

LENA DIMBERG

---

## *Antioxidanter i havre:*

# Halten avenantramider kan påverkas både före och efter skörd

- Avenantramider (AVA) är hälsobefrämjande fenoliska antioxidanter som är unika för havre. Halten varierar med sort och olika odlingsbetingelser.
- I bladen produceras AVA som svar på ett svampangrepp och halterna i bladen är i regel högre i mycket rostresistenta sorter än i mottagliga sorter. Halterna är normalt högre i kärna än i blad, men det finns ingen tydlig koppling mellan resistens och halt i kärna.
- När havren gror ökar AVA-halten. Mältning, dvs. blötläggning och groning följt av torkning, kan därför vara en lämplig metod för produktion av råvara till havreprodukter med förhöjda halter av AVA.



foto: mats gerentz

**F**ullkornsprodukter av spannmål anses ha hälsofrämjande egenskaper. Flera befolkningsstudier har visat ett klart samband mellan stort intag och mindre risk för olika folksjukdomar, bland annat hjärt-kärlsjukdom. Samtidigt vet vi väldigt lite om vad det är som gör att fullkorn har så mycket bättre sjukdomsförebyggande egenskaper än mald och siktad spannmål. Kostfibrer och fenoliska antioxidanter (se faktaruta 1) anses dock vara viktiga faktorer.

Havre har länge mest använts till djurfoder och gryn, men idag finns en rad nya havrebaserade livsmedel med tydlig "hälsoprofil". Drycker, bröd och glass är några exempel. Än så länge finns det inga skraddarsydda sorter, med särskilt höga halter av nyttiga komponenter, och det finns inte heller några noggrant utprovade odlingsanvisningar för havre som ska användas i "mervärdesmat" (functional foods). Det finns dock förhoppningar om att dagens forskning ska bidra till att "hälsohavre" blir en viktig nischgröda i framtiden.

### Livsmedelstillsats redan 1930

Havre, som vanligtvis konsumeras som fullkorn, är en god källa till både kostfibrer och fenoliska antioxidanter. Havre innehåller dessutom proteiner med högt näringsvärde och har en ovanligt fördelaktig balans mellan fleromättade och mättade fetter. Kostfibrerna, som finns anrikade i havrens yttre delar, sänker förhöjda kolesterolhalter i blodet. Antioxidanter anses ha hälsobefräm-

#### FAKTARUTA 2

### Havrens egna antioxidanter

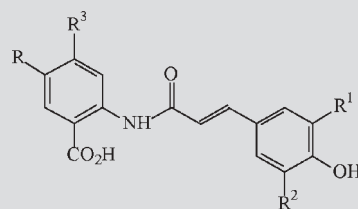
Havre innehåller mer fett än våra övriga sädeslag, och med fettet följer antioxidanter som skyddar fettet mot nedbrytning (härskning). Vissa av antioxidanterna finns även i andra sädeslag, men havren har också en egen typ av antioxidanter, avenantramider (AVA). Dessa föreningar bidrar till den friska havresmaken.

AVA förekommer i både blad och kärna. I kärnan återfinns de redan 3–5 dagar efter axgång och halten ökar sedan successivt under utvecklingen. Vid fullmognad utgör de cirka 0,02 procent av kärnan och återfinns främst i klidelarna. En del AVA finns också i skalet, dock i lägre halter.

Det finns ca 15–20 olika AVA-föreningar i havre (se figur 1). De

avenantramider som har störst antioxidativ aktivitet finns bara i kärnan.

Den kemiska strukturen är mycket lik ett läkemedel som används i många asiatiska länder mot olika typer av allergier och för att påskynda sår-läkning. Avenantramider anses också vara lenande för huden och ingår i en del hud- och hårvårdsprodukter.



figur 1. | *R* i avenantramidmolekylen kan vara H, OH eller OCH<sub>3</sub>.

jande egenskaper genom att fånga in fria radikaler och därmed förhindra skadlig oxidation (faktaruta 1). De dominerande grupperna av fenoliska antioxidanter i havre utgörs av kanelsyror och de så kallade avenantramiderna (AVA; se faktaruta 2).

I livsmedel ger antioxidanter ett skydd mot härskning och mot förlust av färg, arom och textur. Redan på 1930-talet användes havremjöl som en naturlig källa för antioxidanter för att skydda oljor och andra fettrika livsmedel mot härskning. Idag används i stor utsträckning syntetiska tillsatser för att stabilisera livsmedel, men det finns numer en strävan att återgå till naturliga

antioxidanter. En målsättning är att, av hälso- och hållbarhetsskäl, få fram en livsmedelsråvara av havre som innehåller en hög andel av endogena kostfibrer och fenoliska antioxidanter.

### Inte bara avkastning

Traditionellt har växtförädling och sortprovning handlat om avkastning och sjukdomsresistens, medan kvaliteten som livsmedelsråvara har rönt mindre intresse. Eftersom avenantramider, förutom att ha antioxidativa effekter, också motverkar olika typer av inflammatoriska processer, utgör de nu en kvalitetsfaktor av intresse för såväl växtförädlingsföretag som livsmedelsindustri.

#### FAKTARUTA 1

### Antioxidanter – kroppens vapen mot fria radikaler

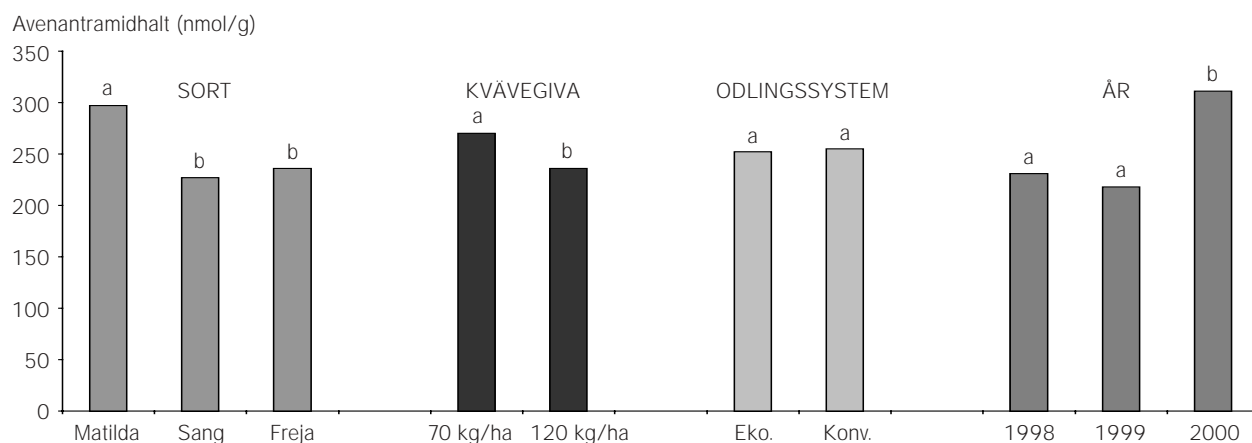
I växter och djur produceras ständigt så kallade fria radikaler. De bildade radikalerna reagerar mycket lätt med andra molekyler, bland annat syre (oxidation), vilket ger upphov dels till flera nya radikaler, dels till en rad – oftast oönskade – produkter. Vissa produkter orsakar lukten i härsket fett.

En antioxidant, som fungerar som radikalinfångare, har den egenskapen att den själv blir en relativt stabil radikal som inte reagerar vidare med andra molekyler. Antioxidanten kan därmed stoppa en kedjereaktion.

Många vegetabilier innehåller höga halter av antioxidanter, vilka främst utgörs av vitaminerna A, C och E, samt karotenoider och vissa växtfenoler. De flesta antioxidanter är nödvändiga för människor och djur, men eftersom de inte kan produceras av djuren själva, måste de tillföras via den vegetabiliska födan. I livsmedel kan antioxidanter ha två effekter. De kan dels förlänga livsmedlets hållbarhet genom att skydda mot härskning, dels skydda mot t.ex. hjärt-kärlsjukdom genom fysiologiska effekter.

### Sorter, odling och processer

De projekt som redovisas i detta Fakta har dels syftat till att undersöka de odlingstekniska möjligheterna att påverka halten av avenantramider, dels att utveckla livsmedelsprocesser som bevarar dessa nyttiga komponenter. Mer kunskap om hur man tar tillvara de naturliga antioxidanterna, kan göra det möjligt att framställa nya havrebaserade livsmedel med bättre näringsegenskaper, så kallad mervärdesmat. Forskningen vid SLU har genomförts i ett samarbete mellan institutionerna för livsmedelsvetenskap, växtvetenskap samt ekologi och växtproduktionslära.



figur 2. | Halt avenantramider i havrepartier sorterade efter sort, kvävegiva, odlingsystem och odlingsår. Inom respektive jämförelse är staplar med olika bokstav signifikant skilda från varandra.

### Kraftigt varierande halter idag

Vi vet genom tidigare svenska och utländska studier att AVA-halten varierar starkt med sort och odlingsbetingelser. Halten kan vara 10–20 gånger högre i vissa partier än i andra.

För att bena ut vilka faktorer som styr dessa variationer genomförde vi ett treårigt fältförsök där vi jämförde tre vanliga svenska sorter, vid olika gödselgivor och vid konventionell respektive ekologisk odling.

### Högst halt i Matilda

Sortjämförelsen visade att AVA-halten var drygt 30 procent högre i Matilda än i Sang och Freja (figur 2). Detta var inte överraskande, eftersom fettrika sorter (som Matilda) och olika nakna sorter oftast har högre halter.

### Stora kvävegivor minskar halten

Rent allmänt tycks det finnas ett negativt samband mellan skördens storlek respektive hektolitervikt och AVA-halten. I våra försök var det också så att stora kvävegivor (120–140 kilo per hektar) påverkade AVA-halten negativt (figur 2), oberoende av om kvävet gavs i form av handelsgödsel eller kycklinggödsel. Vi undersökte inte om den högre kvävegivan också minskade fetthalten, men så har det varit i våra tidigare studier.

### Ekologisk odling påverkade inte halterna

Halten av fenoliska substanser anses allmänt öka i växter som ett svar på

infektioner, för att därmed skydda växten från skador och parasiter. Eftersom det i ekologiska odlingsystem är förbjudet att använda pesticider, och växterna därmed är utsatta för ett högre infektionstryck, har halterna av fenoliska substanser förmodats vara högre i ekologiska produkter än i konventionella. I våra försök uppmättes dock inga skillnader i AVA-halt mellan havrekärnor som odlats enligt ett ekologiskt system jämfört med ett konventionellt (figur 2).

I en annan undersökning analyserade vi AVA-halten i havre från kommersiella producenter i Mälardalen. Inte heller här kunde vi upptäcka några skillnader mellan partier som odlats enligt reglerna för KRAV\* respektive Svenskt Sigill\*.

### Samband med svampinfektion

Denna jämförelse av odlingsystem innebär dock inte att det saknas samband mellan infektionstryck och halt av avenantramider. När vi jämförde AVA-halterna i havresorter med olika motståndskraft mot rostsvampar och havrepartier från fält med olika infektionstryck, fann vi tydliga skillnader. Men det var halten i blad som skilde sig, inte halten i kärna. I bladen var AVA-halten högre i icke angripna resistent sorter än i angripna mottagliga sorter.

Den första inspektionen av svampangrepp gjordes cirka sju dagar efter axgång, och då var alla sorter, utom de mest resistent, infekterade. Ingen svamp kunde dock iaktas på kärnorna vid

något inspektionstillfälle, däremot på skalen.

Våra resultat överensstämmer med tidigare undersökningar som visat att syntesen av avenantramider aktiveras vid svampangrepp i bladen och att svampinfektionen därmed stoppas. Att halten i kärnorna inte påverkades av smittan, trots att det enzym som bildar avenantramider också finns där, kan ha flera orsaker. Kanske kunde svampen inte forcera skalet för att inducera produktion av AVA i kärnan. En annan förklaring kan vara att halten av AVA i kärnorna redan var tillräckligt hög för att hämma svampen.

### Oklar koppling till resistens

Vi har också sett att en behandling med pesticider hämmar produktionen av AVA i bladen, utan att halten i kärnan påverkas. Även här finns det flera tänkbara orsaker. En är att växten inte behöver aktivera sitt eget försvarssystem när svampangreppet motas med bekämpningsmedel. En annan är att bekämpningsmedlet hämmar de enzym som producerar AVA i bladen, men att medlet inte förmår att tränga in till kärnan.

I nuläget vet vi inte om avenantramiderna är kopplade till resistens eller om dess närvaro bara är en tillfällighet. Resultaten tyder dock på att havresorter med högre halter av endogena avenantramider löper mindre risk att bli infekterade, och att behovet av pesticider blir mindre vid odling av sådana sorter.

\* KRAV är en kontrollförening för ekologisk produktion. Svenskt Sigill är LRF:s kvalitetsmärke för råvaror från svenska gårdar, med krav som rör livsmedels-säkerhet, djursorg, miljöansvar och öppna landskap.



figur 3. | Blötläggning – ett sätt att öka AVA-halten i havre.

### Årsmåns- och platsbundna skillnader

Andra idag oidentifierade omgivande faktorer har också stor betydelse. Samma sort som odlats på olika lokaler kan uppvisa stora skillnader i AVA-innehåll. Likaså finns en stor årsvariation (figur 2). Vad dessa skillnader beror på vet vi inte mycket om, mer än att ljus eller skugga liksom regnmängd inte verkar ha någon större inverkan på AVA-innehållet.

### Skonsamma livsmedelsprocesser

Inför framtiden är det av intresse att finna nya, milda livsmedelsprocesser som bidrar till såväl smakliga som hållbara och hälsosamma produkter. Att en råvara innehåller höga halter av hälso-befrämjande komponenter är ingen garanti för att också slutprodukten gör det. Behandlingar som upphettning, malning och lagring, liksom olika tillsatser, kan ha stor inverkan på det färdiga livsmedlets innehåll av olika äm-

nen. Detta är något vi har tittat närmare på när det gäller avenantramider.

Vid kommersiell produktion av havreprodukter är det idag vanligt med ångpreparering (100°C, 1 timma). Syftet med denna behandling är dels att inaktivera olika härskningsbenägna enzymer, dels att göra kärnan mjukare och lättare att pressa till en flinga. Våra undersökningar visar att denna behandling är skonsam mot AVA, vilket också gäller andra processer som framställning av havregrynsbaserade bröd och kokning av gröt i mikrovågsugn. Kraftigare värmebehandlingar, som tryckkokning och valstorkning, leder dock till förluster av AVA.

Obehandlad havre kan lagras i rumstemperatur i minst 1,5 år efter skörd utan att AVA-halten minskar påtagligt.

### Processer som höjer halterna

Likaväl som det finns behandlingar som försämrar en råvaras kvalitet i ett visst avseende, kan det finnas metoder som förbättrar kvaliteten. Vi har funnit att det är möjligt att öka AVA-halten i havre genom mältning, dvs. genom att blötlägga, gro och torka hela råa kärnor.

Däremot minskar halten då havremjöl blandas med vatten. Denna minskning kan dock stoppas genom att sätta till t.ex. C-vitamin. Vid både ökningen och minskningen tror vi att enzyms aktivitet är inblandad.

Havregryn framställda av mältade och därefter ångpreparerade fullkorn av en god havresort skulle kunna utgöra en framtida "hälsohavre".

### Ämnesord

Havre, antioxidanter, fenoler, avenantramider, ekologisk odling, kvävegödsling, svampresistens, sortvariation, årsmån, groning, mältning

## MAT21

är ett tvärvetenskapligt forskningsprogram. Målet är att ta fram ett vetenskapligt underlag som kan bidra till att den svenska jordbruksbaserade livsmedelsproduktionen uppfyller krav på långsiktig hållbarhet, med god djuromsorg och långt driven miljöanpassning. (Se även [www-mat21.slu.se](http://www-mat21.slu.se))

Forskningen bedrivs i huvudsak vid SLU, men även vid universiteten i Uppsala, Göteborg, Lund och Umeå. Programmet finansieras av den miljöstrategiska forskningsstiftelsen MISTRA.

### Läs mer

- Bryngelsson, S. 2002. Oat antioxidants—with emphasis on avenanthramides. Tissue distribution and effects of processing. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria* 347. SLU, Uppsala.
- Peterson, D.M. 2001. Oat antioxidants. *J. Cereal Science* 33, 115–129.
- Mannerstedt-Fogelfors, B. 2001. Antioxidants and lipids in oat cultivars as affected by environmental factors. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria* 271. SLU, Uppsala.

### Författare

FD *Lena Dimberg* är universitetslektor vid SLU:s institution för livsmedelsvetenskap, Box 7051, 750 07 Uppsala. Tel: 018-67 20 47. Fax: 018-67 29 95. [Lena.Dimberg@lmv.slu.se](mailto:Lena.Dimberg@lmv.slu.se)

Merparten av den redovisade forskningen har genomförts i samarbete med: *David Peterson*, USDA, ARS, Cereal Crops Research Unit, USA. *Charlott Gissén*, institutionen för växtvetenskap, SLU, Alnarp. *Birgitta Mannerstedt-Fogelfors*, institutionen för ekologi och växtproduktionslära, SLU, Uppsala. *Kerstin Sunnerheim*, institutionen för kemi, Uppsala universitet.



**Ansvarig utgivare:** Britta Fagerberg, SLU, inst. f. biometri & teknik, Box 7032, 750 07 UPPSALA

**Redaktör:** David Stephansson, SLU Informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 14 92. Telefax: 018-67 35 20. E-post: [David.Stephansson@adm.slu.se](mailto:David.Stephansson@adm.slu.se)

**Internet:** [www.slu.se/forskning/fakta/](http://www.slu.se/forskning/fakta/)

**Prenumeration och lösnummer:** SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 11 00. Telefax: 018-67 35 00. E-post: [Publikationstjanst@slu.se](mailto:Publikationstjanst@slu.se)

**Prenumerationspris:** 320 kronor + moms  
**Tryck:** Elanders Tofers AB, 2004