



Enzymtyggegummi

- en ny vej til forbedret jernoptag

Jernmangel er et udbredt globalt problem. Nu indikerer ny forskning, at et stykke tyggegummi med enzymet fytase kan være med til at forbedre optag af jern, hvis det tygges efter et fytinsyreholdigt måltid.

Af Anne Veller Friis Nielsen og Anne S. Meyer,
Institut for Kemiteknik, Danmarks Tekniske Universitet

Jernmangel berører ca. to milliarder mennesker verden over. Samtidig er jernmangel den eneste type næringsstofmangel, der har betydelig forekomst i de industrialiserede lande. Især kvinder i den fødedygtige alder og børn er i risikogruppen. Mange basisfødevarer, eksempelvis fuldkornsprodukter, inde-

holder betydelige mængder af jern, som dog oftest har meget lav biotilgængelighed svarende til ca. 2-3% optag i kroppen. Til sammenligning optages mellem 15 og 35 % af det jern, der indtages fra kød. Denne lave biotilgængelighed af jern fra fuldkornsprodukter skyldes primært, at mange fuldkornsprodukter har et højt indhold af fytinsyre, som binder jern (og andre mineraler, eksempelvis zink) og derved hindrer optaget af jern fra fuldkorn. Nu indikerer ny forskning, at et stykke tyggegummi

med enzymet fytase kan være med til at forbedre optag af jern, hvis det tygges efter et fytinsyreholdigt måltid eksempelvis ved indtag af fuldkornsprodukter. Fytasen, som frigives fra tygge-gummiet ved tygning, ser ud til at kunne fordre at fytinsyre nedbrydes i mavetarmsystemet, hvorved biotilgængeligheden af jern øges, se figur 1, side 18.

Fytinsyre hæmmer optaget af jern

Fytinsyre (myo-inositolhexakisfosforsyre) fungerer som naturligt fosfatoplagringsmolekyle og findes i betydelige mængder i mange korntyper. Fytinsyre udgør f.eks. op til ca. 2,5% af tørstofvægten i hvedekerner og durra, sædvanligvis med den største forekomst i skaldelene. Fuldkornsprodukter indeholder dermed væsentligt mere fytinsyre end mere raffinerede kornprodukter, som omvendt også indeholder mindre mængder af naturligt forekommende mineraler. For f.eks. hvede og durra er jernindholdet i fuldkorn mellem 3 og 5 mg pr. 100 g og har dermed potentiale til at bidrage med en betydelig del af de 1-2 mg, som vi i gennemsnit skal optage pr. dag for at opretholde jernstatus. Fytinsyre forekommer naturligt i korn i kompleks med diverse metalioner via kelering med de negativt ladede fosfatgrupper. Denne kelering medvirker til, at fytinsyre ofte betragtes som et antinæringsstof, idet fytinsyrekelering af f.eks. jernioner i mavetarmsystemet mindsker optaget af jern betydeligt. Især for jern, hvor næringsstofmangel er udbredt, er dette et potentielt problem.

Fytaser (myo-inositolhexakisfosfat fosfohydrolase) (EC 3.1.3.8, EC 3.1.3.26 og EC 3.1.3.72) katalyserer første trin i

defosforyleringen af fytinsyre, hvorefter sekventiel defosforylering følger, figur 2, side 18. Ved defosforylering af fytinsyre nedsættes den kelerende effekt forholdsvist i takt med afkløvningen af fosfatgrupperne, og det er vist, at biotilgængeligheden af jern påvirkes negativt af inositolfosfater med tre fosfatgrupper eller mere, figur 2 [1]. I relation til at øge biotilgængeligheden af jern med fytasekosttilskud er en af udfordringerne at få defosforyleringen til at ske allerede i mavesækken, idet jern primært optages under passagen gennem tolvfingertarmen, dvs. inden tyndtarmen. Både bakterier, gær og filamentøse svampe producerer fytase (forskellige typer) og ligeledes er der også fytase i korn, især i hvede. Fytase i hvede kan katalysere defosforyleringen under f.eks. hævning af dej i forbindelse med brødbagning, men da enzymet har pH-optimum under svagt sure betingelser er effekten bedst under surdejsbetingelser og/eller ved langtidshævning. Ved indtag af fuldt fosforyleret fytinsyre (dvs. fytinsyren ikke er blevet defosforyleret under f.eks. gæring), vil delvis defosforylering kunne ske i maven, hvis fytaser med de rette egenskaber er til stede. Her har kornets egne fytaser oftest dårlige betingelser grundet lav pH i mavesækken samt tilstedeværelsen af pepsin, som nedbryder fytasen. Forskellige mikrobielle fytaser har vist potentiale i forhold til at defosforylere fytinsyre (fra kornholdige måltider) i mavesækken og øge optaget af blandt andet jern og zink [2-4].

Især fytasen fra *Aspergillus niger* har vist potentiale, og verdenssundhedsorganisationen har evalueret indtag af denne fytase som værende sundhedsmæssigt forsvarlig [5].

FOODTECH

Processing & Packaging | 1.- 3. november 2016



Nordeuropas største fagmesse for fødevareteknologi

BOOK STAND I DAG
PÅ FOODTECH.DK



Hosting EHEDG World Congress and International DAIRY and FOOD Contest



Tyggegummi som doseringsform

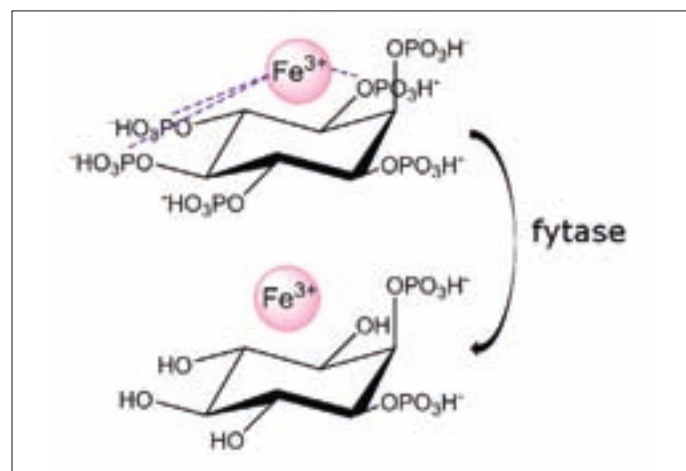
Vi har fornylig demonstreret potentialet af at inkorporere fytase i tyggegummi. To forskellige mikrobielle fytaser (fra *Escherichia coli* og *Aspergillus niger*) blev inkorporeret i tyggegummitabletter, hvorefter frigivelse under tygning blev simuleret i en tyggemaskine og den resterende enzymaktivitet kvantificeret i buffer (20 mM KH_2PO_4).

Forsøgene viste for begge de afprøvede mikrobielle fytaser, at det meste af enzymet (>50%) blev frigivet inden for det første minut af den simulerede tygning, og at enzymet stort set ikke tabte specifik aktivitet under processen med at producere tyggegummiet og frigivelse til "spytet" ved tygning. Et præliminært stabilitetsstudie viste desuden, at minimum 95% af enzymaktiviteten var intakt efter opbevaring af tyggegummistykkerne ved stuetemperatur og 60% relativ fugtighed i 1½ måned. Dette giver en indikation af, at produktet vil have god holdbarhed hos forbrugerne; ikke mindst hvis det opbevares i lufttæt emballage, som det typisk er tilfældet med medicinsk tyggegummi.

Fytasedosis

Fytasedosen, der blev testet i ovennævnte tyggegummiforsøg, var fastlagt på baggrund af tidligere *in vitro*-forsøg i simulerede mavebetingelser [4,6]. I disse forsøg testede vi nedbrydningen af fytinsyre, dels i sin oprensede form [4] og som bestanddel i risklid, hvedeklid og durra [6]. Risklid og hvedeklid udgør den særligt fytinsyreholdige del af hhv. fuldkornsrís og -hvede.

Hvede og ris er kaloriemæssigt de vigtigste fødevarer globalt set med produktionsvoluminer på hhv. 650 og 825 millioner tons årligt, mens durra er en vigtig afgrøde i specielt Afrika og Indien grundet dens høje resistens mod tørke. Fytinsyre nedbrydningen blev testet ved lav pH (2 og 5) og med tilsætning af pepsin for at simulere betingelserne i en mavesæk efter et måltid. Forsøgene viste, at fytinsyre og inositolfosfater med fosforyleringsgrad ned til og med tre (mellemprodukter fra defosforyleringen med fytase), som stadig kan hæmme optag af jern, stort set var nedbrudt inden for 15-30 min. under de simulerede mavebetingelser med en dosis svarende til 0,4 fytaseaktivitetseenheder pr. μmol fytinsyre i de respektive kornsubstrater. Opfølgende forsøg i samme simulerede mavesystem har demonstreret, at fytaserne via denne fytinsyre-defosforylering forårsager frigivelse af jern (og zink) fra fytinsyre i hvedeklid, risklid og delvist fra durra [6].



Figur 2. Fytaser katalyserer første trin i defosforyleringen af fytinsyre, hvorefter yderligere fytasekatalyseret sekventiel defosforylering følger.

Denne dosis blev til tyggegummiforsøgene omregnet til den mængde fytase, der skal til for at katalysere en tilsvarende nedbrydning af fytinsyreindholdet i to skiver brød af fuldkornshvede (antagelse: 35 g total vægt pr. skive og 10% hvedeklid på tørvægtbasis) og svarede til hhv. 2,6 og 0,12 mg fytaseenzymprotein for *A. niger* og *E. coli*-fytase (forskil i mængden skyldes store forskelle i specifik aktivitet).

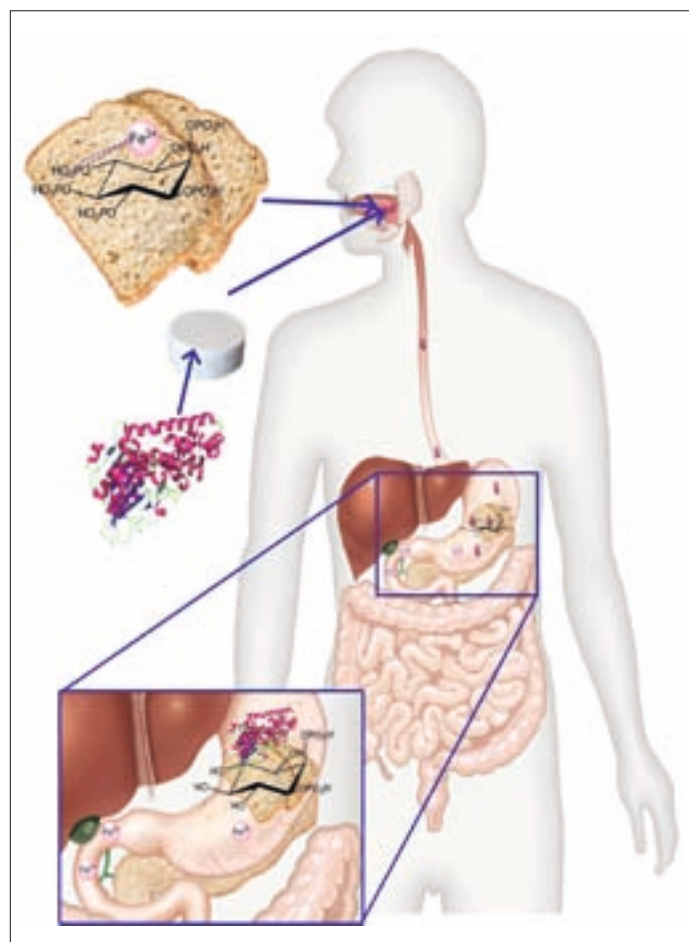
Med disse små doser vurderer vi, at fytasetyggegummi – også prismæssigt – vil udgøre et godt supplement på vejen mod forbedret jernstatus.

E-mail:

Anne Veller Friis Nielsen: anneveller@gmail.com

Referencer

1. Sandberg, A.-S.; Brune, M.; Carlsson, N.-G.; Hallberg, L.; Skoglund, E.; Rossander-Hulthén, L. Inositol phosphates with different numbers of phosphate groups influence iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr* **1999**, 70, 240-246.
2. Sandberg, A.-S.; Hulthén, L. R.; Türk, M. Dietary *Aspergillus niger* phytase increases iron absorption in humans. *J Nutr* **1996**, 126, 476-480.
3. Nielsen, A. V. F.; Tetens, I.; Meyer, A. S. Potential of phytase-mediated iron release from cereal-based foods: a quantitative view. *Nutrients* **2013**, 5, 3074-98.
4. Nielsen A. V. F.; Nyffenegger C.; Meyer A. S. Performance of microbial phytases for gastric inositol phosphate degradation. *J Agric Food Chem* **2015**, 63, 943-950.
5. World Health Organization *Safety evaluation of certain food additives*; WHO Food Additive Series 67. WHO Press: Geneva, Switzerland, **2012**.
6. Nielsen A.V.F; Meyer A. S. Phytase-mediated mineral release from cereals under gastric conditions *in vitro*. *J Sci Food Agric* **2016**, 96, 3755-3761.



Figur 1. Tyggegummi med enzymet fytase kan være med til at forbedre jernoptaget, hvis det tygges efter et fytinsyreholdigt måltid. Fytasen frigives til spytet og katalyserer i mavesækken defosforylering af jernoptagsinhibitoren fytinsyre, hvorved jern frigives og gøres mere tilgængeligt for optag i tolvfingertarmen.