

# Hotar kvävetillförsel kvaliteten på svenska blåbär?

Blåbär innehåller rikligt med antocyaniner, växtkemikalier som bidrar till bärens färg och smak och som dessutom anses ha hälsofrämjande effekter. Tre skogsforskare har studerat om bärens innehåll av antocyaniner påverkas av tillgången på kväve. Kvävebelastningen ökar idag alltmer i våra skogar på grund av förbränning av fossila bränslen och konstgödsel-användning.

MARIE LUNDSTRÖM, ÅSA FORSUM  
& JOHANNA WITZELL

I Skandinavien är plockning av skogsbär en populär fritidssysselsättning med långa traditioner. Trots att skogsbärens ekonomiska betydelse för industri och privata hushåll är begränsad, är bärplockning en viktig del i skogens mångbruk och en av skogens nyttigheter som även i ekonomiska termer värderas högt (Mattson & Li 1993, Saastamoinen m.fl. 2000, Kangas & Markkanen 2001). Bär och bärprodukter utgör dessutom fortfarande en betydelsefull del i den nordiska kosthållningen (Puupponen-Pimiä m.fl. 2005, Rein 2005). Dagens konsumenter är alltmer intresserade av att välja matvaror med lokalt ursprung, högt näringsvärde och dokumenterade hälsofrämjande effekter.

Bärens hälsofrämjande effekter kopplas ofta till fibrer och vitaminer, samt till antioxidanter som bland annat kan förebygga cancer och hjärt-kärlsjukdomar (Xiangqun 2000, Olsson m.fl. 2004, Puupponen-Pimiä m.fl. 2005). Vanliga växtantioxidanter är antocyaniner, pigment som framkallar röda, orange, blå och lila färger hos växterna (se faktaruta på nästa sida). Antocyaninerna tillhör fenolerna, en stor grupp av växtkemikalier som återfinns i så gott som alla gröna växter (Bruneton 1995). Sammansättningen av



Figur 1. När blåbärsriset får sina höstfärger framträder antocyaninerna även i bladverket. Foto: Staffan Karlsson.

When *Vaccinium myrtillus* gets its autumn colours, the anthocyanins in the leaves become visible.

fenoler varierar avsevärt mellan olika arter och kan dessutom påverkas av yttre faktorer.

Tillgången på marknäringssämnen som kväve kan markant inverka på mängden fenoler (t.ex. antocyaniner) i växter. Resultat från flera studier pekar på att halterna av fenoler reduceras till följd av kvävetillförseln (Witzell & Shevtsova 2004). Vi har dock fortfarande begränsad kunskap om hur tillgången på kväve påverkar antocyaninerna i våra vilda skogsbär.

De svenska skogarna är historiskt sett kvävefattiga. Under 1900 talets senare hälft har dock kvävetillgången ökat markant, främst på grund av en ökad kvävedeposition orsakad av förbränning av fossila bränslen och användandet av konstgödsel (Nordin m.fl. 2005). För att möta framtida virkesbehov anses även kvävegödsling av skogsmark vara en viktig produktionshöjande åtgärd (Jacobsson & Pettersson 2003).

I framtiden kan därför bärplockning i hela Skandinavien komma att ske i områden med förhöjd kvävetillgång. Dessutom är de bär och bärprodukter som vi finner i våra butiker numera allt oftare importerade från andra länder där

### Antocyaniner

Antocyaniner är vattenlösliga färgämnen i växter. De ger upphov till blåa, röda, lila och orange färger hos blad, blommor och bär.

Antocyaniner tillhör en stor grupp av växtkemikalier som benämns flavoner eller flavonoider. Flavonoiderna är biologiskt aktiva substanser som i växter har varierande roller. De kan till exempel skydda växterna mot växtätare genom sin beska smak eller skydda cellerna mot solens UV-strålning genom att fungera som antioxidanter.

Antocyaninernas struktur består av ett skelett av kolringar ( $C_6C_3C_6$ ) i vilket sockergrupper är fästa. Kopplingen till socker ökar molekylens vattenlöslighet. Den sockerlösa molekylens benämns antocyanidin.

De vanligaste antocyanidinerna i växter är cyanidin, pelargonidin, malvidin, delphinidin och petunidin.

kvävedofallet vanligtvis är betydligt högre än i våra nordliga skogsområden (Nordin m.fl. 2005, Prietzel m.fl. 2006).

För att kunna bedöma kvaliteten hos inhemska och importerade bärprodukter behövs kunskap om kvävetillförseln (depositionens och skötselåtgärdernas) inverkan på bärens egenskaper. Som en del av den pågående forskningen för att förstå hur kvävet påverkar nordliga skogsekosystem har vi studerat hur kvävegödsling påverkar halten av antocyaniner i blåbär.

### Metoder

Blåbär samlades in från ett skogsgödslingsexperiment vid SLU:s fältstation Svartberget utanför Vindeln i september 2004. Bakgrundsdepositionen i området rapporteras vara 2–3 kg per hektar och år (Strengbom 2002, Nordin m.fl. 2005). Gödslingsexperimentet inleddes 1996 och den årliga kvävetillsatsen på försöksytorna var 0 (kontroll), 12,5 eller 50 kg kväve per hektar – en gradient som motsvarar kvävedepositionen i norra Europa (Nordin m.fl. 2005, Prietzel m.fl. 2006). Varje behandling upprepades på sex försöksytor och ungefär hundra bär från varje försöksyta plockades.

Antocyaniner återfinns i levande celler bundna till sockermolekyler (Bruneton 1995). För att mäta enbart de sockerlösa komponenterna – antocyanidinerna – värmebehandlades en del av varje prov. Mätningarna utfördes med hjälp av vätskekromatografi, en standardmetod för identifiering och kvantifiering av växtkemikalier (Nyman & Kumpulainen 2001).

### Vad innehöll blåbären?

De hydrolyserade blåbären hade den karaktäristiska antocyanidin-sammansättningen med fem huvudkomponenter (delphinidin, cyanidin, petunidin, peonidin och malvidin; figur 2). Samma beståndsdelar har hittats även i tidigare studier (Nyman & Kumpulainen 2001).

Antocyaninprofilen hos icke-hydrolyserade blåbär i vårt försök innehöll 17 enskilda ämnen, vilket också det är jämförbart med tidigare studier (Ichihyanagi m.fl. 2004). Alla ämnen kunde inte identifieras med hjälp av vätskekromatografi.

Förutom de identifierade glykosiderna fanns även antocyanidinerna petunidin, peonidin och malvidin i icke-hydrolyserade prover. Det betyder att en del av dessa fenoler också kan finnas som sockerlösa molekyler i blåbären.

Kvantiteterna av de fem antocyanidiner som vi fann (figur 2) överensstämmer väl med tidigare rapporter (Nyman and Kumpulainen 2001). Delphinidin och cyanidin dominerade, följda av petunidin och malvidin. Peonidin hittades i lägst koncentration. Baserad på färskvikt har en total antocyanidinkoncentration på 0,36 procent rapporterats för blåbär medan antocyaninkoncentrationen kan variera mellan 0,3 och 0,6 procent (Nyman & Kumpulainen 2001, Rein 2005). I vårt försök mättes ämnena på torrviktsbas men genom att uppskatta vatteninnehållet i bären till minst 80–85 procent i slutet av växtsäsongen (Jaakola m.fl. 2002), var halterna jämförbara med de som rapporterats tidigare.

### Kvävets effekt på blåbären

Vi fann att den lägre kvävedosen (12,5 kg) verkade minska halterna av antocyanidin och antocyanin i blåbär (figur 2). Emellertid resulterade den högre kvävedosen (50 kg) i antingen

liknande, högre eller lägre nivåer jämfört med kontrollerna. Variationen mellan replikaten var relativt stor och någon sammantagen effekt av kvävetillförsel på bärens innehåll av enskilda antocyaniner eller antocyanidiner gick inte att statistiskt säkerställa.

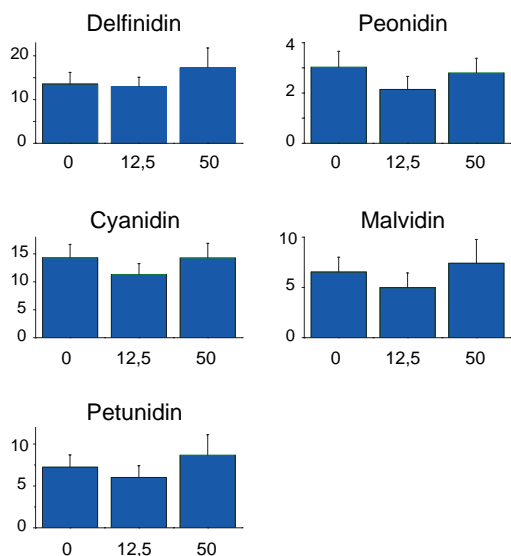
Den stora variationen mellan mätningarna kan bero på flera faktorer, till exempel att bär från de sex ytorna inom en kvävebehandling troligen tillhörde flera olika kloner (genotyper). Vi vet från tidigare studier att halten av fenoler varierar kraftigt mellan olika genotyper (Hakulinen m.fl. 1995).

Noteras bör även att eftersom fenolhalterna kan variera kraftigt under växtsäsongen (Jaakola m.fl. 2002, Witzell och Shevtsova 2004), kan ett annorlunda resultat ha erhållits om undersökningen hade gjorts tidigare under säsongen (till exempel i augusti, under den mest intensiva bärplockningsperioden).

Vidare bör observeras att de olika kvävebehandlingarna kan ha resulterat i olika utvecklingshastighet hos blåbärsriset och mognadsstadium hos bären (Jaakola m.fl. 2002), vilket ytterligare kan komplicera jämförelserna.

I Sverige har förekomsten av blåbärsris i våra skogar visat sig vara starkt negativt kopplad till kvävedepositionen, som varierar från omkring 2–3 kg i norr till 20 kg per hektar och år i söder (Strengbom 2002). Kväveberikningen i skogsmarken till exempel i form av luftburen deposition eller skogsgödsling kan med andra ord anses som ett hot mot blåbärskörden. Våra resultat från skogsgödslingsexperimentet visar emellertid ingen statistiskt säkerställd minskning i antocyaninhalten i bär från gödslade ytor insamlade i slutet av tillväxtperioden.

För att bekräfta våra resultat och få en mer allsidig bild av kvävet effekt på blåbären måste analyserna emellertid ske vid flera tillfällen under säsongen. Vidare kan kontrollerade tester med definierade blåbärsgenotyper (kloner) ge mer detaljerad information kring kvävetillgångens inverkan på bärens hälsofrämjande egenskaper.



Figur 2. Halter av fem antocyanidiner i blåbär som plockats på kontrolltytor (0 kg kväve per hektar och år) och kvävebehandlade ytor (12,5 eller 50 kg kväve per hektar och år). Genomsnittlig koncentration (milligram per gram torrsvikt) och medelfel för sex mätningar visas.

Concentrations of five anthocyanidins in bilberries collected from control plots (0 kg N per hectare and year) and fertilized plots (12.5 or 50 kg N per hectare and year). Shown are the mean concentrations (milligrams per gram dry weight) of six replicate measurements and standard errors.

### Citerad litteratur

- Bruneton, J., 1995. Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. – Intercept, Andover.
- Hakulinen, J., Julkunen-Tiitto, R. & Tahvanainen, J. 1995. Does nitrogen fertilization have an impact on the trade-off between willow growth and defensive secondary metabolism? – *Trees* 9: 235–240.
- Ichianagi, T., Hatano, Y., Matsugo, S. & Konishi, T. 2004. Structural dependence of HPLC separation pattern of antocyaniner from bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). – *Chem. Pharm. Bull.* 52: 628–630.
- Jaakola, L., Määttä, K., Pirttilä, A.M. m.fl. 2002. Expression of genes involved in antocyanin biosynthesis in relation to antocyanin, proanthocyanidin and flavonol levels during bilberry fruit development. – *Plant Physiol.* 130: 729–739.
- Jacobsson, S. & Pettersson, F. 2003. Ny vår för skogsgödslingen. – *Resultat från Skogforsk*, nr 23.

- Kangas, K. & Markkanen, P. 2001. Factors affecting participation in wild berry picking by rural and urban dwellers. – *Silva Fenn.* 35: 487–495.
- Mattson, L. & Li, C. 1993. The non-timber value of Northern Swedish Forests. An economic analysis. – *Scand. J. For. Res.* 8: 426–424.
- Nordin, A., Strengbom, J., Witzell, J. m.fl. 2005. Nitrogen deposition and the biodiversity of boreal forests. – *Ambio* 34: 20–24.
- Nyman, N. A. & Kumpulainen, J. T. 2001. Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high-performance liquid chromatography. – *J. Agric. Food Chem.* 49: 4183–4187.
- Olsson, M., Gustavsson K.-E., Andersson, S. m.fl. 2004. Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. – *J. Agric. Food Chem.* 52: 7264–7271.
- Prietzl, J., Stetter, U., Klemmt, H.-J. & Rehfuess, K.-E. 2006. Recent carbon and nitrogen accumulation and acidification in soils of two Scots pine ecosystems in Southern Germany. – *Plant Soil* 289: 153–170.
- Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Alakomi, H.-L. & Oksman-Caldentey, K.-M. 2005. Bioactive berry compounds – novel tool against human pathogens. – *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 67: 8–18.
- Rein, M. 2005. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. – *Doktorsavhandling, Helsingfors univ.*
- Saastamoinen, O., Kangas, K. & Aho, H. 2000. The picking of wild berries in Finland in 1997 and 1998. – *Scand. J. For. Res.* 15: 645–650.
- Strengbom, J. 2002. Nitrogen, parasites and plants – key interactions in boreal forest ecosystems. – *Doktorsavhandling, Umeå univ.*
- Witzell, J. & Shevtsova, A. 2004. Nitrogen-induced changes in phenolics of *Vaccinium myrtillus* – implications for interaction with a parasitic fungus. – *J. Chem. Ecol.* 10: 1919–1938.
- Xiangqun, G. 2000. Små bär har stor betydelse. – *Fakta Trädgård 2. SLU.*

## ABSTRACT

Lundström, M., Forsum, Å. & Witzell, J. 2007. Hotar kvävetillförsel kvaliteten på svenska blåbär? [Does nitrogen enrichment threaten the quality of *Vaccinium myrtillus* berries?] – *Svensk Bot. Tidskr.* 101: 347–350. Uppsala. ISSN 0039-646X.

Bilberries are rich in anthocyanins, plant chemicals that contribute to the colour and taste of the berries, and possess health-promoting properties. Accumulation of nitrogen in our forests is still increasing, due to use of fossil fuels and application of mineral fertilizers.

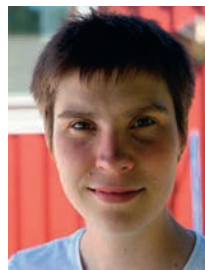
In a pilot study, we studied how nitrogen fertilization treatment affects the anthocyanin concentrations in Swedish bilberries. Berries were collected in 2004 from a forest fertilization experiment where nitrogen doses of 0 (control), 12.5 and 50 kg ha<sup>-1</sup> had been added annually since 1996. Anthocyanins were quantified using liquid chromatography. The nitrogen dose of 12.5 kg ha<sup>-1</sup> tended to reduce the anthocyanin concentrations, whereas the higher dose (50 kg ha<sup>-1</sup>) resulted in a varied response. Nitrogen enrichment did not result in significantly reduced anthocyanin levels in bilberries at the end of growth period. More research is, however, needed to confirm the temporal stability of this pattern.



Marie Lundström är växtfysiolog och har studerat blåbärskemi i sitt examensarbete. Hon är sedan i höstas anställd vid Skogforsk i Sävar.

Adress: Skogforsk, Box 3, 918 21 Sävar

E-post: [marie.lundstrom@skogforsk.se](mailto:marie.lundstrom@skogforsk.se)



Åsa Forsum forskar på kvävetvets påverkan på markskiktet och jobbar som projektledare på Sveaskogs forsknings- och utvecklingsavdelning.

Adress: Sveaskog, Mikaelsvägen 2, 922 31 Vindeln

E-post: [asa.forsum@sveaskog.se](mailto:asa.forsum@sveaskog.se)



Johanna Witzell är docent i ekofysiologi. Hon är anställd som forskare vid Sveriges Lantbruksuniversitet.

Adress: SLU, Inst. för sydsvensk skogsvetenskap, Rörsvägen 1, 230 53 Alnarp

E-post: [johanna.witzell@ess.slu.se](mailto:johanna.witzell@ess.slu.se)