



Til Fødevarestyrelsen

Vedr. bestillingen: ” Bidrag til en teknisk beskrivelse af produktet ”Samsø Nye Kartoffler”

Fødevarestyrelsen har i bestilling fremsendt d. 17. august 2017 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at gennemgå relevant litteratur om nye kartoflers egenskaber og indholdsstoffer, og på denne baggrund identificere entydige kemiske parametre og andre objektive karakteristika for nye, umodne (tidlige) kartofler.

Nedenfor følger besvarelsen med titlen ”Bidrag til en teknisk beskrivelse af produktet ”Samsø Nye Kartoffler”. Rapporten er udarbejdet af Postdoc Jesper Malling Schmidt og Lektor Merete Edelenbos fra Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet. Ulla Kidmose fra samme institut har lavet fagfællebedømmelse.

Besvarelsen er udarbejdet som led i ”Rammeaftale mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet om forskningsbaseret myndighedsbetjening af Miljø- og Fødevareministeriet med underliggende styrelser 2017-2020”.

Venlig hilsen

Ulla Sonne Bertelsen

DCA - Nationalt Center for
Fødevarer og Jordbrug

Ulla Sonne Bertelsen

Specialkonsulent

Dato 13.09.2017

Direkte tlf.: 87 15 76 85

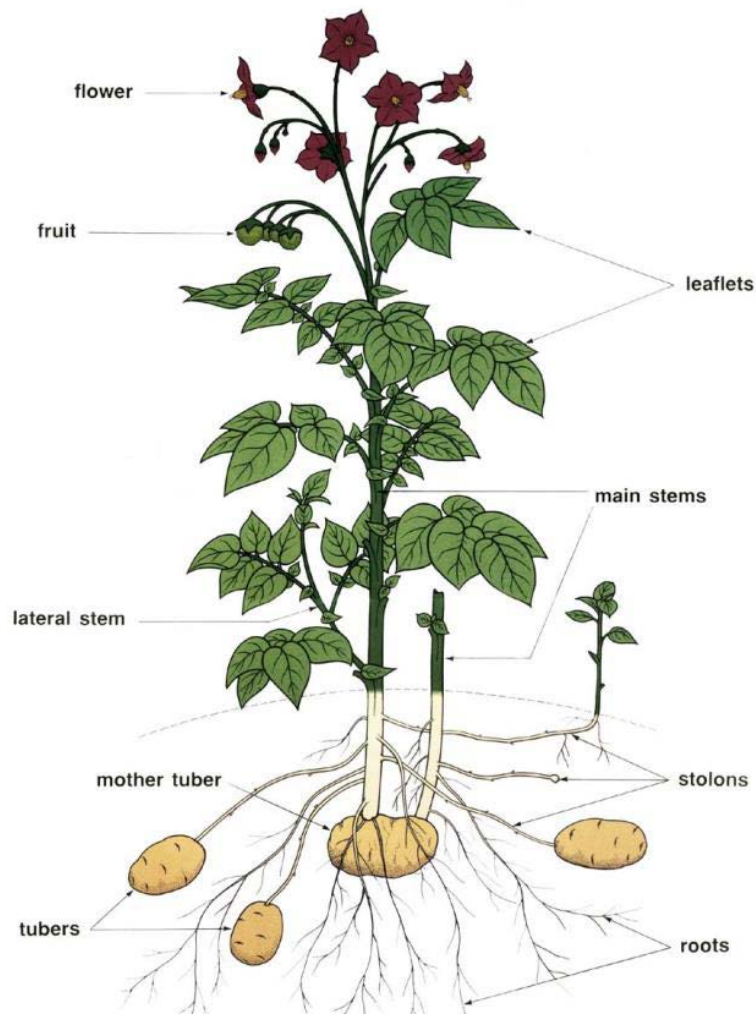
Mobiltlf.: 93 50 85 68

E-mail: usb@dca.au.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103

Journal 2017-760-000474

Bidrag til en teknisk beskrivelse af produktet "Samsø Nye Kartoffler"



CIP International Potato Center

Jesper Malling Schmidt og Merete Edelenbos
Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

Fagfællebedømt af Ulla Kidmose, Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

Sammendrag

For at kunne markedsføre "Nye Samsø Kartoffler" som en beskyttet geografisk betegnelse er der behov for at kunne måle og sammenligne umodne kartofler med modne kartofler fra ny høst, det vil sige kartofler, der ikke er lagrede. Nyhøstede, umodne kartofler adskiller sig fra modne kartofler på følgende målbare parametre:

- Nyhøstede, umodne kartofler er små, skindet er glat, og de er ikke færdigudviklet.
- Nyhøstede, umodne kartofler har et korkcambiumlag (phellogen) som endnu ikke har dannet levende parenkymceller (phellogen), og derfor er det muligt at gnide kartoffelskindet af (phellem).
- Nyhøstede, umodne kartofler har et højere vandindhold og et lavere tørstofindhold end nyhøstede, modne kartofler.
- Nyhøstede, umodne kartofler har en lavere knoldvægt og et højere sakkrose- og glukoseindhold end nyhøstede, modne kartofler.
- Nyhøstede, umodne kartofler har et lavere stivelsesindhold, et lavere stivelses-/sukkerforhold samt et højere amyloseindhold end nyhøstede, modne kartofler
- Nyhøstede, umodne kartofler har andre kogeegenskaber end nyhøstede, modne kartofler, da de ikke bliver melede.
- Nyhøstede, umodne kartofler har et lavere glykæmisk indeks end nyhøstede, modne kartofler.
- Nyhøstede, umodne kartofler har et højere indhold af klorogensyre, æblesyre, folinsyre, og karotenoider end nyhøstede, modne kartofler, mens indholdet af vitamin C er lavere.

Der er således belæg for at klassificere "Nye Samsø Kartoffler" som en særlig kvalitet af nyhøstede kartofler fra øen Samsø, fordi de kvalitets- og indholdsstofmæssigt adskiller sig fra nyhøstede, modne kartofler dyrket i samme område. Dog er der behov for, at fastlægge hvilke måleværdier nyhøstede, umodne kartofler fra Samsø skal ligge indenfor, for at de kan klassificeres som "Nye Samsø Kartoffler".

Ordliste

Bud:	Knop
Bulking:	Vækstforøgelse
Climacteric produce:	Klimakterie produkt
Cork Layer:	Korklag
Cortex:	Primærbark
Cortical cells:	Celler i primærbark
Ethylene:	Ætylen
Flowers:	Blomster
Fruits:	Frugter
Growth:	Vækst
Lateral stem:	Sidestængel
Leaflets:	Små blade
Main stem:	Hovedstængel
Maturation:	Udvikling
Medulla:	Grundvæv
Mother tuber:	Moderkartoffel
Non-climacteric produce:	ikke-klimakterie produkt
Parenchyma:	Parenkym
Periderm:	Skind
Phellem:	Korkceller
Phelloderm:	Levende parenkylceller
Phellogen:	Kork cambiumlag
Pith:	Marv
Plasmodesmata:	Passage mellem cellerne
Respiration rate:	Åndingshastighed
Ripening:	Modning
Root:	Rødder
Senescence:	Aldring
Stem:	Stængel
Stolens:	Stængeludløbere
Tuber:	Knold
Tuberization:	Knolddannelse
Vascular:	Vaskulær

Baggrund for og formål med bestillingen

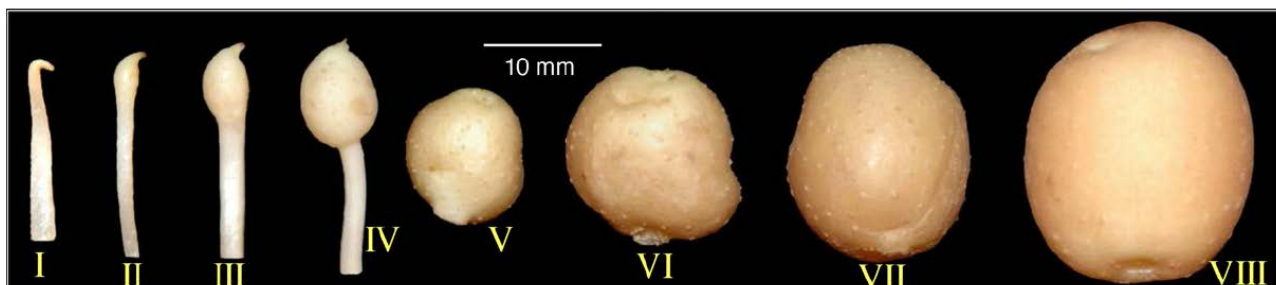
Fødevarestyrelsen har fremsendt en ansøgning til EU-Kommissionen om registrering af "Samsø Nye Kartoffler" som beskyttet geografisk betegnelse (BGB). Grundlaget for ansøgningen er en varespecifikation, som er udarbejdet af Sammenslutningen af Kartoffelpakkerier på Samsø. Til

brug for ansøgningen er udarbejdet et enhedsdokument, der er et resumé af varespecifikationen, og som er indeholdt i materialet, der er sendt til Kommissionen.

Kommissionen efterlyser en tilføjelse til beskrivelsen af det specifikke ved produktet, der skal registreres, "*ved hjælp af måleenheder og fælles eller tekniske sammenligningsgrundlag*". Aarhus Universitet (AU) anmodes på denne baggrund om at give et input til, hvordan beskrivelsen af produktet kan udvides med yderligere tekniske data ud fra relevant litteratur om nye kartoflers egenskaber og indholdsstoffer, herunder at identificere entydige kemiske parametre og andre objektive karakteristika for nye, umodne (tidlige) kartofler. Efterfølgende anmodes AU om at kvalitetssikre revisionen af varespecifikationen og enhedsdokumentet, der er grundlaget for ansøgningen.

Nye, umodne (tidlige) kartofler

Kartofler er en toårig afgrøde, der starter med, at der lægges en moderkartoffel i jorden. Denne læggekartoffel eller moderkartoffel danner stængeludløbere, hvorpå de 'nye' kartofler dannes (stadie I – IV, figur 1). Deraf betegnelsen 'nye' kartofler. De 'nye' kartofler kan høstes tidligt (stadie V – VI, figur 1) eller sent i deres naturlige udvikling og modning (stadie VII – VIII, figur 1). Høstes de tidligt, før de er færdigudviklede og 'modne', kaldes de 'tidlige' kartofler. Høstes de sent, kaldes de modne kartofler eller blot kartofler. Kartofler er 'gamle', når de har lagret vinteren over og således stammer fra sidste års høst, eller fordi de har mistet deres spændstighed som følge af udtørring.



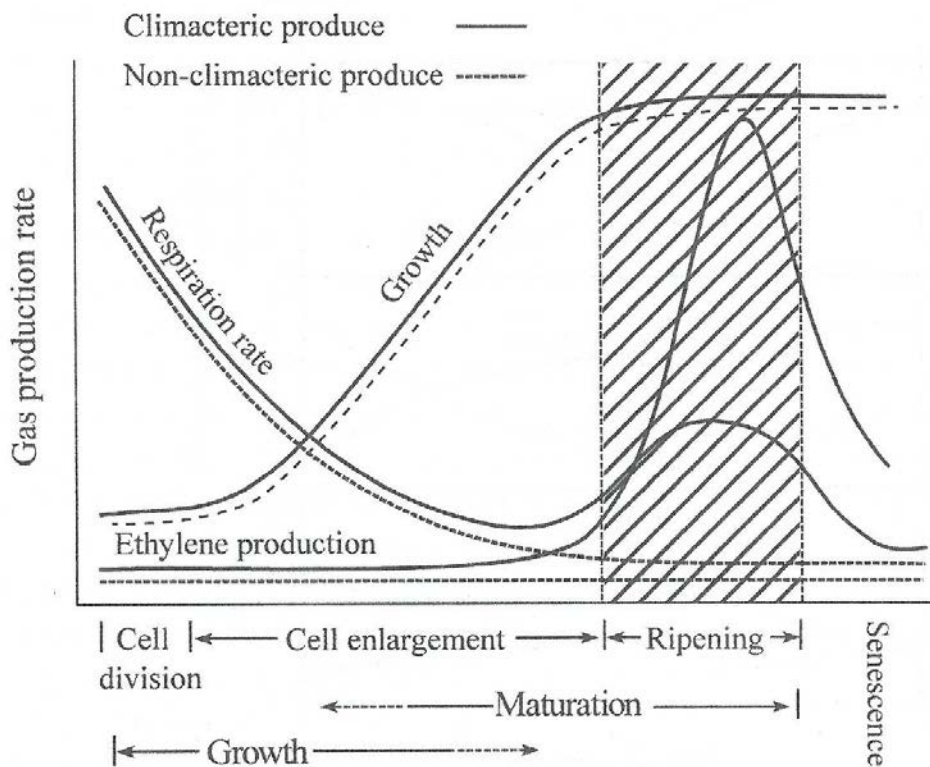
Figur 1. Knolddannelse hos kartofler. Fra Blauer (2013).

Nye, umodne, tidlige kartofler er således umodne kartofler, der høstes tidligt i deres vækst samme år, som de er lagt.

De forskellige vækstfaser

Alle planter og plantedele har et vækst- og udviklingsforløb. De forskellige vækstfaser er vist i figur 2. Åndingshastigheden (respiration rate) falder hen igennem vækstperioden (growth and maturation), mens ætylenproduktionshastigheden er uændret (ethylene production). Først deles cellerne (cell division), og dernæst forstørres de (cell enlargement). Der indlejres makro- og mikronæringsstoffer samt vitaminer (se tabel 1) i cellerne i takt med, at der produceres energi ved fotosyntese. Det betyder, at der er en glidende overgang mellem en ikke-færdigudviklet (umoden)

og en færdigudviklet (moden) kartoffel med hensyn til størrelse og mængden af indholdsstoffer. En færdigudviklet kartoffelknold har således opnået sin fulde størrelse ved høst og den kan ikke blive større selvom plantens grønne dele producerer energi ved fotosyntese og indlejrer energi i knoldene i form af sukker, der så blev omdannet til stivelse. En færdigudviklet og moden kartoffelknold vil således have sin fulde størrelse og det maksimale indhold af stivelse ved høst. En ikke-færdigudviklet og umoden kartoffelknold vil omvendt blive større, hvis den forbliver i jorden og fortsætte sin vækst og udvikling. Dette betyder, at der både er forskel på umodne og modne kartofler med hensyn til vækst og udvikling samt mængden af indlejrede makro- og mikronæringsstoffer og vitaminer.



Figur 2. Vækst og udvikling af planter og plantedele. Kartofler er et ikke-klimakterie produkt (non-climacteric produce) og har derfor ikke en spisemodningsfase (ripening). Fra Wills et al. (2007).

Knolddannelse og størrelse

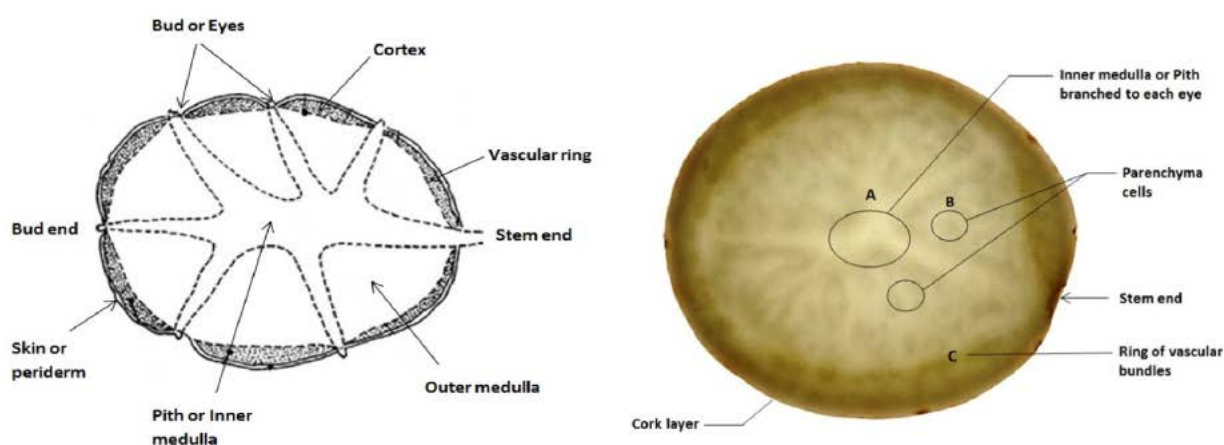
Det første stadium i knolddannelsen er, at stængeludløberer svulmer op (stadie I – II, figur 1), og at der bliver indlejret vand og kulhydrater i cellerne i takt med at cellerne forstørres (cell enlargement) (stadie III – IV, figur 1). På engelsk kaldes dette stadie 'bulking'. Her forstørres cellerne, og vakuolerne fyldes op med vand og sukkerstoffer (Blauer, 2013). Næste trin er afmodningsfasen (stadie VI – VIII, figur 1), hvor cellerne er fuldt forstørret og udviklet, men endnu ikke har opnået deres fulde indhold af stoffer.

Da knoldene på en kartoffelplante dannes løbende og udviklingen ikke er synkroniseret, vil der til et givent tidspunkt være knolde i forskellige vækststadier og størrelser på planten (Struik, 2012). Om disse knolde når at blive færdigudviklet, afhænger af om plantens blade er i stand til at danne nok stoffer ved fotosyntese til, at alle knoldene kan nå deres fulde størrelse og tørstofindhold før høst. Således bruger Heltoft (2017), Pritchard (1992), og Sabba (2007) forskellige definitioner til at afgøre kartoflers fysiologiske modenhed, fx om den grønne top er visnet ned, om der er dannet fast skind på kartoffelknolden, og viden om knoldens tørstofindhold. Hvis ellers kartoffelplanten er sund og ikke er angrebet af sygdomme så vil nye, umodne, tidlige kartofler være små, skindet glat og tørstofindholdet lavt (Heltoft, 2017; Pritchard, 1992; Sabba, 2007).

Det er således ikke muligt alene ud fra kartoflens størrelse at sige noget om kartoflens modenhed. Det udnyttes fx i dag, hvor små kartofler i en produktion lagres og senere sorteres fra og sælges som 'baby kartofler'. Disse kartofler spises med skræl, fordi skrællen er forholdsvis tynd og ensartet, men den sidder fast.

Skindets beskaffenhed og knoldens anatomiske opbygning

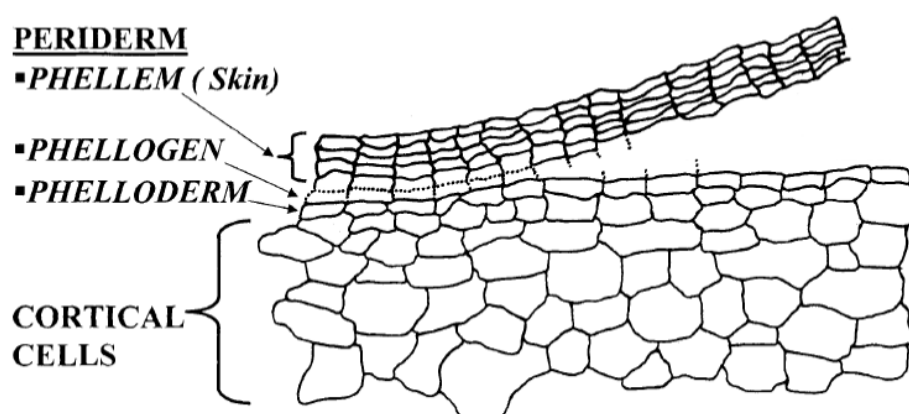
Kartofflen består yderst af skindet (periderm), derefter et korklag eller en primærbark (cortex eller cortical cells) (Figur 3 og 4). Under dette lag ligger den vaskulære ring (vascular ring), der grænser op til grundvævet, der består af parenkymceller (parenchyma cells) af variabel størrelse og form (Figur 3). Tørstofindholdet er højest i det ydre lag af kartofflen (skindet, korklaget og det ydre grundvæv (outer medulla)) og lavest i den indre del af grundvævet, som ligger inde i midten (pith og inner medulla) (Woolfe 1987).



Figur 3. Kartofflens opbygning. Fra Faridnia (2015).

Kartofflens skind (periderm) kan opdeles i flere lag: Yderst et lag af døde korkceller (phellem), dernæst et kork cambiumlag (phellogen), der producerer døde korkceller yderst og inderst levende parenkymceller (phellogen) (Figur 4). I umodne kartofler består skindet kun af døde korkceller og et kork cambiumlag, hvilket betyder at skindet nemt kan gnides af. Det betyder også,

at skindet ikke er forkorket (suberiniseret) i samme grad som i modne kartofler (Lulai, 1994) og derfor i højere grad mister vand igennem cellerne fra kartoflens indre (Lulai, 1994). I umodne kartofler er kork cambiumlagets celler aktive, cellevæggene er tyndere, og der er endnu ikke udviklet cellepassager (plasmodesmataer) til transport af næringsstoffer mellem cellerne (Lulai 2001). Det er således muligt, at sige noget om kartoflernes modenhed ud fra skindets beskaffenhed og evne til at løsnes fra resten af knolden. På umodne, ikke færdigudviklede kartofler, hvor kork cambiumlaget (phellogen) endnu ikke har dannet et lag af levende parenkymceller (phellogen), vil det være muligt at gnide kartoffelskindet af.



Figur 4. Kartoflens ydre lag. Fra Lulai (2002).

Kartoflens indholdsstoffer

DTU Fødevardatabasen har beskrevet indholdet af makronæringsstoffer og vitaminer i nyhøstede kartofler fra perioden maj til september, det vil sige kartofler, der er blevet taget direkte op af jorden, vasket og pakket. Disse er blevet sammenlignet med kartofler, der er blevet høstet og lagret og analyseret i perioden fra februar til juni (Tabel 1). Fra tabellen ses, at nyhøstede kartofler, der kan være mere eller mindre umodne og modne på høsttidspunktet, generelt har et højere vandindhold og indhold af C-vitamin samt mindre protein, kulhydrat og tørstof end lagrede, gamle kartofler men også, at variationen er meget stor. Det underbygges af tabel 1. Fx varierer tørstofindholdet mellem 15,2% - 28,2% i nyhøstede kartofler og mellem 18,3% og 30,2% i lagrede kartofler. Det afspejler både en sortsvariation, og at kartoflerne har været mere eller mindre færdigudviklet og modne på høsttidspunktet og derfor har varieret med hensyn til indhold af sukker og stivelse.

Knoldens vand- og tørstofindhold

Appleman (1926) fandt, at vandindholdet var højere i umodne kartofler (83,7 %) høstet den 17. juni end i modne kartofler (81,0 %) høstet den 27. august. Tilsvarende fandt Heltoft (2016), at umodne kartofler havde et lavere tørstofindhold (21,1 %) end modne kartofler (23,5 %).

Tabel 1. Indholdsstoffer i rå ny-høstede og gamle kartofler. DTU Fødevaredata-basen.

Nr.846	Kartoffel, ny (maj til september), rå
Engelsk navn	Potato, new (May to September), raw
Taxonomisk navn	Solanum tuberosum L.

Makronæringsstoffer m.m.	Indh. /100g	Enh	Median	Variation
Energi, kJ	321	kJ		
Energi, kcal	77			
total-N	0,288	g		0,160-0,464
Protein, total	1,8	g		1,000-2,900
Protein, deklaration	1,8	g		
Kulhydrat best. v/diff.	17,1	g		
Kulhydrat, tilgængelig	15,8	g		
kulhydrat, deklaration	15,8	g		
Tilsat sukker	0,0	g		
Kostfibre	1,3	g		
Fedt, total	0,3	g		0,2-0,5
Alkohol	0,0	g		
Aske	0,9	g		0,7-1,1
Tørstof	20,1	g		15,200-28,200
Vand	79,9	g		71,800-84,800

Vitaminer	Indh. /100g	Enh
A-vitamin	0	RE
Retinol	0	µg
D-vitamin	0	µg
D3 cholecalciferol	0	µg
Niacin	0,450	NE
B12-vitamin	0	µg
C-vitamin	22,0	mg
L-ascorbinsyre	22,0	mg

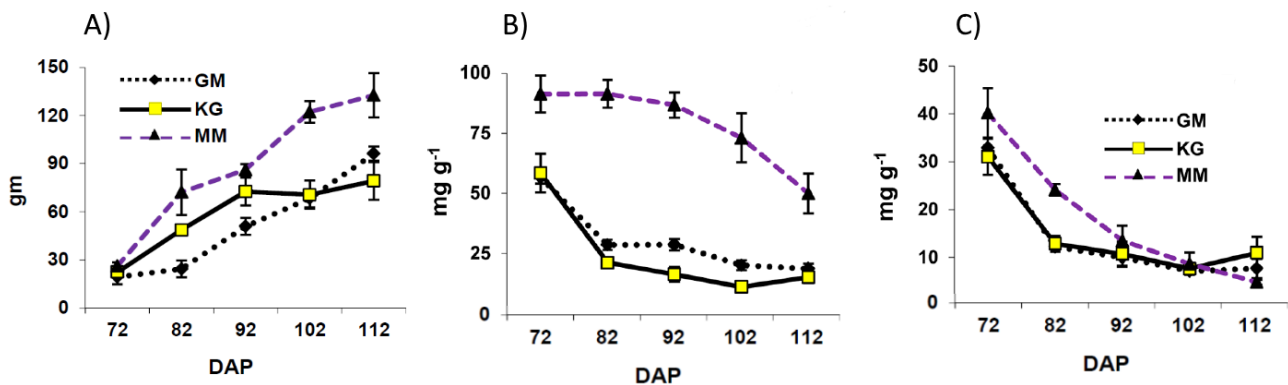
Nr.946	Kartoffel, gammel (februar - juni), rå
Engelsk navn	Potato, old (February to June), raw
Taxonomisk navn	Solanum tuberosum L.
Synonymer	Kartofler.

Makronæringsstoffer m.m.	Indh. /100g	Enh	Median	Variation
Energi, kJ	345	kJ		
Energi, kcal	82			
total-N	0,352	g		0,256-0,432
Protein, total	2,2	g		1,600-2,700
Protein, deklaration	2,2	g		
Kulhydrat best. v/diff.	18,2	g		
Kulhydrat, tilgængelig	16,8	g		
kulhydrat, deklaration	16,8	g		
Tilsat sukker	0,0	g		
Kostfibre	1,4	g		1,07-2,05
Fedt, total	0,3	g		0,2-0,5
Alkohol	0,0	g		
Aske	1,0	g		0,8-1,1
Tørstof	21,7	g		18,300-30,200
Vand	78,3	g		69,800-81,700

Vitaminer	Indh. /100g	Enh
A-vitamin	0	RE
Retinol	0	µg
D-vitamin	0	µg
D3 cholecalciferol	0	µg
Niacin	0,550	NE
B12-vitamin	0	µg
C-vitamin	9,00	mg
L-ascorbinsyre	9,00	mg

Knoldens sukkerindhold

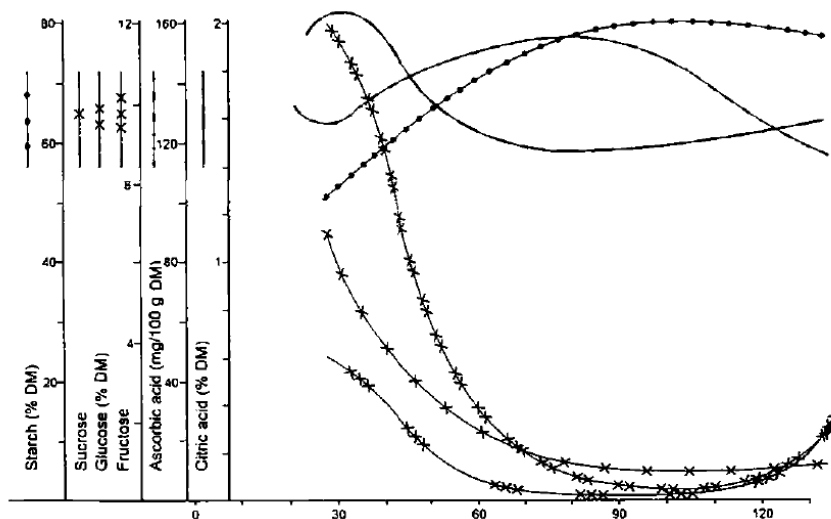
Appleman (1926) fandt, at sukkerindholdet var højere i umodne kartofler (1,0%) høstet den 17. juni end i modne kartofler (0,3%) høstet den 27. august. Bethke (2010) og Heltoft (2016) målte også højere sakkrose- og glukoseindhold i umodne end i modne kartofler, og dette resultat svarer overens med data fra Payyavula (2013), der fandt at små, umodne kartofler havde højere sakkrose- og glukoseniveauer end store, modne kartofler (Figur 5).



Figur 5. Sammenhæng mellem antal dage efter lægning (DAP) og knoldvægt (A), sakkroseindhold (B) og glukoseindhold (C) i tre kartoffelsorter (GM, KG, MM). Fra Payyavula (2013).

Knoldens stivelsesindhold, stivelses-/sukkerforhold samt glykemisk index

Appleman (1926) fandt, at stivelsesindholdet var lavere i umodne kartofler (10,6%) høstet den 17. juni end i modne kartofler (13,7%) høstet den 27. august. Lignende resultater blev rapporteret af Liu (2003). Ændringerne i stivelsesindholdet i kartofler under væksten er vist i figur 6. Her ses, at sukkerindholdet falder, når stivelsesindholdet stiger under modning. Det betyder, at stivelses-/sukkerforholdet stiger i takt med, at kartoflerne modnes, og at nye, umodne kartofler har et lavere stivelses-/sukkerforhold end modne kartofler.

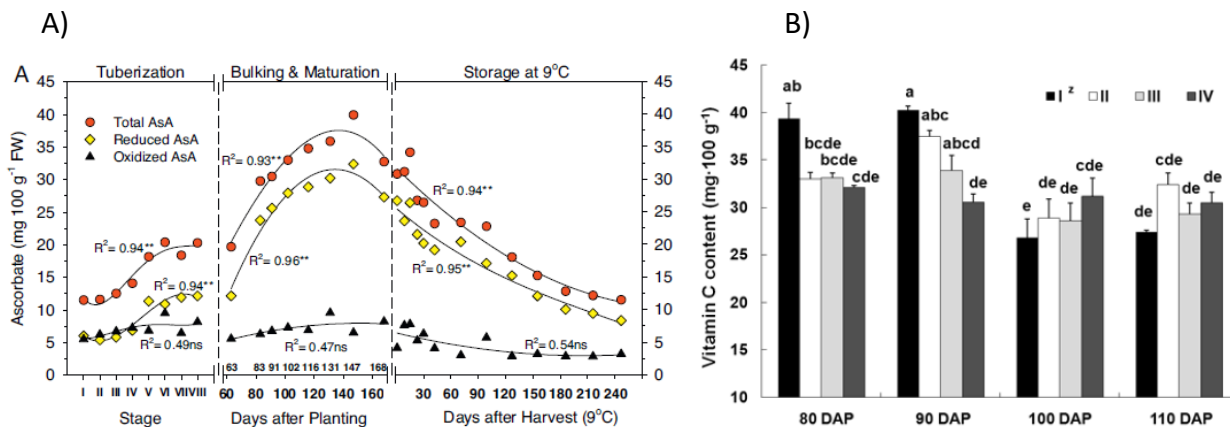


Figur 6. Ændringer i indholdet af stivelse, sukker, vitamin C og citronsyre i kartoffelknolde under vækst og udvikling (x-akse: antal dage fra fremspiring). Fra Kolbe (1997)

Kartofler indeholder både amylose og amylopektin i deres stivelsesfraktion. Et højt indhold af amylose er positivt i en ernæringsmæssig henseende, da amylose har et lavere glykæmisk indeks end amylopektin (Soh, 1999). Liu (2003) og Jansky (2016) fandt, at umodne kartofler har et højere amyloseindhold end modne kartofler, og derfor også et lavere glykæmisk indeks (Soh, 1999). Under væksten stiger stivelseskornenes størrelse (Liu, 2003) også, og både den ændrede stivelses-sammensætning og kornenes størrelse påvirker kartoflernes kogeegenskaber. Fx har umodne kartofler en anden tekstur efter kogning end modne kartofler, fordi forklistringstemperaturen er højere for umodne end for modne kartofler. Desuden har umodne kartofler også en anden tekstur efter kogning end modne kartofler, fordi cellerne forbliver sammen og ikke adskilles selv efter lang kogetid (Wager 1963).

Kartoflens indhold af vitaminer og organiske syrer

Kartoflens indhold af askorbinsyre (vitamin C) ændres gennem vækstperioden og under lagring (Figur 7). Fx fandt Blauer (2013), at indholdet steg under knolddannelsen og at det maksimale indhold blev fundet, når kartoflerne var færdigudviklet og modne ved høst, hvorefter indholdet faldt under lagring. Cho (2013) undersøgte indholdet af askorbinsyre i ikke lagrede, små, umodne og store, modne kartofler på forskellige tidspunkter efter lægning. Efter 80 og 90 dages vækst, havde små knolde et højere askorbinsyreindhold end store knolde, men efter 100 dages vækst var der ingen forskel i indholdet mellem store og små knolde.



Figur 7. Indhold af ascorbinsyre (vitamin C) (A) i kartofler under knolddannelse, vækst og udvikling samt lagring. Fra Blauer (2013). I figur B ses vitamin C indholdet (det samme som ascorbinsyre) i kartofler i forhold til udviklingstrin (I: 5-10 g; II: 30-40 g; III: 70-80 g; IV: >120 g) og antal data fra lægning. Fra Cho (2013).

Kartoflens indhold af klorogensyre og æblesyre er højest i umodne kartofler og indholdet falder over tid, som kartoflen modnes (Kolbe 1997; Navarre 2013; Payyavula, 2013; Singh, 2016). Umodne kartofler har også et højere indhold af karotenoider (provitamin A) og folinsyre (B vitamin) end modne kartofler (Goyer 2009; Payyavula, 2013).

Litteratur

- Appleman C. O. & Miller E. V. 1926, A chemical and physiological study of maturity in potatoes, *Journal of Agricultural Research*, vol. 33, pp 569-577
- Bethke P. C. & Busse J. S. 2010, Vine-Kill Treatment and Harvest Date have Persistent Effects on Tuber Physiology, *Amer J of Potato Res*, vol. 87, pp 299-309.
- Blauer J. M., Mohan Kumar G. N., Knowles L. O., Dhingra A., Richard Knowles N. 2013, Changes in ascorbate and associated gene expression during development and storage of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.), *Postharvest Biology and Technology*, vol. 78, pp 76-91.
- Cho K-S., Jeong H-J., Cho J-H., Park Y-E., Hong S-Y., Won H-S., Kim H-J. 2013, Vitamin C Content of Potato Clones from Korean Breeding Lines and Compositional Changes during Growth and after Storage, *Hort. Environ. Biotechnol.*, vol. 54, pp 70-75.
- CIP International Potato Center, <https://cipotato.org/potato/how-potato-grows>, tilgået den 8. September 2017.
- DTU Fødevarer databasen, <http://frida.fooddata.dk/>, tilgået den 5. September 2017.
- Faridnia F., Burritt D. J., Bremer P. J., Oey I. 2015, Innovative approach to determine the effect of pulsed electric fields on the microstructure of whole potato tubers: Use of cell viability, microscopic images and ionic leakage measurements, *Food Research International*, vol. 77, pp556-564.
- Goyer A. & Navarre D. A. 2009, Folate is higher in developmentally younger potato tubers, *J Sci Food Agric*, vol. 89, pp 579–583.
- Heltoft P., Wold A-B., Molteberg E. L. 2016, Effect of ventilation strategy on storage quality indicators of processing potatoes with different maturity levels at harvest, *Postharvest Biology and Technology*, vol. 117, pp 21-29
- Heltoft P. Wold A-B., Molteberg E. L. 2017, Maturity indicators for prediction of potato (*Solanum tuberosum* L.) quality during storage, *Postharvest Biology and Technology*, vol. 129, pp 97-106.
- Jansky S. & Fajardo D. 2016, Amylose content decreases during tuber development in potato, *J Sci Food Agric*, vol. 96, pp 4560–4564.
- Kolbe H. & Stephan-Beckmann S. S. 1997, Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). II. Tuber and whole plant, *Potato Research*, vol. 40, pp 135-153.
- Liu Q., Weber E., Currie V., Yada R. 2003, Physicochemical properties of starches during potato growth, *Carbohydrate polymers*, vol. 51, pp 213-221.
- Lulai E. C. & Orr P. H. 1994, Techniques for detecting and measuring developmental and maturational changes in tuber native periderm, *American Potato journal*, vol. 71, pp 489-505.
- Lulai E. C. & Freeman T. P. 2001, The Importance of Phellogen Cells and their Structural characteristics in Susceptibility and Resistance to Excoriation in Immature and Mature Potato Tuber (*Solanum tuberosum* L.) Periderm, *Annals of Botany*, vol. 88, pp 555-561.

- Lulai E. C. 2002, The Roles of Phellem (Skin) Tensile-related Fractures and Phellogen Shear-related Fractures in Susceptibility to Tuber-skinning Injury and Skin-set Development, *Amer J of Potato Res*, vol. 79, pp 241-248.
- Navarre D. A., Payyavula R. S., Shakya R., Richard Knowles N., Pillai S. S. 2013, Changes in potato phenylpropanoid metabolism during tuber development, *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 65, pp 89-101.
- Payyavula R. S., Navarre D. A., Kuhl J., Pantoja A. 2013, Developmental Effects on Phenolic, Flavonol, Anthocyanin, and Carotenoid Metabolites and Gene Expression in Potatoes, *J. Agric. Food Chem*, vol. 61, pp 7357–7365.
- Pritchard, M. K. & Adam, L. R. 1992, Preconditioning and storage of chemically immature Burbank and Shepody potatoes, *American Potato Journal*, vol. 69, Issue 12, pp 805-815.
- Sabba, R. P., Bussan A. J., Michaelis B. A., Hughes R., Drilias, M. J., Glynn M. T. 2007, Effect of Planting and Wine-kill Timing on Sugars, Specific Gravity and Skin Set in Processing Potato Cultivars, *Amer J of Potato Res*, vol. 84, pp 205-215. Cultivars
- Singh R. K. Navarre D. A., Brown C. R. 2016, Relationship between Sugars and Phenylpropanoids in Tubers from Diverse Genotypes, *Amer J of Potato Res*, vol. 93, pp 581-589.
- Struik, P. C. & Wiersema, S. G. 2012. *Seed Potato Technology*, Wageningen Academic Publishers.
- Soh N. L. & Brand-Miller J. 1999, The glycaemic index of potatoes: the effect of variety, cooking method and maturity, *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 53, pp 249-254.
- Wager H. G. 1963, The role of phytin in the texture of cooked potatoes, *J. Sci Fd Agric.*, vol 14., pp 583-586.
- Wills R.B.H., McGlasson W.B., Graham D. and Joyce D.C. (2007). *Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Or-namentals*, 5th Edition. CAB International, Wallingford.
- Woolfe, J. A. 1987. *The potato in the human diet*, Cambridge University Press.