

Afrapportering til Kartoffelafgiftsfonden:

”Bestemmelse af glykæmisk index i forskellige sorter og kvaliteter af kartofler ved brug af en hurtig og billig *in vitro* metode”

Projektleder:

Seniorforsker Ulla Kidmose, Århus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Institut for Råvarekvalitet, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev.

Deltagere: Seniorforsker Anette Thybo (DJF-Årslev)
Direktør Lars Buch, Landbrugets Kartoffelfond (LKF)

Indledning

Kartofflen er en vigtig stivelsesholdig fødevarer i danskernes kost på trods af faldende indtag og divergerende meldinger fra kost og slankeeksperter. Et af de 8 nye kostråd fra 2005 fastslår, at man skal spise kartofler, ris eller pasta og groft brød hver dag. Der anbefales, at man spiser kartofler som tilhører til aftensmaden mindst 4 gange om ugen, i alt 250 g/gang. Med de nye kostråd slås det endvidere fast, at kartofler stadig er en basal fødevarer i danskernes kost, som ligger nederst i kostpyramiden og ikke som i den amerikanske model ”den omvendte kostpyramide”, hvor kartofflen er placeret i toppen.

Det glykæmiske index (GI) er en metode til at rangere kulhydratrige fødevarer alt afhængig af, hvordan de efter indtagelse påvirker det efterfølgende blod glukose respons. Som reference anvendes tilsvarende mængde af rent glukose eller hvidt brød. Indtagelse af en lav GI kost ser ud til at have en positiv effekt på en lang række velfærdssygdomme, bla. diabetes II og kan være gavnlig for overvægtige.

Formål

At etablere og optimere en *in vitro* hurtigmetode til bestemmelse af det glykæmisk index (GI) i forskellige sorter og kvaliteter af kartofler for at kunne forudsige sundhedsværdien heraf.

Kartoffelprøver

Til projektet har vi valgt fem kartoffelsorter, som skulle repræsentere så bredt et spektrum af spisesorter som muligt. Sorterne var ’Asparges’, ’Jutlandia’, ’Ballerina’, ’Liva’ og ’Oleva’. Målet var at kombinere forskelle i det typiske tørstofindhold i sorterne og i deres kogefasthed. Sorterne blev dyrket ved Landbrugets Kartoffelfond i Vandel.

’Asparges’ er en gammel velkendt spisekartoffel, som af mange vurderes som den måske allerbedste spisekartoffel. Den har et højt tørstofindhold, men er alligevel meget kogefast (Tabel 1).

’Jutlandia’ er en nyere sort af "Sava typen", altså kogefast med god smag, men med et middelhøjt tørstofindhold (Tabel 1).

’Ballerina’ er en helt ny sort, hvor udseende, kvalitet, kogefasthed og smag er helt i top. Trods dens gode kogefasthed er indholdet af tørstof ret lavt (Tabel 1).

'Liva' er ikke en egentlig spisesort, men er beregnet til chipsproduktion. Den har derfor et meget højt tørstofindhold og er slet ikke kogefast. Kødet er meget lyst, næsten hvidt, og dette kombineret med en god smag og evnen til at koge ud, gør den meget velegnet til mos (Tabel 1).

'Oleva' er heller ikke en egentlig spisekartoffel, men benyttes til stivelsesproduktion. Den har dog spisesorter i sit stamtræ, og har derfor under særlige forhold været anvendt til både spisekartoffel og til pommes frites. Tørstoffet er ikke højt sammenlignet med en typisk stivelsessort, men i forhold til spisesorter er det ret højt (Tabel 1).

Sorterne blev høstet i september 2007. Efter høst blev sorterne opbevaret på køl ved 6°C indtil analyse. For hver af de 5 sorter blev der udtaget 2 x 4 kartoffelknolde, som var ens i størrelsen. Knoldene blev skrællet og kogt i vand i 20 min. Fra hver af de 4 knolde blev der udtaget 1.5 g, i alt 6 g til videre analyse.

Tørstof

Tørstofindholdet blev bestemt på kartoffelprøverne ved tørring ved 80°C i 18 timer.

Bestemmelse af GI ved enzymatisk *in vitro* metode

Traditionelt fastsættes GI ved at måle blod glukose indholdet i mennesker eller på dyr efter et givent tidsinterval, efter at de har indtaget et stivelsesholdigt produkt. Denne bestemmelse af GI er en besværlig, tidskrævende og dyr metode. Derfor er der udviklet hurtige og billige *in vitro* metoder, som er baseret på bestemmelse af hydrolysehastigheden af stivelse til sukker efter en enzymatisk behandling (Grandfeldt *et al.*, 1992; Goñi *et al.* 1997). En sådan *in vitro* metode er blevet implementeret ved Institut for Råvarekvalitet og GI for forskellige sorter af kartofler er bestemt med denne metode.

Den enzymatiske *in vitro* metode indeholder flg. trin:

- 1) Tygning af prøven
- 2) Tilsætning af proteinnedbrydende enzymer og saltsyre og efterfølgende inkubering af prøven i vandbad for at efterligne forholdene i maven.
- 3) Justering af pH, tilsætning af amylase og løbende udtagning af prøver efter 15, 30, 60, 90, 120 og 180 min.
- 4) Måling af sukkerindhold i de udtagne prøver ved spektrofotometriske målinger
- 5) En prøve tilsættes stivelsesnedbrydende enzymer og inkubering i 45 min. Det totale sukkerindhold måles spektrofotometrisk.

Bestemmelse af tilgængelig stivelse og resistens stivelse

Udover at bestemme nedbrydningshastigheden af stivelse, bestemmes potentielt tilgængelig stivelse og resistent stivelse i kartoffelprøverne. Efter inkubering af kartoffelprøverne med enzymerne pepsin, pancreatin og amyloglucosidase fældes prøverne med etanol og filtreres. Indholdet af glucose bestemmes i filtratet og er et udtryk for potentielt tilgængelig stivelse. Resistent stivelse bestemmes på den uopløselige filterrest.

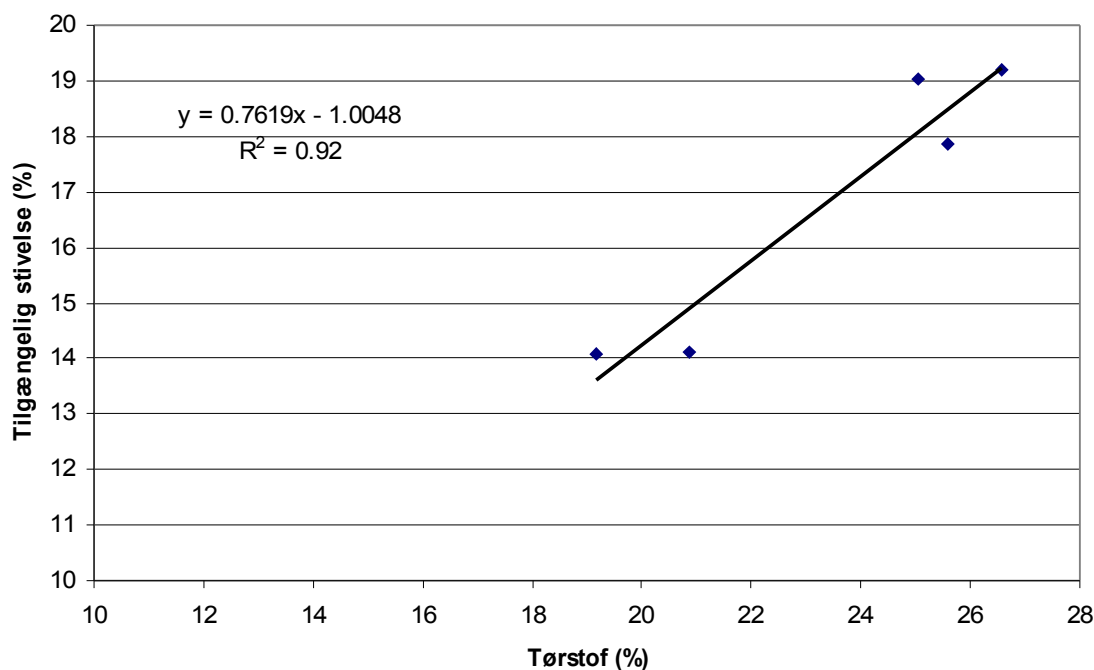
Resultater

Som opgivet i Tabel 1 varierer tørstofindholdet i gennemsnit fra 19 – 27 % for de fem sorter. Indholdet af tilgængelig stivelse, resistent stivelse og total stivelse varierer for de undersøgte sorter, hvor indholdet af total stivelse er højest i Asparges og Oleva og lavest i Ballerina og Jutlandia.

Tabel 1. Tørstofindhold (%) og indhold af tilgængelig, resistent og total stivelse i 5 kartoffelsorter. Resultaterne er opgivet som gennemsnit ± standardafvigelsen på n=2

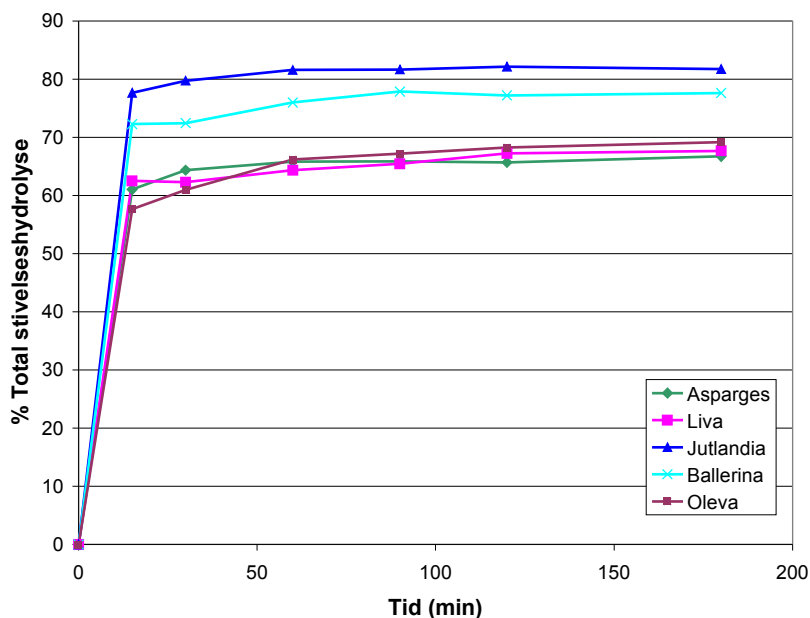
Sort	Tørstof (%)	Tilgængelig stivelse (g/100 g kartofler)	Resistent stivelse (g/100g kartofler)	Total stivelse (g/100 g kartofler)	Total stivelse (g/100 g tørstof)
Asparges	26.6	19.19 ± 0.68	4.43 ± 0.24	23.62± 0.92	88.80±3.45
Liva	25.6	17.87 ± 1.11	2.89 ± 0.43	20.76± 0.67	81.10±2.64
Oleva	25.0	19.02 ± 1.65	2.66 ± 0.79	21.68± 2.44	86.73±9.74
Jutlandia	20.9	14.12 ± 1.22	1.91 ± 0.08	16.03± 1.14	76.71±5.46
Ballerina	19.2	14.09 ± 0.48	1.47 ± 0.36	15.56 ± 0.83	81.04±4.34

Som det ses i figur 1 er der en pæn sammenhæng mellem tilgængelig stivelse og tørstof for de 5 sorter - jo højere tørstofindhold, jo højere indhold af tilgængelig stivelse. Dog bygger korrelationen kun på to grupper.



Figur 1. Sammenhæng mellem indholdet af tilgængelig stivelse og tørstof.

Ved brug af den enzymatiske *in vitro* metode er nedbrydelse af stivelse til sukker målt efter 15, 30, 90, 120 og 180 min. og beregnet som % af det totale stivelsesindhold. Som det ses ud fra figur 2 nedbrydes stivelsen forholdsvis hurtigt.



Goñi *et. al* (1997) har fundet en god sammenhæng mellem % total stivelse hydrolyseret efter 90 min. inkubering og det glykæmiske index (GI), udtrykt ved formlen $GI = 39.21 + 0.803 (H_{90})$ for kartoffelstivelse.

Den eksperimentelle værdi for H_{90} er opgivet i tabel 2 og GI er estimeret ved brug af formlen. Der er en forholdsvis stor standardafvigelse på nogle af H_{90} , hvilket også vil give en forholdsvis stor usikkerhed på GI estimererne for disse prøver. Som det ses ud fra tabel 2 varierer den gennemsnitlige GI fra 91 – 105 for de undersøgte prøver. Pr definition har hvidt brød en GI på 100, hvorfor alle de undersøgte kogte kartofler har en forholdsvis høj GI.

Tabel 2. Den eksperimentelle værdi for H_{90} , hvor resultaterne er opgivet som gennemsnit \pm standardafvigelsen for $n=2$, samt GI for de 5 undersøgte kartoffelsorter

Sort	H_{90}^*	Estimeret GI
Asparagus	65.86 \pm 8.28	92.1
Liva	65.46 \pm 1.05	91.8
Oleva	67.19 \pm 1.42	93.2
Jutlandia	81.66 \pm 4.75	104.8
Ballerina	77.87 \pm 5.65	101.7

Konklusion

Målet i projektet var at etablere en enzymatisk *in-vitro* metode, som kunne anvendes til at estimere GI i forskellige kartoffelsorter.

Ud fra tidligere beskrevne metoder, er en metode, som omfatter enzymatisk behandling af prøven tilsvarende forholdene i maven, etableret. Ved løbende udtagning af prøver til måling af sukkerindholdet kan hydrolysehastigheden af stivelse bestemmes. Samtidig kan indholdet af tilgængeligt og resistent stivelse bestemmes efter den enzymatiske behandling.

Nærværende undersøgelser viser, at kartoffelsorter af varierende kvalitet og tørstofindhold (19 – 27 %) varierer med hensyn til indhold af tilgængelig stivelse, resistent stivelse og total stivelsesindhold. Der er en sammenhæng mellem tørstofindhold og tilgængeligt stivelse. De 5 sorter varierer i % total stivelse hydrolyseret (65 – 82) og i estimerede GI (92 – 105).

Den enzymatisk *in vitro* metode og resultaterne kan være et springbræt til nye ansøgninger om GI i kartofler og andre stivelsesholdige produkter.

Referencer

Granfeldt Y., Björck, I., Drews, A. and Tovar, J. (1992). An in vitro procedure based on chewing to predict metabolic response to starch in cereal and legume products. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, 649-660.

Goñi I., Garcia-Alonso, A., Saura-Calixto. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17, 427-437.