

Maí 2006, 2. tölublað, 7. árg.

## Mælingar á virkni andoxunarefna

Ólafur Reykdal, Dana Kübber, Valur N. Gunnlaugsson og Hannes Hafsteinsson

Faraldsfræðilegar rannsóknir benda til þess að rífleg neysla á grænmeti og ávöxtum dragi úr hættu á krabbameinum og hjarta- og æðasjúkdómum. Mjög erfitt getur verið að tengja þessi áhrif við einstök efni, eitt eða fleiri, enda innihalda grænmeti og ávextir mikinn fjölda efna. Þó er ljóst að mörg þessi efni hafa eiginleika sem geta hamlað gegn sjúkdómum. Talið er að andoxunarefni skipti hvað mestu máli í þessu tilliti.

Andoxunarefni eru efni sem veita vörn gegn skaðlegum áhrifum radikala (sindurefna) og efna sem stuðla að oxun. Andoxunarefni geta bæði verið næringarefni (t.d. C vítamín og E vítamín) og önnur virk plöntuefni (t.d. karótíníð og fenolsambönd).

Erlendis hafa farið fram miklar rannsóknir á andoxunarefnum og þróaðar hafa verið aðferðir til að mæla samanlagða andoxunarvirkni efna í plöntum og ýmsum matvælum. Með andoxunarvirkni er átt við hæfni efnis eða efnablöndu til að hamlar gegn efnabreytingum sem byggjast á oxun. Því meiri sem andoxunarvirknin er því gagnlegri ætti viðkomandi fæðutegund að vera.

Starfsmenn Matra hafa á síðustu árum fengist við þrenns konar verkefni um andoxunarefni. (1) Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkti verkefni um andoxunarvirkni grænmetis og berja. Verkefnið var unnið á árunum 2004-5 og voru gerðar mælingar á íslenskri og innfluttri framleiðslu með einni mæliaðferð. (2) Á árinu 2005 vann Valur Gunnlaugsson mælingar á andoxunarvirkni í íslensku og bresku grænmeti í framhaldsnámi sínu í Bretlandi. Beitt var fjórum ólíkum mæliaðferðum. Framleiðnisjóður hjóp hér einnig undir bagga. (3) Nú er unnið við mat á vísindagreinum um andoxunarefni og fleiri lífvirk efni í evrópska verkefninu EuroFIR (öndvegisnet um efnainnihald matvæla).

Aðstæður til ræktunar á Íslandi eru að mörgu leyti sérstakar, t.d. varðandi umhverfishita og birtuskilyrði. Hugsanlegt er að íslensk náttúra og framleiðsla á Íslandi skili afurðum með samsetningu sem er sérstök, t.d. varðandi hollefni í plöntum. Rannsóknir eru rétt að byrja að varpa ljósi á áhrif andoxunarefna. Mikilvægt er fyrir Íslendinga að fylgjast með þróuninni og hafa tiltækar aðferðir til að leggja mat á hollustuna.



## Mælingar á andoxunavirkni hjá Matra

Á árunum 2004 og 2005 var unnið hjá Matra verkefni um andoxunavirkni grænmetis og berja. Tekin voru sýni bæði af íslenskum og innfluttum afurðum. Í verkefninu var í fyrsta skipti reynt að mæla samanlagða andoxunavirkni efna í sýnum af íslenskum landbúnaðarafurðum. Áður höfðu aðeins verið gerðar takmarkaðar mælingar á einstökum efnum með andoxunavirkni, þ.e. C vítamíni og fáeinum karótíníðum. Styrkur frá Framleiðnisjóði landbúnaðarins gerði vinnu við verkefnið til mögulega.

Mæliaðferðin byggðist á módelkerfi af línolsýru og beta-karótíni og var eyðing beta-karótíns mæld með ljósgleypnimælingu og fylgst með þeim áhrifum sem upplausnir af sýnum höfðu á ferlið. Vatnsleysanleg og etanólleysanleg efni voru dregin úr sýnunum til mælinga.

Nokkrar niðurstöður koma fram í töflunni að neðan (meðaltöl og staðalfrávik fyrir bæði íslenskar og innfluttar afurðir). Því hærri sem mæld virkni er því öflugri andoxunarefni eru í sýninu og svarar 100% virkni til þess að efni úr sýni hafi hamlað algjörlega gegn eyðingu beta-karótíns í módelkerfinu meðan mæling fór fram.

Andoxunavirkni mældist almennt umtalsverð í sýnunum þótt lág gildi komi fram í einstaka tilfellum en engin ein grænmetistegund hefur lág gildi fyrir öll

sýnin. Niðurstöðurnar gefa ekki tilefni til að álykta að andoxunavirkni sé meiri eða minni í íslensku sýnunum en þeim erlendu. Umtalsverð andoxunavirkni kemur fram bæði fyrir íslenskt og innflutt grænmeti.

Áberandi mikil andoxunavirkni fyrir etanólleysanleg efni mældist í tómötum, berjum og salati. Einna mest andoxunavirkni fyrir vatnsleysanleg efni mældist í berjum, salati og kínakáli. Mikil andoxunavirkni fyrir vatnsleysanleg og etanólleysanleg efni þarf ekki að fara saman, þannig mældist í tómötum mikil virkni etanólleysanlegra efna en fremur lítil virkni vatnsleysanlegra efna. Almennt er andoxunavirkni mjög breytileg innan grænmetistegunda. Þannig var 7-faldur munur á minnstu og mestu virkni etanólleysanlegra efna úr sýnum af íslenskum gulrófum. Skýringin á þessum mikla mun er ekki þekkt.

Umtalsverð andoxunavirkni efna í kartöflum kemur nokkuð á óvart þar sem þær eru ekki litsterkar og hafa ekki verið taldar til þess grænmetis sem er auðugast af hollefnum. Erlendar rannsóknir staðfesta að kartöflur eru auðugar af andoxunarefnum. Mikil andoxunavirkni mældist í berjum og er það í samræmi við erlendar rannsóknir.

Nánari upplýsingar má finna í skýrslunni: Ólafur Reykdal og Dana Kúbbur, 2005. Andoxunavirkni grænmetis og berja. Matra 05:07.

| Sýni          | Fjöldi sýna | Andoxunavirkni        | Andoxunavirkni         | Þurrefni % |
|---------------|-------------|-----------------------|------------------------|------------|
|               |             | Vatnsleysanleg efni % | Etanólleysanleg efni % |            |
| Bláber        | 4           | 85,0 ± 8,3            | 88,2 ± 9,8             | 15,0 ± 1,2 |
| Gulrætur      | 7           | 46,8 ± 6,7            | 49,9 ± 34,9            | 8,9 ± 0,9  |
| Gulrófur      | 3           | 11,8 ± 4,1            | 50,8 ± 38,5            | 9,1 ± 0,5  |
| Gúrkur        | 4           | 23,1 ± 9,4            | 19,8 ± 18,6            | 4,8 ± 2,8  |
| Jarðarber     | 2           | 95,2 ± 6,8            | 92,8 ± 6,5             | 7,4 ± 0,8  |
| Kartöflur     | 5           | 38,2 ± 13,2           | 68,3 ± 7,3             | 23,0 ± 2,7 |
| Kínakál       | 6           | 65,1 ± 4,9            | 59,8 ± 15,7            | 5,3 ± 0,7  |
| Paprika, rauð | 3           | 5,2 ± 2,2             | 43,9 ± 4,9             | 8,4 ± 0,9  |
| Salat         | 3           | 79,5 ± 8,2            | 94,1 ± 9,0             | 4,3 ± 0,5  |
| Tómatar       | 8           | 19,3 ± 3,0            | 81,1 ± 19,3            | 5,3 ± 0,2  |

## Mælingar á andoxunarvirkni íslensks og bresks grænmetis

Valur Norðri Gunnlaugsson gerði mælingar á fjórum tegundum grænmetis frá Íslandi og Bretlandi á árinu 2005 við Háskólann í Leeds í Bretlandi. Tegundirnar voru gúrkur, tómatar, rauð paprika og steinselja. Að auki voru gerðar mælingar á breskum jarðarberjum. Ekki reyndist vera afgerandi munur á andoxunarvirkni grænmetis frá Íslandi og Bretlandi og er það í samræmi við þær niðurstöður sem fengust við mælingar Matra á Keldnaholti.

Í Bretlandi var beitt fjórum aðferðum til að mæla andoxunarvirkni: FRAP-aðferð (ferric reducing antioxidant capacity), TEAC-aðferð (Trolox equivalent antioxidant capacity), ORAC-aðferð (oxygen radical absorption capacity) og Folin-Ciocalteu aðferð (mælir heildarmagn fenolsambanda).

Gott samband var milli niðurstaðna sem fengust með TEAC- og Folin-Ciocalteu aðferðum en niðurstöður úr FRAP mælingum skáru sig úr. Þær niðurstöður voru dregnar að staðla þyrfti aðferðir til mælinga á andoxunarvirkni til þess að hægt verði að bera saman niðurstöður hinna ýmsu verkefna. Því er nauðsynlegt að beita að minnsta kosti

tveimur mæliaðferðum til að mæla andoxunarvirkni.

Fróðlegt er að bera saman hvernig virkni hinna ýmsu grænmetistegunda raðast. Niðurstöðurnar frá Bretlandi raðast þannig (bæði íslensk og bresk sýni tekin saman) samkvæmt TEAC-aðferð: Steinselja > jarðarber > paprika > tómatar > gúrkur. Samkvæmt FRAP-aðferð er röðin: Jarðarber > paprika > steinselja > tómatar > gúrkur.

Samkvæmt mælingum Matra á Keldnaholti með beta-karótín línolsýru módelkerfi raðast grænmetistegundir öðruvísi en samkvæmt mælingunum í Bretlandi. Allar mælingarnar eiga þó það sameiginlegt að jarðarber eru með einna mesta virknina.

Nánari upplýsingar má finna í: (1) Valur Norðri Gunnlaugsson, 2006. Samanburður á andoxunarvirkni íslensks og bresks grænmetis. Fræðaping landbúnaðarins 2006: 425-29. (2) Valur Norðri Gunnlaugsson, 2005. Measurement of antioxidant capacity of vegetables grown in Iceland and UK. MS ritgerð við University of Leeds, Procter Department of Food Science, ágúst 2005.

## Mat á gögnum um andoxunarefni

Matra á aðild að evrópska öndvegisnetinu EuroFIR en í einu undirverkefni þess er nú unnið við gæðamat á gögnum í vísindagreinum um lífvirk efni í matvælum úr jurtaríkinu. Gögn um andoxunarefni eru meðal þeirra gagna sem tekin eru til skoðunar. Þau gögn sem standast skilgreindar gæðakröfur eru skráð í sérstakan gagnagrunn. Ætlunin er að gögn í gagnagrunninum verði aðgengileg á Netinu í framtíðinni.

Mest af þeim gögnum sem til eru um andoxunarefni koma frá Vestur-Evrópu og Bandaríkjunum. Í ljós hefur komið að magn andoxunarefna er mjög breytilegt. Meðal þátta sem hafa mest áhrif á magn andoxunarefna eru afbrigði, þroskastig, upp-

skerutími, ræktunarskilyrði og geymsluskilyrði.

Sem dæmi um andoxunarefni má taka karótíníð. Yfir 600 karótíníð hafa verið greind í náttúrunni en um 50 þeirra eru algeng í grænmeti og ávöxtum. Meðal þekktustu karótíníðanna eru beta-karótín, lýkópen og lúteín. Mest er af beta-karótíni í gulrótum en mest af lýkópeni er í tómötum.

Litur karótíníða er frá gulum yfir í appelsínugulan en einnig rauðan. Lýkópen gefur tómötum rauða litinn. Hitun við matvælavinnslu og matreiðslu getur leitt til þess að karótíníð nýtist betur í líkamanum. Þar sem karótíníð eru fituleysin auðveldar fita í matnum einnig nýtingu þeirra.



## Ályktanir

- Almennt mælist veruleg andoxunavirkni í grænmeti og berjum. Einna mest andoxunavirkni mælist að jafnaði í berjum. Andoxunavirkni í salati og steinselju vekur einnig athygli. Þá má nefna að andoxunavirkni kartaflna var meiri en reiknað var með. Þetta er í grófum dráttum í samræmi við niðurstöður erlendra rannsókna.
- Ekki fannst afgerandi munur á sýnum af íslensku og innfluttu grænmeti og berjum.
- Talsverður munur gat verið á andoxunavirkni fyrir sýni af sömu tegund. Sem dæmi má nefna að 7-faldur munur gat verið á andoxunavirkni sýna af íslenskum gulrófum eftir framleiðendum. Þessi mikli munur verður aðeins skýrður með viðameiri mælingum.
- Ótölulegur fjöldi virkra efna með ólíka eiginleika er í grænmeti. Ýmsar aðferðir eru notaðar til að mæla andoxunavirkni og byggjast þær á ólíkum grunni þannig að niðurstöður þeirra eru ekki sambærilegar. Mjög ólíkar aðferðir eru einnig notaðar við að draga virk efni úr plöntuvef og eykur það enn á vandamál við samanburð niðurstaðna. Það er því mikil þörf fyrir stöðlun aðferða til að mæla andoxunavirkni. Sem stendur er því heppilegast að nota minnst tvær aðferðir til mæla andoxunavirkni, þannig fæst betri heildarmynd af virkninni.
- Á Íslandi er kominn grunnur fyrir áframhaldandi mælingar á andoxunavirkni plöntuafurða. Einnig þarf að mæla andoxunarefnin sjálf en HPLC-búnaður til slíkra mælinga er nú til á Keldnaholti. Næsta skref ætti að vera greining einstakra andoxunarefna í íslensku grænmeti og plöntum jafnframt því sem andoxunavirkni væri mæld með minnst tveimur aðferðum. Aðferðir til að mæla heildarandoxunavirkni munu í nánustu framtíð gegna mikilvægu hlutverki þegar meta á hollustugildi fæðutegunda og bera þær saman. Einnig er mikilvægt að kanna mögulega sérstöðu íslenskra afurða. Rannsóknir á andoxunarefnum gætu nýst íslenskum landbúnaði og neytendum vel.