmostabile og ikke opløselige i vand, og de ødelægges derfor ikke ved kogning og bagning. Ved kogning kan der ske et meget ringe tab til kogevandet, hvorimod indholdet er uforandret i bagte kartofler. Den største ændring sker ved skrælning af kartofler, idet ca. 80% af glykoalkaloiderne fjernes med skrællen.

Høje indhold af glykoalkaloider kan dels påvirke nervesystemet og dels skade membranerne i mavetarmkanalen og giver symptomer som hovedpine, ildebefindende og mavesmerter. Langtidstoksikologiske undersøgelser har hverken vist canserogen eller mutagen effekt; men derimod teratogen (fosterbeskadigende) effekt på rotter, hvorfor gravide kvinder bør være særligt opmærksomme over for glykoalkaloidholdige kartofler.

Nitrat.

Nitratindholdet i kartofler varierer meget fra ca 50 - 350 mg pr kg. I de undersøgte økologiske kartofler har nitratindholdet været lavere.

Nitrat forekommer naturligt i alle planter, hvor det udnyttes til opbygning af plantens proteinstoffer. Hvis der er rigeligt nitrat til stede i jorden, kan planten optage mere end den når at omsætte, og derved kommer plantedelene til at indeholde større eller mindre mængde nitrat. Kartofler med højt nitratindhold er fysiologisk set umodne kartofler, og de har en forringet spisekvalitet, idet kartoflerne er mere sårbare overfor mekaniske skader. Indholdet af antioxidanter som f.eks ascorbinsyre er lavere, og herved opstår der lettere enzymatisk brunfarvning ved stød. Misfarvning af kogte kartofler øges, idet indholdet af citronsyre er lavere i knolde med højt nitratindhold.

Sorter.

Kun kartoffelsorter godkendt i Danmark eller EU må dyrkes herhjemme. Kartoffelsorterne indeles efter høsttidspunkt i tidlige, middeltidlige og sene sorter. De tidlige sorter (nye kartofler) udgør ca 10% af forbruget af spisekartofler, og de middeltidlige sorter ca 80%.

Nye kartofler er kartofler, der er høstet før de er fuldstændigt modne, og hvis overhud (korkhud) let kan gnides af. Tidlige sorter er bl.a. Marion, Primula og Rosen.

Middeltidlige sorter er velegnede som kogekartofler og kartofler til salat. af sorter kan nævnes Aspargeskartofler, Sava, Hansa, Bintje og Folva. Heriblandt er også sorter, der

anvendes til chips og pommes frites produktion. Aspargeskartofler er gode faste kartofler; men de er dyre, da de giver et lavt udbytte, og da planterne er meget modtagelige for visse sygdomme. Stivelsesindholdet i kogekartofler er 12-16g/100g. Til pommes frites produktion skal stivelsesindholdet være mindst 19g/100g. Bagekartofler er ofte store eksemplarer af kogekartofler.

Sene sorter (sildige sorter) har en høj tørstof% og dermed et højt stivelsesindhold. De anvendes især til kartoffelmos- og kartoffelmelsfabrikation. Kartofler med højt tørstof har stor tilbøjelighed til at koge ud, og er derfor dårligt egnede som kogekartofler. Stivelsesindholdet i industrikartofler er 16-20g/100g. Af sorter kan nævnes Oleva, Kaptah, King Edward, Posmo og Dianella.

Blå kartofler er en slags "halvvilde" kartofler. Det er forbudt at dyrke dem i Danmark, da de ikke findes på sortslisten. Dyrkede arter må stamme fra indført læggemateriale, der ikke er godkendt.

Navne som "Vildmose-" og "Kongelundskartofler" betegner et dyrkningsområde; men det kan omfatte forskellige sorter.

Der er næppe nogen af landbrugets afgrøder, der angribes af flere sygdomme og skadedyr end kartofler; men med den stigende interesse for miljøvenlige dyrkningsformer er der kommet øget fokus på sygdomsresistente kartoffelsorter.

Kvalitetsbestemmelser og regler.

Alle læggekartofler, der anvendes i Danmark, skal være opformeret på basis af sygdomsfrie meristemkulturer uanset senere anvendelse til lægge-, spise- eller industrikartofler. Denne bestemmelse er indført for at hindre overførsel af sygdomme gennem læggematerialet. Alle avlere af læggekartofler skal være autoriserede af Plantedirektoratet.

Der har tidligere været forbud mod import af udenlandske kartofler undtagen i perioden 1.april til 30.juni for at undgå indførsel af kartoffelsygdomme; men dette forbud er ophævet pr 1/1 1994.

I Plantedirektoratets "Bekendtgørelse om kartofler" nr. 965 af 13. december 1993 med ikrafttræden 1.januar 1994 er der angivet bestemmelser for avl, sortering, pakning og salg af lægge- og spisekartofler. I Bilag I findes bekendtgørelsens kvalitetsnormer for spisekartofler, samt regler for mærkning og pakning af spisekartofler.

Minimumskravene til kartofler er, at kartoflerne skal være:

- praktisk taget fri for jord og andet fremmedstof
- fri for fremmed lugt og smag
- faste, ikke udtørrede eller rynkede
- fri for spirer, der er længere end 3 mm
- tørre, fri for unormal ydre fugtighed

Kartoflerne skal klassificeres i Klasse I, Klasse II, samt nye kartofler. Nye kartofler har ikke tidligere været omfattet af kvalitetsregler. I bekendtgørelsen er angivet tolerancegrænser for de enkelte klasser. Plantedirektoratet skal kontrollere, om Bekendtgørelsens bestemmelser overholdes.

Alle kartofler (undtagen stalddørssalg) skal være sorteret og pakket på en autoriseret virksomhed. Emballagen skal være mærket med:

- "Spisekartofler"
- Oprindelsesland
- Sortsnavn
- Kvalitetsklasse/nye kartofler
- Sortering eller anvendelsesbetegnelse
- Størrelse
- Nettovægt
- Pakkedato
- Navn og adresse på sorterevirksomhed
- Autorisationsnummer på pakkevirksomhed

I Danmark er alle kartofler (undtagen importerede) pålagt en afgift, der betales til kartoffelafgiftsfonden. Afgiften anvendes dels til omkostninger ved kontrol af kartofler (især læggekartofler) udført af Plantedirektoratet, og dels til støtte for driften af kartoffelforædling på forædlingsstationen i Vandel.

Kartofler kvalitetsvurderes for egenskaber i relation til kartoffeltypen, og der udføres således test for kogeegenskaber, bageegenskaber, egnethed til fremstilling af chips og pommes frites.

Ved vurdering af kogeegenskaber undersøges kartofler for: udkogningstendens, kartoffelfarve, melethed, konsistens og smag, samt generelt indtryk. Dagen efter undersøges kartoflerne for mørkfarvning efter kogning. Salatkartofler skal være faste helt uden udkogningstendens.

Ved bageprøven undersøges kartoflerne umiddelbart efter bagning for melethed, konsistens, fugtighed og smag, samt generelt indtryk.

Kartofler til fremstilling af friterede produkter som chips og pommes frites skal have højt stivelsesindhold og lavt sukkerindhold, da for højt indhold medfører for kraftig brunfarvning (brankning). Chips fra chipskartofler vurderes for farve, sprødhed, ensartethed og generelt indtryk. Pommes frites undersøges for farve, fugtighed, sprødhed, ensartethed og generelt indtryk.

Kvalitetsfejl.

De 3 typer fejl, som oftest ses ved kartofler er enzymatisk brunfarvning forårsaget af mekaniske skader, lysskader og mørkfarvning ved kogning. Desuden ses kartofler med hul inde i midten forårsaget af vandmangel, samt diverse kartoffelsygdomme (især skurv).

Enzymatisk brunfarvning opstår efter vævsbeskadigelse i form af stødpletter og snitsår, hvor luftens ilt har tilgang til vævet hvorefter det bliver:

rødtligt → brunligt → brunsort.

Mørkfarvningen af vævet skyldes enzymatisk oxidation af phenolforbindelser og efterfølgende dannelse af mørkfarvet melanin (se levnedsmiddelkemi). I kartofler har aminosyren tyrosin størst betydning for enzymatisk brunfarvning, idet den katalyseret af enzymet tyrosinase omdannes til det mørkfarvede pigment melanin. Enzymatisk brunfarvning hæmmes med ascorbinsyre eller citronsyre, men det er ikke tilladt at anvende sulfit til rå kartofler i Danmark.

Vævsbeskadigelsen kan skyldes mekaniske skader, insektgnav eller sygdomsangreb. Stødpletter og snitsår opstår hovedsagelig ved optagning, sortering og transport, når knoldene støder mod sten, jordklumper, andre kartofler og maskindele. De udgør 80-90% af kartoflernes kvalitetsproblemer, og under danske forhold fordeler de opståede skader sig således: ca 25% opstår under optagning, 15-20% opstår under lagring, og ca 55% opstår under den afsluttende vask, sortering og pakning. De viser sig ved lokal ødelæggelse af vævet efterfulgt af enzymatisk brunfarvning og dannelse af glykoalkaloider. Mekaniske skader medfører også risiko for lagersygdomme, idet beskadigede kartofler lettere angribes af mikroorganismer som bakterier og skimmelsvampe, som medfører råd.

Stødpletter kan for det meste ikke ses udvendigt på kartoflen; men først på den skrællede kartoffel i form af mørkfarvet væv på grund af enzymatisk brunfarvning. Der er tydelige sortsforskelle i modstandsevnen overfor stød. Jo højere tørstofindhold - jo større modstandsdygtighed mod stød. Kraftig kvælstofgødsning øger udbyttet; men sænker tørstofindholdet og dermed sårbarheden over for stød. Modtageligheden for stødskaader nedsættes ved tilførsel af vand og kalium.

Lysskader ses i form af grønfarvede kartofler. Da kartofler er en stængelknold, kan de danne klorofyl, når de udsættes for lys, og samtidig dannes også glykoalkaloider.

Grønfarvningen kan opstå dels under dyrkningen, hvis kartoflen ikke har været tilstrækkeligt dækket med jord, og dels under lagringen efter lyseksposering. Grønfarvning opstået under dyrkningen er ofte så intens, at hele kartoflen må kasseres, hvorimod lagringsgrønfarvede kartofler kan anvendes efter bortskæring af alt grønfarvet væv. For at undgå lagringsgrønfarvning af kartofler bør de opbevares mørkt og i lysbeskyttende emballage.

Mørkfarvning efter kogning (blågrå farve) er en almindelig fejl hos spisekartofler. Den skyldes dannelsen af en mørk forbindelse mellem jern og o-difenoler. Det er særlig chlorogensyre, der er årsag hertil, og man forædler mod sorter med lille chlorogensyreindhold. Jern kan imidlertid også være begrænsende faktor, idet citronsyre er en ret effektiv ligand, der ved at isolere jernet kan nedsætte misfarvningen. Da citronsyreindholdet falder ved højt N/K i gødsningen, må man også af denne grund ikke overgøde med kvælstof. Lavt indhold af citronsyre kan også skyldes for lidt kalium, da K optages langsommere fra jorden end N, hvorved K kan udvaskes fra jorden ved kraftig vanding. K-tilførsel i kombination med vanding nedsætter derfor

risiko for brunfarvning efter kogning.

Ved mangel på magnesium kan kartoflerne blive grå efter kogning.

Lagring.

Kartoflerne skal være velmodnede med tilstrækkeligt stivelsesindhold og lavest muligt sukkerindhold, når lagringen påbegyndes. Det må ikke være for koldt, når kartoflerne høstes, da sukkerdannelsen fremmes ved lav temperatur. (Kartofler skal kunne tages op, når vejret er til skjorteærmer, Fig. 10.4). Ved industriel udnyttelse af kartofler ønskes så lavt sukkerindhold som muligt. Er en del af stivelsen omdannet til sukker får produkterne en for blød konsistens og for kraftig brunfarvning.

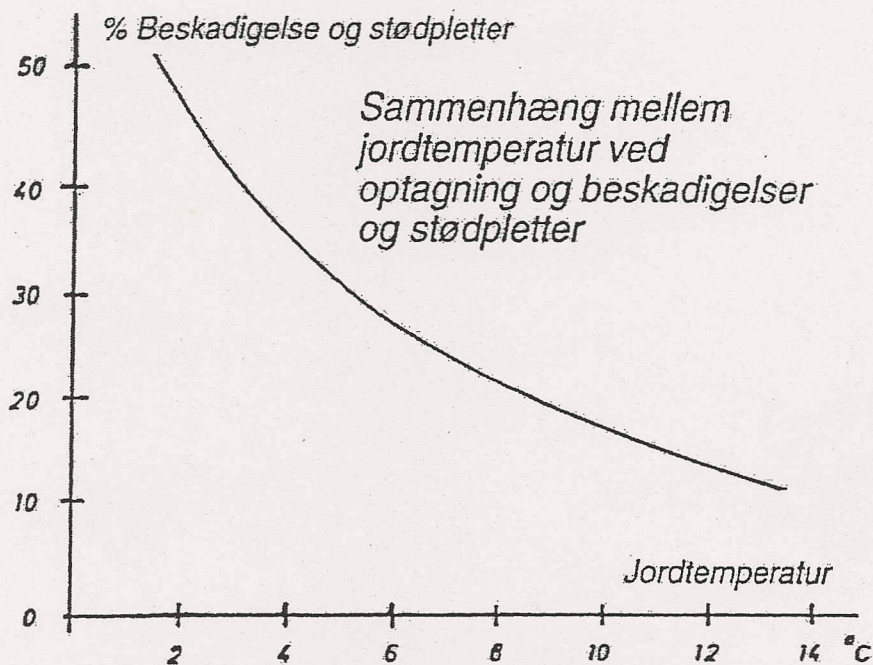


Fig. 10.4. Sammenhæng mellem jordtemperatur ved optagning og beskadigelser og stødpletter i kartofler.

Gunnar Schmidt. Grøn viden, nr 17, 1992.

Efter høst lagres kartofler ofte i kortere eller længere tid inden de anvendes. Kartofler til stivelses- og spritfremstilling lagres i ca 3 måneder, mens spisekartofler ofte lagres betydeligt længere.

Inden lagring renses og sorteres kartoflerne for jord og sten m.v. Rensningen sker enten ved vask eller ved børstning, hvor børstning bliver mere og mere udbredt for at undgå problemer med tørring af kartoflerne, og for at nedsætte forbrug af vand. Transport af kartofler foretages på gummibånd for at formindske stødskader.

Uanset anvendelse er en sårhelingsperiode nødvendig inden lagringen. Her opbevares kartoflerne i de første 10-14 dage ved 10-15°C for at fremme sårheling inden den egentlige lagring påbegyndes ved lavere temperatur. Under sårhelingen fordamper

vand fra sårene, og helingen sker hurtigere ved højere temperatur.

Ved for høj lagringstemperatur er der risiko for øget respiration med vægttab til følge og spiredannelse. Under lagringen skal respirationen holdes så lav som muligt. Den laveste respiration er observeret ved 4-7°C, hvorimod den stiger fra 3°C og derunder, hvor sukkerdannelsen stiger; samt fra 8°C og derover. Lagertemperaturen ønskes derfor så konstant som muligt på 4-6°C. Ved pakning af kartofler opbevares kartoflerne ved 12-15°C i ca 1 døgn, for at nedsætte kartoflernes sårbarhed overfor støds-kader.

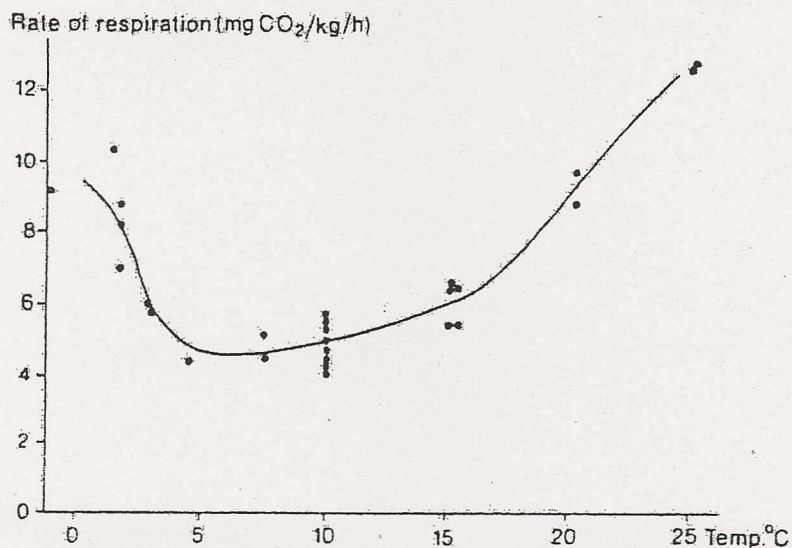


Fig. 10.5. Kartofflers respirationshastighed ved forskellige lagringstemperaturer. Van Es & Hartmans, 1987.

Efter høst gennemgår kartofler en hvileperiode på flere måneder, hvor spiredannelsen er hæmmet (dormanci). Efter hvileperioden er kartoflerne i stand til at spire fra ca 8°C og derover, og under spiredannelse stiger respirationen kraftigt.

De tekniske krav til lagrene er store, hvis man skal have fuld kontrol over temperaturen og indenfor visse grænser fugtigheden i hver af de båse eller kabiner, som lageret er delt i. Ventilationen skal være meget effektiv for at fjerne varme, fugt og CO₂ fra kartoflernes ånding, og isoleringen meget effektiv for at kunne imødegå store dyk i ydertemperaturen under vinteren.

Ved regulering af forholdet mellem den recirkulerede luft og den indtagne friskluft balancerer man mellem høj temperatur, der giver tørstof-tab, og lav temperatur, der fremmer sukkerdannelsen. Tilsvarende vil lav fugtighed give for stor udtørring og høj fugtighed forøget risiko for lagersvampe.

Hvor man må acceptere temperaturnedgange i løbet af vinteren, kan man i nogen grad afhjælpe sukkerdannelsen ved at hæve temperaturen den sidste tid før anvendelsen. Herved opnår man, at kartoflerne "ånder det let tilgængelige sukker op", men det forøger naturligvis tørstof-tabet og påvirker dermed udbyttet af råvaren.

Levnedsmiddelstyrelsen har lavet en undersøgelse over kartoflers indhold af næringsstoffer afhængig af sort, dyrkningsbetingelser og lagring (Publikation nr. 122, 1986). Med hensyn til C-vitamin, så falder indholdet med lagringstiden. De fire undersøgte kartoffelsorter havde før lagring et indhold af C-vitamin på 20-25 mg pr. 100 g lidt afhængig af sort. Efter ca. 20 ugers lagring var indholdet for alle sorters vedkommende faldet til ca. 10 mg pr. 100 g. Yderligere 10 ugers lagring gav ikke anledning til mærkbart fald i C-vitaminindholdet.

Indholdet af tørstof steg lidt med lagertiden (d.v.s. kartoflerne taber vand). Denne stigning bevirker en lille forøgelse af indholdet af mange af de øvrige næringsstoffer som: protein, B₁-vitamin, mineralerne kalium, calcium, magnesium, jern og zink.

Kartofler i storkøkkener.

Kartofler, der serveres gennem storkøkkener, udsættes for en hård belastning gennem distributionssystemer og ved varmholdning af den kogte kartoffel, hvilket ofte går ud over både den sensoriske og ernæringsmæssige kvalitet. Madudbringning til pensionister, der bor i eget hjem, belaster kvaliteten af kartoflerne yderligere p.g.a. det længere distributionssystem.

Tilberedning af kartofler i storkøkkensammenhæng inkluderer sædvanligvis en maskinel skrælning, en manuel trimning, eventuelt en efterfølgende kortvarig lagring og endelig en varmebehandling, der er tilpasset det anvendte distributionssystem.

Som følge af reduceret bemanning i storkøkkener anvendes ofte forskrællede kartofler. Disse kan vacuumpakkes i emballage med lav iltgennemtrængelighed; men kartofler har kort holdbarhed (under 7 dage), og de skal opbevares koldt og mørkt indtil anvendelsen.

Vacuumpakkede pasteuriserede kartofler (sous vide) er relativt nyt, men forbruget af disse øges kraftigt. Kartoflerne dampbehandles, hvorefter skrællen let fjernes mekanisk. Kartoflerne vacuumpakkes i pose, pasteuriseres i posen og afkøles i isvand. Herefter er de klar til køledistribution.

Frosne kartofler anvendes også i storkøkkener; men disse anvendes dog kun som en nødløsning. Kartofler til frossen distribution optages tidligt på sæsonen, normalt først i august. De er på dette tidspunkt endnu ikke helt modne og har en passende størrelse (30-40 mm) således, at de kan fryses tilstrækkeligt hurtigt. Kartoflerne bliver efter optagningen dampskrællet, blancheret og derefter pakket i 5 kg-poser. Efter frysning bliver de opbevaret ved -24°C. Hvis modne kartofler fryses efter blanchering, får de en uacceptabel konsistens p.g.a. stivelsens retrogradering.

Ved tilberedning af kartofler er der to væsentlige årsager til tab af vitamin C og mere generelt af vitaminer, nemlig udludning i vand og oxidation af vitaminer. Ved opbevaring af skrællede kartofler i vand er udludningstab mest udtalt, hvorimod kogning resulterer i både udludning og oxidationstab.

Vandkogning resulterer i et forholdsvis højt udludningstab (10-20%), mens trykkogning overvejende resulterer i oxidationstab. Da det første kvantitativt er størst, resulterer vandkogning i det største samlede vitamintab. Trykkogning er mest skånsom p.g.a. kortere varmebehandlingstid og ringe udludningstab.

Ved udbringning af mad til hjemboende pensionister skal madens temperatur være over 65°C for at hindre vækst af mikroorganismer. Ved denne temperatur sker der imidlertid forandringer i madens spisekvalitet, ligesom varmelabile vitaminer, som f.eks. vitamin C, i høj grad ødelægges.

Flere undersøgelser konkluderer således, at op mod halvdelen af det oprindelige indhold af C-vitamin er gået tabt allerede efter en times varmholdning af de kogte kartofler. Selvom dette tab inkluderer et tilberedningstab, så viser undersøgelser, at kogning af kartofler under anvendelse af en fornuftig køkkenmæssig rutine, kan ske med et samlet tab på under 10%. Andre undersøgelser viser, at også de sensoriske egenskaber forringes kraftigt under varmholdning således, at kvaliteten i visse tilfælde er uacceptabel allerede efter 1-2 timer. De gængse varmholdte distributionssystemer opererer med distributionstider på op til 3 timer regnet fra fremstillingstidspunktet. Skal et køkken være i stand til at levere mad af en rimelig kvalitet, skal distributionstiden holdes så lav som muligt.

Som et led i rationaliseringen i storkøkkener anvendes også køling eller frysning af kogte kartofler. Køling/ genopvarmning af kartofler medfører også en række kvalitetsforringelser. Kartofflernes C-vitaminsindhold bliver påvirket; således fandtes et tab på 43% efter 1 døgns kølelagring og genopvarmning og et tab på 72% efter 3 døgns kølelagring og genopvarmning. Smag, lugt og udseende blev også kraftigt forringet ved køling/genopvarmning af kartoflerne, og forringelsen var større efter 3 døgn i forhold til 1 døgn.

Frysning/genopvarmning af kogte kartofler må siges at være uacceptabelt set fra et kvalitetsmæssigt synspunkt. Godt nok havde frosne/genopvarmede kartofler det højeste indhold af C-vitamin, men kartoflerne blev med hensyn til smag /lugt, konsistens og helhed bedømt uacceptable. Kun med hensyn til kartoflernes udseende blev kartoflerne bedømt acceptable.

Nyskrællede friskkogte kartofler havde absolut den bedste kvalitet både sensorisk og ernæringsmæssigt set.

Litteraturliste:

- Adler, G. *Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse*. Berlin 1971.
- Albin, Rikard. *Glykoalkaloider i potatis och potatisprodukter*. *Livsmedelsteknik*, 30, 1-2, 42-43, 1988.
- Florin, S-O & Marmont, L-G. *Potatis, nyttig men omtålig*. *Vår föda*, 38, nr. 2, tillæg, 1988.
- Hagman, Ulla. *Potatis - ett viktigt livsmedel*. *Vår föda*, 38, nr. 2, 133-136, 1986.
- Johnsson & Hellenas. *Glycoalkaloider i svensk potatis*. *Vår föda*, 35, nr. 6-7, 299-314, 1983.
- Kampp, J. *Udviklingen af en standardiseret metode til bedømmelse af kartoflers stødfølsomhed*. Bioteknologisk Institut, Kolding, 1989.
- Karberg, M.A., T. Hejgaard, I.Clausen & B.E.Mikkelsen. *Enzymatisk brunfarvning af kartofler. Holdbarhedsforsøg med rå, skrællede vacuumpakkede kartofler*. Storkøkkencentret. Levnedsmiddelstyrelsen. 1994.
- Levnedsmiddeltabeller. Statens Levnedsmiddelinstitut. Publikation nr. 75, 1983.
- Levnedsmiddelstyrelsen. *Kartoflers indhold af næringsstoffer*. Publikation nr. 122, 1986.
- Levnedsmiddelstyrelsen. *Danskernes kostvaner 1985*. Publikation nr 136.
- Levnedsmiddelstyrelsen. *Kartoflers indhold af næringsstoffer og nitrat*. Publikation nr 123, 1986.
- Lilja, Marianne. *Lipider och lipidförändringar i potatis och potatismospulver*. SIK-rapport nr. 535, 1985.
- Lisinska & Leszczynski. *Potato Science and Technology*. 1989. Elsevier Appl. Science.
- Mikkelsen, Bent Egberg. *Madudbringning - en undersøgelse af kartoflers kvalitet*. Hovedopgave v/KVL. 1983.
- Olsson, Kerstin. *Glykoalkaloider - många faktorer påverkar halterna*. *Livsmedelsteknik*, 30, nr. 1-2, 40-41, 1988.
- Olsson, Kerstin & Oste, Richard. *Potatisråvaran - näringsvärde och sortsförädling*. *Livsmedelsteknik*, 30, nr. 1-2, 1988.
- Petersen, H.W., J.Christiansen & s. Nielsen. *Spisekartoflers indhold af steroider og klorofyl i relation til sollys-påvirkninger under optagningen samt til stødpåvirkninger og butiksofbevaring*. Statens Planteavlsvforsøg. Rapport nr.3, 1994.
- Rastovski, A., van Es, A. et al (1987). *Storage of potatoes*. Pudoc, Wageningen, Holland.
- Slamina, Premysl. *Toxikologi och riskvardering av potatisalkaloider*. *Vår föda*, 35, nr. 6-7, 1983.
- Gunnar Schmidt. *Det vil tage tid at få kartoflerne sikkert i hus*. *Grøn viden*, nr 17, 1992.
- Smith, Ora. *Potatoes: Production, Storing, Processing*. AVI publ. 1977.
- Tænk. *Pas på kartoflerne, så vil de smage bedre*. Nr.2, 1991.
- van Es & HArtmans (1987). *Starch and sugars during tuberization, storage and sprouting. I: Storage of potatoes, posyharvest behavior, storage disign, storage practice and handling*. Eds. A. Rastovski & A. van Es. Pudoc Wageningen, Holland.
- Woolfé, J.A. *The Potato in the Human Diet*. Cambridge University Press. 1987.