
Resistent stivelse – fiber i forklledning

Bruk av resistent stivelse som en funksjonell ingrediens i matvarer



Semesteroppgave i ernæring
ved Atlantis Medisinske Høyskole
Asgeir Ruud, høsten 2003

Forord

Da jeg skulle velge tema for denne semesteroppgaven i kost og ernæring, hadde jeg flere interessante emner jeg kunne tenke meg å skrive om. Valget falt på resistent stivelse fordi det er et emne som er relativt lite kjent blant folk flest, men som jeg synes fortjener større oppmerksomhet.

En annen grunn til at jeg valgte denne oppgaven, er at jeg også personlig er veldig interessert i såkalt functional foods (funksjonell mat), dvs. mat som er tilsatt naturlige stoffer og som har forebyggende eller helsebringende effekter. Jeg tror resistent stivelse har potensiale til å bli et viktig "verktøy" for å bedre folks helsetilstand, ved å forbedre matvarer som vi spiser mye av.

Jeg har stort sett brukt internett som verktøy for å hente informasjon til oppgaven. Det fantes lite informasjon tilgjengelig på norsk, så jeg har konsentrert meg om engelskspråklige kilder, for det meste rapporter. Jeg har gjort søk på Google.com på emnet "Resistant starch". Jeg har også sjekket om det finnes noen bøker om emnet, men har ikke klart å finne noen.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	1
Innholdsfortegnelse	2
Innledning.....	3
Hva er resistent stivelse?	4
Stivelse	4
Resistent stivelse	5
Kostfiber	7
Fysiologiske virkninger av resistent stivelse	8
Virkninger på tarmhelse/tarmfunksjon	8
Prebiotiske effekter.....	10
Glykemisk respons.....	11
Kalorikontroll.....	11
Naturlige kilder i kosten	12
Produkter med resistent stivelse	13
Diskusjon.....	16
Kilder	17

Innledning

I dagens samfunn spiser vi stadig færre måltider hjemme, og forbruket av ferdigmat øker. Vi har dårligere tid enn noen gang, og vi bruker stadig kortere tid på å få i oss maten. Utvalget av mat for folk som er på farta, har nærmest eksplodert de siste årene. De fleste kiosker og bensinstasjoner selger nå ferske bakerivarer (stort sett forskjellige typer boller) og pølser, og bakeriene tilbyr "trendy" mat som baguetter, focaccia, ciabatta osv. Felles for all denne maten er at den som regel er basert på sterkt raffinerte råvarer som fint hvetemel, der mesteparten av fiberet og andre nyttige stoffer er fjernet for å gi produkter som smaker bedre, ser mer innbydende ut og gir større avkastning (mer luft gir større volum). Vi vet at et høyt fiberinntak er viktig for helsen, men er vi villige til å gi opp all den lettvinde og velsmakende maten?

Siden resistent stivelse ble oppdaget for omlag 20 år siden, har det vakt stor interesse både blant matprodusenter og ernæringseksperter. Grunnen til dette er både helsefordelene knyttet til inntak av resistent stivelse og de funksjonelle egenskapene for matprodusentene. Ved å bruke resistent stivelse i matvarer kan man øke fiberandelen vesentlig, samtidig som utseende og smak på produktene ikke endres negativt. Det er mulig å lage f.eks. hvitt brød med samme utseende og smak som originalutgaven, men med like mye fiber som i grovbrød.

Man har funnet ut at resistent stivelse faktisk kan være viktigere enn fiber når det gjelder å forebygge kreft. Forskere begynte å interessere seg for resistent stivelse etter å ha lagt merke til at innbyggerne i land som Afrika, Japan og Kina har lav forekomst av tarmkreft, men spiser mindre fiber enn i vestlige land. De spiser derimot vesentlig mer stivelse, og mye av dette er resistent stivelse.

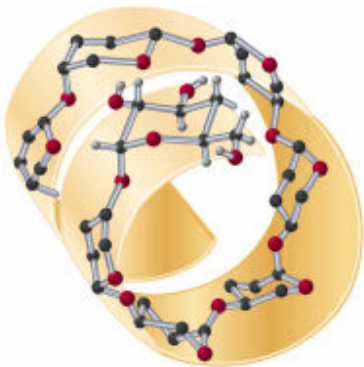
Her i Norge er produkter med resistent stivelse lite utbredt foreløpig, men i et land som f.eks. Australia har de et bredt utvalg av varer tilgjengelig. Resistent stivelse er et område det forskes mye på, og jeg er sikker på at vi vil både høre og se mer til det

i framtiden. Jeg vil i denne oppgaven gå inn på hva resistent stivelse er, hvilke effekter det har på kroppen vår, og hvordan vi kan få i oss mer av det.

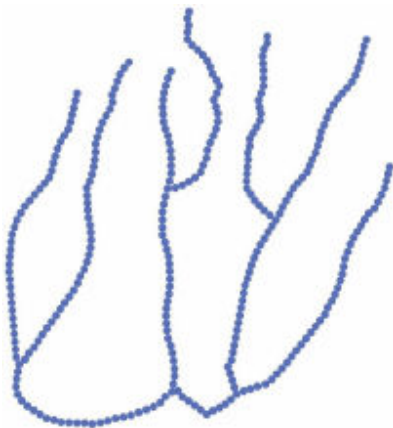
Hva er resistent stivelse?

Stivelse

Stivelse er lagringsformen for glukose i planter, og tilhører gruppen polysakkarider. Stivelse forekommer i to former, amylose og amylopektin. Alle stivelsesrike matvarer inneholder begge disse, men andelen av dem varierer. De fleste matvarer inneholder mest amylopektin. For eksempel inneholder vanlig mais ca. 75% amylopektin og 25% amylose (2).

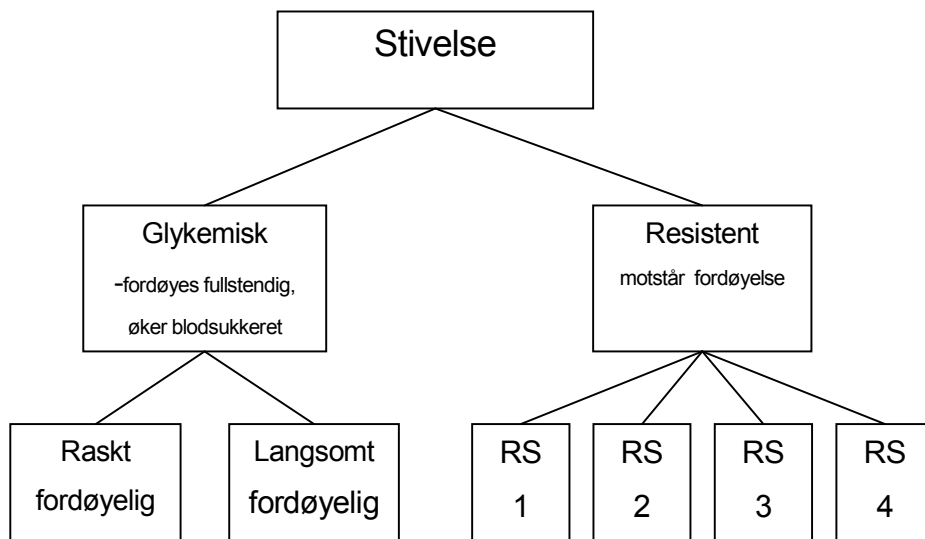


Amylose er en rett kjede sammensatt av tusenvis av glukosemolekyler. Disse kjedene danner spiraler som har en tendens til å pakke seg tett sammen, noe som gjør det vanskeligere for fordøyelsesenzymene å bryte ned enn amylopektin.



Amylopektin er mye større, og består av en forgrenet kjede med opptil en million glukosemolekyler. Amylopektin har en mer åpen struktur enn amylose, og fordøyelsesenzymene kommer derfor lettere til.

Klassifisering av stivelse



Stivelse kan deles inn i to kategorier, glykemisk og resistent. Glykemisk stivelse fordøyes fullstendig i mage-tarmkanalen, og øker blodsukkeret, mens resistent stivelse går ufordøyd gjennom tynntarmen.

Resistent stivelse

Resistent stivelse defineres slik:

Summen av stivelse og nedbrytningsprodukter av stivelse som ikke blir absorbert i tynntarmen hos friske individer.

Resistent stivelse er resistent mot magesyre og fordøyelsesenzymer, og går derfor ufordøyd til tykktarmen, der den blir fermentert av bakterier som naturlig finnes der.

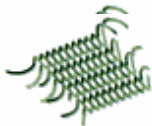
Det finnes tre hovedtyper resistent stivelse, alle med spesielle egenskaper:



RS1 er stivelse som er fysisk utilgjengelig fordi den er innestengt i celleveggen i hele korn, frø, grønnsaker og belgfrukter. Enzymene i fordøyelseskanalen vår klarer ikke å bryte ned slik stivelse, fordi de ikke kan nå den. For at RS1 skal kunne fordøyes, må skallet knuses slik at stivelsen inni ikke lenger er innesperret. Det er dette som skjer når korn males til mel, og jo finere kornet blir malt, jo mindre resistent stivelse blir det igjen.



RS2 er naturlig resistente stivelseskorn som finnes i umodne (grønne) bananer, rå poteter og maisstivelse med en høy andel av amylose. For at RS2 skal kunne fordøyes, må den først gelatiniseres, dvs. påvirkes av varme og/eller kjemikalier i et vandig medium slik at stivelsen sveller og dermed blir lettere tilgjengelig. Det er dette som skjer når vi koker poteter.



RS3 er stivelse som er krystallisert (retrogradert) etter varmebehandling og avkjøling, f.eks. i kokte og deretter avkjølte poteter, brødskorper og frokostblandinger som corn flakes.

I tillegg finne det en fjerde type som kalles **RS4**. Dette er en type stivelse som ikke forekommer naturlig i matvarer, men som kan lages ved spesiell kjemisk behandling av repolymerisert stivelse. Denne er lite brukt idag.

Felles for alle disse naturlig forekommende typer av resistent stivelse er at de ofte ødelegges når de utsettes for bearbeiding i forbindelse med matproduksjon.

Kostfiber

Det finnes mange forskjellige definisjoner på kostfiber. Noen inkluderer resistent stivelse, mens andre gjør det ikke. Hva vi karakteriserer som fiber, avhenger av om vi ser på kjemisk oppbygning eller fysiologiske effekter.

Fysiologisk defineres kostfiber slik:

Den delen av spiselige planter som ikke blir brutt ned og absorbert i tynntarmen, vanligvis med fullstendig eller delvis fermentering i tykktarmen.

Etter denne definisjonen vil resistent stivelse altså være å regne som kostfiber. Selv om den ikke egentlig er fiber, oppfører resistent stivelse seg på samme måte som fiber i kroppen, og kan dermed kalles for "funksjonelt fiber".

Kjemisk sett omfatter kostfiber følgende bestanddeler, som utgjør strukturkomponenter i plantenes cellevegg:

- Ikke-stivelse polysakkarider (Non-starch polysaccharides, NSP) , dvs. cellulose, hemicellulose, betaglukaner, gummer og pektin.
- Lignin

Mange regner også følgende med i kostfiberfamilien:

- Resistent stivelse
- Ufordøyelige oligosakkarider (<10 monomerer), f.eks. raffinose, stakkyose, oligofruktose og inulin.

Det finnes mange ulike metoder for måling av kostfiber. Noen metoder inkluderer alle bestanddelene ovenfor, mens andre bare måler NSP (13). Målemetoden fra AOAC ¹ er idag standarden for måling av kostfiber i de fleste vestlige land, og denne måler noen, men ikke alle typer resistent stivelse (12). Det er derfor vanskelig å vite eksakt hvilke mengder resistent stivelse det er i maten vi spiser uten å gjøre spesielle analyser.

Fiberinnhold i kosten

Ifølge forbruksundersøkelser i Norge ligger fiberinnholdet i norsk kosthold på 16-18 g pr. person pr dag (5), som er vesentlig lavere enn anbefalt inntak på 25-35 g pr dag. Kornvarer er den matvaregruppen som bidrar med mest energi i kostholdet vårt, 26% av vårt totale energiinntak kommer fra kornprodukter. Hvis man skal prøve å øke fiberinntaket for befolkningen, vil det derfor være mye å hente ved å øke fiberinnholdet generelt i denne gruppen matvarer. I tillegg er det selvfølgelig viktig å øke inntaket av frukt og grønnsaker.

Fysiologiske virkninger av resistent stivelse

Virkninger på tarmhelse/tarmfunksjon

Fordi resistent stivelse er resistent mot magesyre og fordøyelsesenzymer, går den ufordøyd gjennom magesekken og tynntarmen, og ender til slutt opp i tykktarmen, akkurat som tradisjonelle kostfibre. Der blir den fermentert av bakteriefloraen i tarmen under dannelse av kortkjedede fettsyrer, primært smørsyre (butyrat), propionsyre (propionat) og eddiksyre (acetat). Produksjonen av kortkjedede fettsyrer senker pH i tarmen og minsker nivåene av giftig ammoniakk i tarmen og i blodet (2). Studier viser at resistent stivelse gir en høyere andel av smørsyre enn vanlig kostfiber (11). Smørsyre er en viktig regulator for cellevekst og differensiering i tarmen, og fremmer god tarmhelse. Det ser også ut til at smørsyre har viktige reguleringsfunksjoner når det gjelder cellevekst og programmert celledød, og den kan derfor beskytte mot kreft på flere måter.

Tykktaarmskreft

Det er videre vist at forekomsten av tykktaarmskreft er inverst relatert til inntaket av stivelse, og spesielt resistent stivelse, og at dietter med høy andel av resistent stivelse synes å virke beskyttende mot tykktaarmskreft. (2)

¹ Association of Official Analytical Chemists International

Tall fra kreftregisteret i Norge i år 2000 (10) viser at tykktarmskreft utgjør den nest hyppigste kreftformen blant kvinner og den tredje hyppigste kreftformen blant menn. Av de 22.185 nye tilfellene av kreft som ble registrert i Norge i år 2000, var 2.227 av dem tykktarmskreft, dvs. 10%.

Obstipasjon

Resistent stivelse vil, som andre kostfibre, også øke fordøyelseshastigheten og gi større volum til tarminnholdet (økt fecalvekt). Dette er gunstig for å motvirke obstipasjon (forstoppelse), divertikulitter og hemoroider, samt tynne ut potensielt giftige stoffer som finnes i tarmen.

Eldre mennesker er ofte utsatt for obstipasjon, og spiser ofte lite fordi de har dårlig matlyst. I slike tilfeller kan det virke forebyggende å gi mat som inneholder fiber i form av resistent stivelse.

Prebiotiske effekter

Det aller meste av næringsnedbrytning og opptak skjer i tynntarmen, men tykktarmen har også viktige funksjoner. Voksne har flere kilo med bakterier i tykktarmen, og de utfører mye nyttig arbeid. Det er hele tiden en balanse mellom de gode bakteriene, som gjør nytte, og de dårlige bakteriene, som kan forårsake skade. I de senere år har man blitt klar over hvor viktig rolle tarmfloraen spiller for vår helse, og at kosthold og livsstil kan påvirke denne bakteriefloraen.

Det finnes to måter man kan påvirke tarmfloraen på gjennom kosten:

Probiotika er levende melkesyrebakterier som kan tilsettes mat og drikkevarer. De overlever fordøyelsen og slår seg ned i tykktarmen, hvor de påvirker tarmens bakterieflora i positiv retning. Eksempler på slike gunstige bakteriestammer er *Lactobacillus acidophilus*, Bifidus-arter og LGG-kulturer (*Lactobacillus rhamnosus* GG). LGG-bakteriene brukes i Biola-serien til Tine.

Prebiotika er navnet på en gruppe stoffer som kan virke som mat for de gunstige bakteriene i tarmfloraen og fremme deres vekst. Resistent stivelse har en evne til å fremme veksten av de gunstige bakteriene, og kan dermed kalles prebiotisk fiber.

En kombinasjon av probiotika og prebiotika kalles **synbiotika**, siden de har en synergisk effekt. Et eksempel på et slikt produkt kan være en probiotisk yoghurt som er tilsatt prebiotika i form av resistent stivelse. Probiotikabakteriene har da større sjanse for å overleve til tarmen, og de holder stand lengre.

Glykemisk respons

Studier på matvarer tilsatt resistent stivelse viser at disse gir lavere blodsukkerstigning (glykemisk indeks) og insulinrespons enn tilsvarende matvarer uten resistent stivelse. Dette er naturlig, ettersom man erstatter noe av stivelsen med resistent stivelse som ikke gir blodsukkerstigning, og den totale blodsukkerstigningen vil da bli mindre. I et slikt forsøk erstattet man 20% av melet i et brød med resistent stivelse av typen RS2, og dette ga en glykemisk respons på bare 55% sammenlignet med 100% i det opprinnelige brødet (11).

Et kosthold med lav glykemisk indeks vil gi lavere insulinnivåer i kroppen, noe som kan redusere risikoen for å utvikle livsstilssykdommer som diabetes-2, hjerte-karsykdommer og kreft. Mat med lav GI vil også gi forbedret vektkontroll gjennom forlenget metthetsfølelse etter måltidene og bedre appetittregulering.

Kalorikontroll

Resistent stivelse kan inngå i produkter alene, eller komplementere produkter med redusert kaloriinnhold. Siden resistent stivelse metter like mye som vanlig stivelse, men bare gir 1,3 kcal pr gram, vil man ved å spise slike matvarer få i seg færre kalorier totalt.

Ved å gjøre enkle forandringer i kosten, som å skifte til et brød eller en frokostblanding som inneholder resistent stivelse, vil dette kunne få stor innvirkning på både kalorier man får i seg og fettforbrenningen. Ny forskning viser nemlig at man kan øke fettforbrenningen etter et måltid med opptil 25% ved å øke inntaket av resistent stivelse (7). Denne økningen holder seg hele dagen, selv om bare et måltid inneholder resistent stivelse. Årsaken til dette ser ut til å være at fermenteringsproduktene av resistent stivelse virker inn på leveren og ber den om å forbrenne mer fett.

Naturlige kilder i kosten

Resistent stivelse er naturlig tilstede i endel matvarer, og har derfor lenge vært en naturlig bestanddel av menneskets kosthold. Jo mer raffinert og behandlet maten vår er, og jo mindre vi spiser av naturlige matvarer som rå frukt og grønnsaker, jo mindre resistent stivelse får vi i oss. I Europa er gjennomsnittlig daglig inntak på 4 gram pr dag, mens i India er det 10 gram/dag og i Kina hele 18 gram/dag.

Hva bestemmer mengden av naturlig resistent stivelse i matvarer?

- **Bearbeiding:** Noen former for bearbeiding, som maling av korn til mel, vil redusere innholdet av resistent stivelse. Andre bearbeidingsmåter, som tillaging av pasta, vil derimot øke innholdet. Når pasta blir laget industrielt, blir stivelsen i melet utsatt for veldig høyt trykk, noe som gjør strukturen kompakt, og det blir dannet små mengder resistent stivelse. Ved tillaging av såkalt parboiled ris, vil det også dannes et skall av resistent stivelse som beskytter riskornene fra nedbrytning.
- **Tilberedningsmetode (koking, baking osv.):** generelt kan man si at jo kortere man koker en matvare, jo mindre resistent stivelse vil gå tapt under tilberedelsen. Pasta som er kokt "al dente" vil ha mer resistent stivelse enn pasta som er kokt lengre.
- **Andelen amylose:** Jo mer amylose som finnes i matvaren, jo mer av stivelsen vil være resistent.
- **Avkjøling:** Når man avkjøler matvarer som poteter, pasta og ris, vil noe av stivelsen endre form (retrogradere) og bli resistent. Å spise gårsdagens mat gir derfor en høyere andel resistent stivelse.

Noen av de beste naturlige kildene til resistent stivelse er disse matvarene, med andel resistent stivelse i parentes der data er tilgjengelig:

- Belgfrukter: bønner og linser (16-25% + stor andel kostfiber)
- Hele korn (kokte hele byggryn: 18%)
- Kalde poteter, kokte og avkjølt i 24 timer ved 5 grader, f.eks. som potetsalat (12% mot 3% i kokte)
- Pumpenickelbrød/grovt rugbrød eller andre typer brød med hele kornkjerne (10%)
- Undermodne/såvidt modne bananer (grønne)
- Pasta (5%)
- Ris (3%)

Produkter med resistent stivelse

I 1993 ble verdens første kommersielle enzymresistente stivelse utviklet (6). Før dette fantes ikke resistent stivelse i konsentrert form for bruk i bearbeidede matvarer. Produktet heter Hi-maize og lages fra spesialdyrket australsk mais med en veldig høy andel amylose, over 80% (den er ikke genmanipulert). Vanlig maisstivelse har til sammenligning ca. 25% amylose. Hi-maize inneholder 60% resistent stivelse og brukes i en rekke brød- og bakeriprodukter i Australia. Siden den er basert på maisstivelse er den også glutenfri.

Det finnes flere typer resistent stivelse på markedet. Alle disse produktene har litt forskjellige egenskaper, og det gjør dem egnet til ulike formål. Noen egner seg best i brødprodukter og frokostblandinger, mens andre er laget for å kunne brukes i drikker og yoghurter.

Felles for alle disse produktene er at de har endel fordelaktige egenskaper når de brukes i matvareproduksjon sammenlignet med tradisjonelle fibre som f.eks. kli:

Egenskap	Fordel
Hvit farge	Ingen misfarging
Liten partikkelstørrelse	Gjør ikke produktene tunge og kompakte
Nøytral smak	Lett å blande inn selv i store mengder uten bismak
Binder lite vann	Deig blir lettere å håndtere, dette er viktig i industriell produksjon Gir sprøere overflate i bl.a. kjeks og frokostblandinger

Dette gjør det mulig å lage mer velsmakende og tiltalende produkter enn det man kan få til med tradisjonelle fibre. Den resistente stivelsen i disse produktene blir lite påvirket av bearbeiding, slik at det høye innholdet holder seg til det ferdige produktet. Fordi resistent stivelse er en "usynlig" form for fiber, kan det brukes i mange matvarer som man ellers ikke ville tenke på som fiberrike, slik som loff, kaker, kjeks, muffins etc. I tillegg kan det brukes for å ytterligere øke fiberinnholdet i allerede grove produkter og gi dem enda bedre egenskaper.

Det har vært drevet mye produktutvikling med resistent stivelse, og man har klart å lage mange spennende produkter. Her er noen eksempler:

- Kaker og kjeks (cookies) som inneholder 40% fiber i form av resistent stivelse, og som har bedre smak, konsistens, saftighet og sprøhet enn de tilsvarende produktene uten fiber! (8)
- Pasta som inneholder 15% resistent stivelse. Denne pastaen er mer tolerant mot overkoking, dvs. den holder seg "al dente" selv om man koker den for lenge, og den klebrer ikke like mye som vanlig pasta.

I Norge finnes det kun en håndfull produkter som er tilsatt resistant stivelse: Dr. Lindbergs brød og pasta inneholder Hi-maize, og gir mer fiber og lavere GI enn tilsvarende produkter.



I Australia finnes det en hel rekke produkter med resistant stivelse tilgjengelig i matvarebutikker. Her er noen eksempler:

- Buttercup "Wonder White" Bread ('the invisible fibre')
- Heinz "Kidz" Fruit Fingers
- Uncle Toby's bars
- "Healthwise" breakfast cereal
- Sanitarium "Up & Go" liquid breakfast
- Freedom Foods pasta and cookies
- Lanes high fibre "Premium" biscuits.



Som man ser finnes det matvarer i mange ulike kategorier. I tillegg bruker McDonalds i Australia resistant stivelse i sine hamburgerbrød!

Diskusjon

Jeg har i denne oppgaven forsøkt å sette fokus på noen av helsefordelene som er knyttet til inntak av resistent stivelse. Gjennomsnittlig får vi i oss ca. 4 gram om dagen, mens vi trenger 20 gram for å oppnå alle helseeffektene (13). Mens vi venter på at utvalget av varer med resistent stivelse skal bli bedre, kan vi bruke mer av matvarer som vi vet er gode naturlige kilder, slik som bønner, linser og brød med hele korn. Alle typer av kostfiber har hver sine fysiologiske og tekniske fordeler, både uløselig fiber, løselig fiber og resistent stivelse, og vi trenger alle sammen i et balansert kosthold.

Kilder

- 1) M. Croghan, *Resistant starch: The new generation of fibre*, Functional Foods & Nutraceuticals (www.ffnmag.com) sep/okt. 2001.
- 2) G. Crosby, *Resistant starch makes better carbs*, Functional Foods & Nutraceuticals juni 2003.
- 3) M. Croghan: *Resistant starch as a functional ingredient in food systems*, National Starch.
- 4) F. Paulun (2000). *Allt om glykemisk index*, Fitnessforlaget.
- 5) Sosial- og helsedirektoratet, *Utviklingen i norsk kosthold 2002*.
- 6) G. Crosby: *Marketing resistant starch*, Functional Foods & Nutraceuticals.
- 7) J. LaBash-Lewis: *Australian corn key in fight against obesity and bowel cancer* (pressemelding), Growing Daily Communications 23.07.2003.
- 8) S. Waring: *Functionality of resistant starch in food applications* (www.foodstarch.com).
- 9) P. Yue, S. Waring: *Resistant starch in food applications*, Cereal Foods World no.9/1998 (www.foodstarch.com).
- 10) Kreftregisteret: *Antall nye krefttilfeller i 2000*, www.kreftregisteret.no
- 11) J. Engels: *Resistant starch: Rx for good health*, Prepared Food juni 2003, www.preparedfoods.com
- 12) J. A. Delcour, R. C. Eerlingen: *Analytical implications of the classification of Resistant Starch as dietary fiber*. Cereal Foods world no.2/1996.
- 13) *Dietary Fibre and Resistant Starch*, www.gograins.grdc.com.au
- 14) A. K. E. Åkerberg et al: *An In Vitro Method, Based on Chewing, To Predict Resistant Starch Content in Foods Allows Parallel Determination of Potentially Available Starch and Dietary Fiber*, The Journal of Nutrition Vol. 128 No. 3 March 1998, side 651-660.