

Kartoflers indhold af sukkerstoffer

– en vigtig kvalitetsparameter for chips-, pulver- og pommes frites kartofler -

Jesper B. Jochumsen, Agronom.

Jørgen Christiansen, Seniorforsker, DJF.

Poul Erik Lærke, Forsker, DJF.

Den foreliggende artikel er en opfølgning på artiklen ”Metoder til forudsigelse af lager- og friteringskvalitet af chipskartofler”, Kartoffelproduktion nr. 1, side 8-10, februar 2003. De præsenterede data er resultatet af et projekt gennemført ved Danmarks JordbrugsForskning i samarbejde med Estrella og KIMS. Projektet har været støttet af Kartoffelafgiftsfonden.

Kvalitetskrav

For at kartofler skal kunne anvendes til produktion af kartoffelchips, pommes frites eller pulver skal de opfylde en række generelle kvalitetskrav. Afregningsprisen reguleres således bl.a. efter andelen af grønne, beskadigede, hule, rustangrebne eller på anden vis sygdomsangrebne knolde, ligesom også andelen af under- og overstørrelser påvirker prisen. Kravene til knoldstørrelse varierer for de forskellige produktioner, typisk ønskes 40-60 mm for chipskartofler og en knoldstørrelse over 55 mm for kartofler til pommes frites. Derudover er kvaliteten især bestemt af kartoflernes indhold af tørstof og sukkerstoffer. Der ønskes kartofler med et tørstofindhold på ca. 23%, idet det resulterer i kartoffelchips med den rette sprødhed og olieindhold. Desuden giver det relativt høje tørstofindhold et mindre energiforbrug og en højere produktivitet i forbindelse med friteringen. Specielt kravet om et lavt indhold af sukkerstoffer er årsag til kassering af mange kartoffelpartier, beregnet til produktion af kartoffelchips/-pulver.

Kartofler indeholder primært sukkerstofferne sucrose, glucose og fructose. Kartofler med et for højt indhold af de reducerende sukkerstoffer glucose og fructose, dvs. mere end henholdsvis 0,15% for chipskartofler og 0,25% for pommes frites kartofler, vil ved fritering give anledning til uacceptabelt mørkfarvede og bitre chipsprodukter og pommes frites. Sidstnævnte gælder også for pulverkartofler, hvor pulveret efterfølgende ønskes anvendt til fremstilling af friterede produkter. Ved optagning og indlagring lægges der stor vægt på, at kartoflerne har et så lavt indhold af reducerende

sukkerstoffer som muligt. Selvom sucrose ikke er direkte involveret i den omtalte mørkfarvning af kartoffelchips, er det også vigtigt at sucrose indholdet er lavt ved optagning, eftersom sucrose er sammensat af glucose og fructose, og derfor nemt omdannes til disse reducerende sukkerstoffer.

Indholdet af reducerende sukkerstoffer vil normalt stige gennem lagringsperioden. Ved produktion af kartofler til forarbejdning skelnes der derfor mellem kravene til kartofler, der køres direkte på fabrik efter optagning, og kravene til kartofler der skal lagres og først anvendes i løbet af vinteren eller foråret.

Kun ganske få kartoffelsorter kan leve op til de skrappe krav om et lavt indhold af reducerende sukre ved optagning og under lagring, idet denne egenskab delvist er genetisk betinget. Dog er det også muligt at påvirke knoldenes indhold af sukkerstoffer via dyrknings- og lagringstiltag. Den foreliggende artikel vil belyse disse muligheder, dvs. forhold man bør være specielt opmærksom på ved dyrkning og lagring af kartofler til forarbejdning.

Dyrkning

I forbindelse med dyrkningen er det specielt klimaforhold, gødsning, vandforsyning og nedvisningstidspunkt, der har indflydelse på kartoflernes sukkerindhold ved optagning.

Klimaforholdene i vækstsæsonen har stor betydning for kartoflernes indhold af sukkerstoffer. Fra praksis er det velkendt, at en relativ fugtig og kold vækstsæson normalt giver et højere indhold af sukkerstoffer end en tør og varm vækstsæson.

Det er vigtigt at kartoflernes vækst ikke går i stå pga. udtørring, idet det øger risikoen for gengroninger og dermed en forøget sukkerakkumulering i navleenden af knoldene. Sådanne uensartede partier er ikke egnede til produktion af kartoffelchips og pommes frites, idet de vil resultere i en meget uensartet færdigvare. Omvendt er også vandlidende jorde problematiske, da de medfører en øget risiko for råddannelse pga. nedsat luftskifte i jorden. Kartoffelpartier, der har været udsat for vand- eller tørkestress under dyrkningen, har generelt større risiko for akkumulering af reducerende sukkerarter under lagring. Vandings- og sprøjtespor, samt områder i marken der har været vandlidende gennem vækst- og nedvisningsperioden, bør derfor høstes separat og leveres

direkte fra marken til forarbejdning. Alternativt bør partierne opbevares separat for senere kvalitetsvurdering.

Gødningstildeling har også indflydelse på kvaliteten af de producerede kartofler. Velkendt er den negative effekt af en høj kvælstoftildeling, som reducerer kartoflernes tørstofindhold og forlænger deres vækstperiode, hvorved tidspunktet for naturlig nedvisning udsættes. Et fald i tørstofindhold er problematisk for produktion af kartofler til pulver og chips, hvor der tilstræbes et tørstofindhold på henholdsvis 21,5 og 23%, svarende til ca. 16% og 18% stivelse. En unødigt forlængelse af kartoflernes vækstperiode vil ofte resultere i høst af delvist umodne knolde med et forhøjet indhold af sukkerstoffer og en forringet lagerkvalitet.

Udviklingen i kartoflernes indhold af sucrose, reducerende sukkerstoffer og tørstof gennem vækstperioden er vist i figurerne 1, 2 og 3. Figurerne illustrerer forskelle mellem kartofler fra 6 forskellige avlere, som beskrevet i den foregående artikel. Generelt falder indholdet af sukkerstoffer under afmodningen, hvorimod tørstofindholdet stiger.

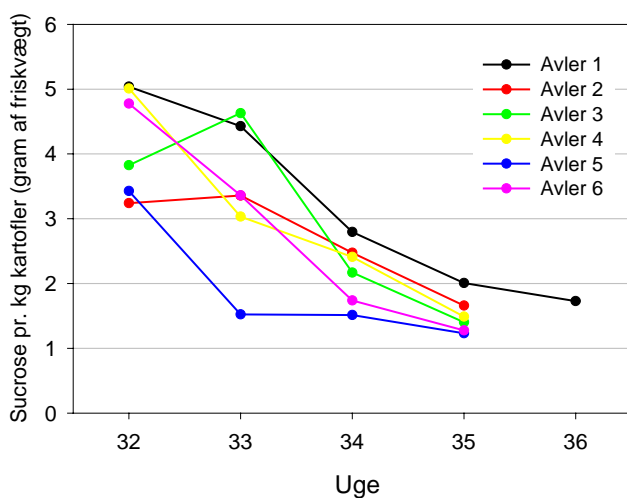
Nedvisning

Tidspunktet for vækststandsning fastsættes ud fra krav til kartoflernes kvalitet og udbyttens niveau. Afgrødens modenhed er en vigtig parameter, som baseres på en vurdering af toppens naturlige nedvisningsgrad, knoldenes skindfasthed, samt deres tørstof- og sukkerindhold.

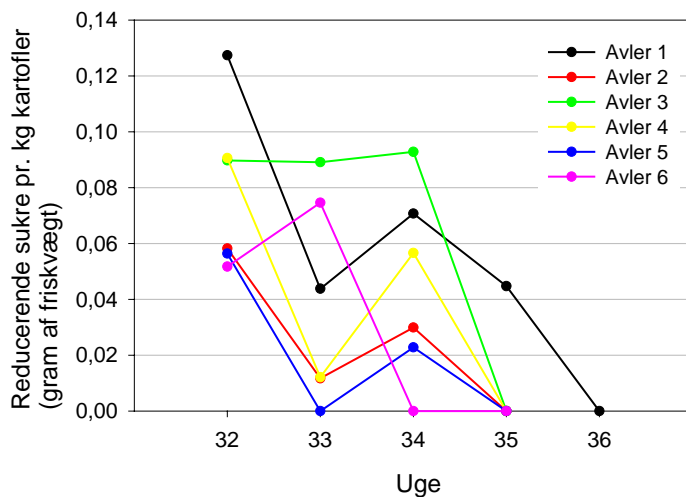
En unødigt forlængelse af kartoflernes vækstperiode, f.eks. som følge af en for høj kvælstof tildeling, indebærer en udsættelse af de naturlige afmodningsprocesser, der finder sted i kartoffeltoppen i slutningen af august måned. Erfaringer viser, at kartofler akkumulerer mindre sukkerstoffer under lagring, hvis den naturlige nedvisning af toppen allerede er indledt, når afgrøden nedvisnes kemisk eller mekanisk, da knoldene derved stresses mindre. Effekten tilskrives signalforvirring mellem top og rod, hvor knoldene på umodne planter ikke er stimuleret tilstrækkelig af toppen, hvorved sukkerakkumuleringen risikerer at fortsætte efter høst. Når kartoffelplanten nedvisnes kemisk, sker der en langsom udtørring af toppen, hvorved bl.a. sukker transporteres ned i knoldene og tørstofindholdet stiger en smule.

For at sikre at kartoflerne kan høstes inden jordtemperaturen bliver for lav i efteråret, bør toppen nedvisnes i sidste del af august eller først i september. Jordtemperaturer under 7 °C bør undgås, idet de stimulerer nedbrydningen af stivelse i knoldene og resulterer i en ophobning af reducerende sukkerstoffer, foruden at det resulterer i for mange stødkader ved optagning.

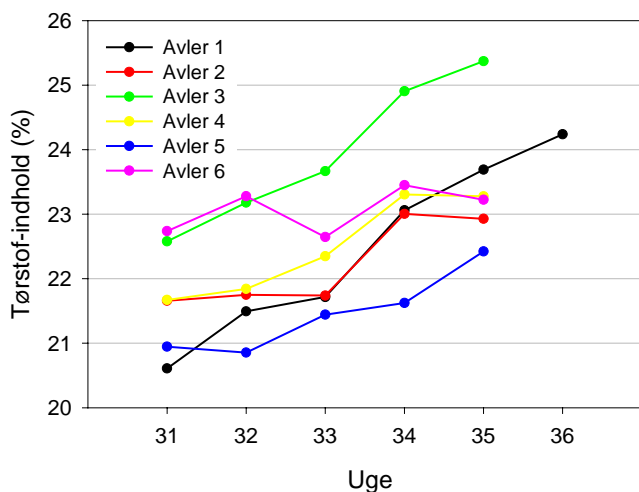
Det er vigtigt at knoldenes indhold af sukkerstoffer på nedvisningstidspunktet har nået et minimum, da sukkerindholdet under den videre lagring normalt aldrig når et lavere niveau end ved høst. Høst og lagring af delvist umodne knolde bør derfor undgås.



Figur 1. Sucrose indhold i knoldene i sidste del af vækstperioden i 6 forskellige Saturna marker. Marken for avler 1 er nedvisnet i uge 36 og de resterende marker er nedvisnet i uge 35.



Figur 2. Indhold af reducerende sukre (glucose og fructose) i knoldene i sidste del af vækstperioden i 6 forskellige Saturna marker. Marken for avler 1 er nedvisnet i uge 36 og de resterende marker er nedvisnet i uge 35.



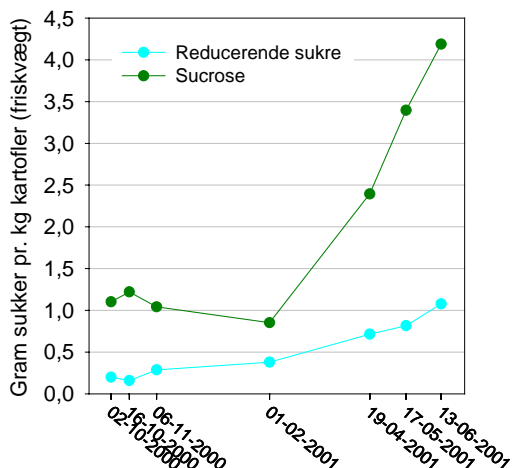
Figur 3. Tørstofindholdet i knoldene i sidste del af vækstperioden i 6 forskellige Saturna marker. Marken for avler 1 er nedvisnet i uge 36 og de resterende marker er nedvisnet i uge 35.

Optagning

Efter nedvisning bør kartoflerne sidde i jorden 2-3 uger, så knoldene kan opbygge korkhud, hvilket mindsker risikoen for spredning af sygdomsangreb og stødkader under optagning, samt ved håndtering i forbindelse med indlagring. En skånsom håndtering er vigtig, idet kartofler med stødmærker giver kartoffelchips med mørke aftegninger. Ligeledes medfører beskadigelser af knoldene, at der nedbrydes stivelse til brug for ”reparationer”, hvilket giver øget lagersvind og øger risikoen for yderligere sukkerakkumulering under lagring. Perioden mellem nedvisning og optagning kan være kritisk for kartoflerne. Ved sen nedvisning er der risiko for at knoldene stresses pga. lav jordtemperatur, omvendt kan nedvisning i solrige perioder medføre, at temperaturen i kammen stiger kraftigt, når toppen ikke længere skygger for solen. Under sådanne forhold øges knoldenes respiration, med fare for dannelsen mørkfarvede kvælningskader.

Lagring

Ved indlagring er det vigtigt, at sikre en hurtig tørring og en optimal sårheling inden kartoflerne langsomt nedkøles. I forbindelse med sårhelingen og nedkøling observeres ofte et lille fald i kartoflernes indhold af sukkerstoffer, hvorefter det normalt stiger gennem resten af lagerperioden. Figur 4 viser udviklingen i kartoflernes indhold af reducerende sukkerstoffer gennem lagringsperioden. Efter at sårhelingsperioden er slut og temperaturen er sænket til den ønskede lagertemperatur, er det vigtigt at temperaturen er konstant. På den måde holdes kartoflerne i ro, og nedbrydningen af stivelse begrænses mest muligt.



Figur 4. Indholdet af sucrose og reducerende sukke (fructose og glucose) gennem lagringsperioden.

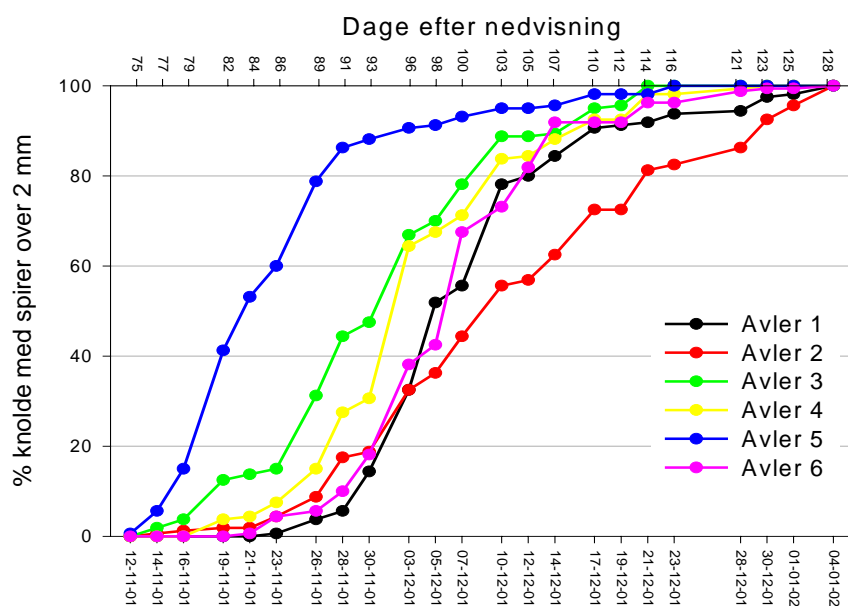
Forskellige forhold kan bevirke, at den normale stigning i indholdet af sukkerstoffer accelererer, og der opstår uacceptabelt høje niveauer. Sådanne forhold kan opstå i forbindelse med lagring af umodne knolde, ved for lave og svingende lagertemperaturer, ved begyndende spiring sidst i lagringsperioden, samt under stressforhold i forbindelse med sygdomsangreb, forhøjet CO₂-indhold og udtørring.

I umodne knolde er sukkerstofferne endnu ikke omdannet til stivelse, hvorfor sukkerindholdet kan være for højt til forarbejdning.

Når kartofler lagres under ca. 7 °C nedbrydes stivelsen i knoldene løbende til sukkerstofferne sucrose, glucose og fructose. Jo lavere temperatur desto mere stivelse nedbrydes og jo mere sukkerstof akkumuleres. Kartofler til forarbejdning skal derfor lagres ved en relativt høj temperatur på 7-9 °C, i modsætning til læggekartofler der kan lagres ned til 3-4 °C. En lagertemperatur på 7-9 °C sikrer, at knoldenes respirationsniveau er relativt højt, hvorved det frigivne sukker ”forbrændes” ved ånding. En endnu højere lagertemperatur ville begrænse sukkerakkumuleringen yderligere, men ville til gengæld også fremskynde kartoflernes spiring, som udløser en kraftig nedbrydning af stivelse. En kortvarig hævnning af temperaturen umiddelbart inden forarbejdning (15 °C i 2-3 uger) bidrager til øget ånding, hvorved sukker forbrændes. Kartoffelpartier med et forhøjet indhold af sukkerstoffer kan derfor ”reddes” ved at hæve temperaturen, men metoden er ikke altid sikker. Metoden kaldes rekonditionering, og kan kun anvendes på fysiologisk unge kartofler, dvs. kartofler der er lagret maksimalt frem til april måned. Nedbrydning af sukkerstoffer ved rekonditionering er

påvirket af mange faktorer, hvorfor en reduktion af sukkerindholdet desværre ofte er begrænset og resultatet dermed uforudsigeligt.

Tidspunktet for hvornår knoldene begynder at spire under lagring ønskes udskudt så længe som muligt, idet spiring øger udtørringen og giver et vægttab. Et andet stort problem ved spiring er den samtidige nedbrydning af stivelse til sukker, der bruges til opbygning og vækst af spirer. Tidspunktet for hvornår knoldenes naturlige spirehvile brydes varierer mht. dyrkningslokalitet og -år. I figur 5 ses forskelle i spirehvilens varighed mellem 6 partier dyrket i 2001. For at udskyde tidspunktet for spiring behandles kartoflerne med spirehæmmende kemikalier (CIPC) under lagringen. I forbindelse med spirehæmning kan der opstå en efterfølgende stigning i kartoflernes indhold af reducerende sukkerstoffer. Denne effekt tilskrives en stigning i temperatur, CO₂ og afbrændingsgasser, forbundet med CIPC-behandlingen. Effekten kan modvirkes ved en kraftig ventilering med friskluft umiddelbart efter endt CIPC-behandling, dvs. 12 timer.



Figur 5. Spirehvilens varighed i 6 forskellige kartoffelpartier. Spirehvilens defineres som afsluttet når 80% af knoldene har spirer på over 2 mm.

I slutningen af lagringsperioden stiger akkumuleringen af sukkerstoffer i kartoflerne, idet de membransystemer der omgiver stivelseskornene nedbrydes, som følge af de naturlige ældningsprocesser i knoldene. Anvendes rekonditionering på sådanne fysiologisk gamle kartofler udløses derfor en ukontrolleret nedbrydning af stivelse til sukkerstoffer, hvorved rekonditionering blot forværrer kvaliteten.

De fysiske lagringsforhold kan ligeledes bidrage til en forøget sukkerakkumulering. I perioder med for ringe indtag af friskluft eller forøget respiration stiger indholdet af CO₂ på lageret hurtigt. Ved CO₂ koncentrationer over 0,5% øges akkumuleringen af sukkerstoffer, idet det høje CO₂ niveau hæmmer respirationen. Ved endnu højere CO₂ niveauer (mangel på ilt) kan der tillige optræde mørkfarvede kvælningssymptomer i knoldene.

Konklusioner

Kvaliteten og specielt indholdet af sukkerstoffer i kartofler på forarbejdningsstidspunktet er resultatet af et kompliceret samspil mellem klima-, dyrknings- og lagrings faktorer. For at sikre en høj kartoffelkvalitet skal håndteringen være optimal i hele kæden fra jord til forarbejdning.

Følgende forhold bør overholdes for at sikre en god kvalitet:

- Kartoffelafgrøden må ikke udsættes for vand- og tørkestress.
- Ved kemisk eller mekanisk nedvisning bør afgrøden være påbegyndt naturlig nedvisning, hvilket sikres ved moderat kvælstoftildeling.
- Undgå høst af delvist umodne knolde
- Ved høst skal stødkader og beskadigelser minimeres mest muligt, og høsten bør være afsluttet senest 1. oktober.
- Efter afslutning af sårhelingsperioden skal lagertemperaturen være konstant, og må ikke komme under 7 og 8 °C for henholdsvis pulver- og chipskartofler. Ligeledes skal der være god ventilation på lageret.
- Sukkerindholdet kan i problempartier sænkes vha. rekonditionering i den første del af lagerperioden.