

Vitamin

Brist på vitaminet
tiamin har orsakat

**MASSDÖD
BLAND SJÖFÅGLARNA.**

Svensk forskning
visar att problemet är
betydligt mer utbrett
än så. Nu gäller det att
förstå orsaken.

Av
TOMAS HANSSON
Foto
LENNART BALK
& PER-ÅKE
HÄGERROTH

AVSLÖJANDE PRICKAR

De svarta prickarna på
regnbågshinnan tyder
på att den här gråtruten
lider av brist på vitamin
B₁ (tiamin).



som

brist

A photograph of a dead gull lying on its back on a dark, textured rock. The bird's wings are spread out to the sides, away from its body. The bird has white feathers on its head and neck, and darker feathers on its wings and back. Its beak is yellow with a red tip. The background is a dark, craggy rock surface.

AVSLÖJANDE STÄLLNING

Den döda gråtrutens vingar är vinklade ut från kroppssidan, vilket är typiskt för tiaminbrist.

dödar

Runt millennieskiftet började det komma rapporter om kolonihäckande sjöfåglar som dog i förflamning mitt under häckningen utefter Östersjökusten. Gråtrutar, havstrutar, krickor och gravänder är några exempel på drabbade arter. Oroade personer som uppmärksammade händelserna hörde av sig till vår forskargrupp vid Institutionen för miljövetenskap och analytisk kemi, Stockholms universitet. Rörde det sig om angrepp av bakterier eller virus? Eller handlade det om något miljögift? År 2004 började vi undersöka saken.

Ledtrådarna till vad som hänt fåglarna går tillbaka ända till 1970-talet. Då upptäckte man att många yngel dog i de kompensationsodlingar för lax och havsöring som finns i de vattenkraftsutbyggda svenska älvarna. Ungefär samtidigt upptäcktes samma problem hos vandrande laxfiskar i Nordamerika. Men någon förklaring fanns inte, och fram till 1990-talet gjordes inte mycket åt problemet annat än att dokumentera dess förekomst.

År 1994 provade den kanadensiske forskaren John D. Fitzsimons att behandla sjuka laxyngel med vitamin B₁ (tiamin), eftersom han tyckte att de symtom som laxynglen uppvisade innan de dog påminde mer om näringsbrist än om förgiftning. Det visade sig att överlevnaden ökade avsevärt. Kanske även sjöfåglarna led av tiaminbrist, resonerade vi – de lever ju i samma miljö som fiskarna.

Vi provade att behandla förflamade sjöfåglar – framför allt gråtrutar – med tiamin. Fåglarna fick injektioner med tiamin i bröstmuskeln och de allra flesta svarade positivt på behandlingen. Alla synliga symtom försvann hos de botade fåglarna. Några var dock så sjuka att de dog trots behandlingen, vilket inte är ovanligt vid långt gången tiaminbrist.

Efter att ha visat att det var tiaminbrist som drabbat fåglarna började vi kartlägga problemets omfattning och geografiska spridning. Vi undersökte till att börja med drygt 800 döende och döda fåglar som hittats i södra Sverige och kunde konstatera att mer än hälften av dem hade symtom på tiaminbrist. Bland de undersökta fåglarna fanns 36 arter, och tecken på tiaminbrist förekom hos 28 av dessa arter (78 procent). Flera olika typer av fåglar fanns med bland de drabbade arterna, till exempel trutar, måsar, gäss, änder, vadare, skarvar och rallar. Några av arterna – främst gråtrut, stare och ejder – undersöktes genom omfattande kemiska och biokemiska analyser, som alla visade att dessa arter led av tiaminbrist.

I vår senaste studie visar vi att tiaminbrist förekommer över stora delar av norra halvklotet – från Nordamerikas västkust till Östersjön, via de stora sjöarna på gränsen mellan USA och Kanada och via Atlanten och Island. Dessutom lägger vi ytter-

KOMPENSATIONSODLING

● **Vattenkraftsutbyggnaden av flera av våra svenska älvar har medfört att lax och havsöring inte längre kan nå sina ursprungliga lek- och uppväxtområden. Som kompensation är vattenkraftbolagen ålagda att odla och sätta ut lax och havsöring i dessa älvar. De odlade fiskarna vandrar efter utsättningen, precis som vildproducerad fisk, ut i hav eller sjö för tillväxt.**



De svarta pigmentfläckarna på regnbågshinnan antas bero på störd ämnesomsättning vid tiaminbrist. Så vitt vi vet leder själva fläckarna inte till några problem. Även näthinnan kan dock drabbas av fläckar, vilket troligtvis bidrar till nedsatt syn och blindhet.

ligare arter till den redan långa listan över drabbade djur, bland annat ål och blåmussla.

En annan mycket viktig upptäckt är att tiaminbristen förekommer episodiskt, det vill säga att den drabbar djuren under en tid i ett område, kanske något eller några år, varefter den tillfälligt försvinner och sedan återkommer. Det talar emot klassiska miljögifter som orsak till tiaminbristen, eftersom dessa inte varierar på det sättet i miljön.

Både den amerikanska och den europeiska ålens bestånd har minskat dramatiskt sedan 1980-talet. De låga nivåerna av tiamin i ålen kan vara en av orsakerna till att det i dag bara finns några enstaka procent kvar av de förr så stora ålbestånden.

På senare år har även blåmusslorna minskat på olika platser i Östersjön – och ejdern likaså. Vi har visat att ejderns tiaminbrist med största sannolikhet beror på för lite tiamin i blåmusslorna, ejderns huvudsakliga föda. Det är fullt möjligt att tiaminbristen har orsakat nedgången hos både ejder och blåmussla. Förklaringen skulle kunna finnas ett steg längre ner i näringskedjan – hos de plankton som musslorna äter. Detta återstår att undersöka.

Det är naturligtvis allvarligt när djur dör i sådan omfattning att bestånden minskar, som i fallet med gråtrutarna, ejdrarna och ålarna i Östersjön. Men vår forskning visar att tiaminbristen även har subletala effekter, det vill säga effekter som i sig inte är direkt dödliga men som ändå bidrar till att bestånden efter hand minskar. ➤



Uppspolade döda blåmusslor på en strand i Blekinge.



Blåmusslan är det första ryggradslösa djuret där tiaminbrist har påvisats.

SÅ UPPTÄCKTES TIAMINBRISTEN

1974

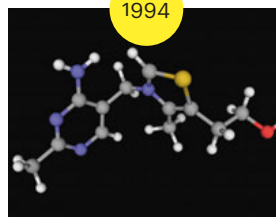


Första dokumenterade observationen av yngeldödlighet hos lax i Sverige.

1982

Första dokumenterade observationen i Sverige av begränsad dödlighet med typiska symtom hos fåglar i fält.

1994



Den kanadensiske forskaren John D. Fitzsimons upptäcker att behandling med höga doser av tiamin räddar laxyngel från att dö. Upptäckten publiceras 1995.

1998



Vår forskargrupp visar att injektion av den normala fysiologiska mängden av tiamin i laxägg med tiaminbrist räddar ynglen från att dö.

2000



Första rapporterna om typiska symtom och omfattande dödlighet bland kolonihäckande sjöfåglar under häckningstiden i Sverige. "Fågeldöden" blir ett begrepp.

2004



Vår forskargrupp vid Stockholms universitet börjar arbeta heltid med att undersöka tiaminbristen hos vilda djur.

2009

Första artikeln som biokemiskt och systematiskt påvisar tiaminbrist hos fåglar i Europa.

2016

Första artikeln som visar att tiaminbrist förekommer hos vilda djur över stora delar av norra halvklotet.

➤ Viktiga subletala effekter kopplade till tiaminbristen är minskad tillväxt, förändrade organstorlekar, allmänt försämrade näringsstatus, försämrade blodvärden, infektioner, förändrat beteende, försämrade simförmåga och kraftiga störningar av fortplantningen. Kopplingen mellan dessa effekter och tiaminbrist har tidigare visats hos flera olika arter av försöksdjur på laboratoriet, men nu således även hos vilda djur i fält. Detta stärker våra slutsatser om tiaminbrist hos de vilda djuren.

Tiamin är ett livsnödvändigt ämne i alla levande celler. Tiamindifosfat – som är en särskild form av tiamin – behövs för funktionen hos åtminstone fem olika tiaminberoende enzymer, som alla reglerar viktiga kemiska reaktioner i den grundläggande ämnesomsättningen. Exempel på reaktionsvägar där tiaminberoende enzymer ingår är citronsyracykeln och hexosmonofosfat-shunt, som båda ingår i omsättningen av kolhydrater och bland annat förser cellerna med energi.

Att klara sig utan tiamin är omöjligt och man blir mycket sjuk när tiamin fattas i maten. En av de första studierna som visade detta – för nära hundra år sedan – handlade om duvor som fick äta polerat ris, där just det som polerats bort verkade innehålla något som var viktigt för hälsan. Ämnet renades fram och fick namnet tiamin, eftersom det innehöll svavel (*theion* på grekiska). Ett annat tidigt namn var aneurin, då man även observerade att ämnet var mycket viktigt för olika neurologiska funktioner. Så småningom blev det också benämnt vitamin B₁, på grund av att det var ett av de först upptäckta vattenlösliga vitaminerna.

Hos människan leder tiaminbrist till en sjukdom som kallas beriberi. Den har en bred symtombild som omfattar effekter på nervsystemet, störningar i flera organ (inklusive hjärt-kärlförändringar), försämrade reproduktion och undernäring. Faktum är att man än i dag gör nya upptäckter av hur olika biologiska system i människors och djurs kroppar påverkas av just tiaminbrist.

Allt tiamin produceras av växterna, samt vissa svampar och bakterier. Djuren måste alltså få i sig tiamin via maten. Hur kan man då ta reda på orsaken till tiaminbristen?

Den biogeokemiska miljön är i dag starkt påverkad av människan, både direkt, genom utsläpp av miljögifter och näringsämnen, och indirekt, genom förändrade biogeokemiska kretslopp. I ett historiskt perspektiv är den nuvarande omfattningen av människans påverkan på naturen enorm, till exempel i form av alla industriellt framställda kemikalier som släpps ut i miljön. Detta gör att sökandet efter tiaminbristens orsak måste ske i flera steg. Innan man kan börja testa olika misstänkta ämnen måste man först ta reda på vilka arter, nivåer i näringsväven och

8 STEG MOT DÖDEN – TYPISKA TECKEN PÅ TIAMINBRIST HOS STORA FÅGLAR

- 1
Oförmåga att hålla vingarna tätt intill kroppen vid vila: "hängande vingar".
- 2
Förlorad flygförmåga, men fåglarna kan fortfarande gå och springa.
- 3
Förlorad aptit, men fåglarna kan fortfarande dricka och svälja utan problem. Ansträngd andhämtning och gradvis förlust av benstyrka. Fågeln försöker krypa genom att använda vingarna och näbben.
- 4
Total förlamning av vingar och ben. Förlust av styrkan i näbben. Diarré. Tvångsmatning leder ofta till kräkning.
- 5
"Stjärntittarbeteende" (tillbakaböjd nacke) och darrningar.
- 6
Kramper, konvulsioner och förlust av muskelkoordinationen.
- 7
Medvetlöshet.
- 8
Död.



När benen blir förlamade försöker fåglarna ofta använda vingarna för att ta sig fram.

geografiska områden som är drabbade och hur tiaminbristen varierar över tid, vilket vi nu till stor del har gjort.

Nästa steg är att finna mekanismen bakom tiaminbristen, till exempel för lite tiamin i djurens föda. Först därefter kan man börja söka efter den yttersta orsaken. Det återstår alltså en hel del arbete innan vi säkert kan säga vad tiaminbristen beror på.

När det gäller samhällets syn på tiaminbristproblemet är det intressant att jämföra med de klassiska miljögifterna som DDT, PCB, dioxiner, bromerade flamskyddsmedel och andra långlivade och giftiga organiska ämnen. Trots att allvarlig tiaminbrist har observerats sedan början av 1970-talet, så har den allra mesta forskningen handlat om direkt dödlighet och inte om subletala effekter. Det påminner starkt om hur man såg på effekterna av miljögifter under perioden 1950–70, då

man nästan uteslutande studerade direkt dödlighet.

Det var inte förrän i mitten av 1960-talet som man började uppmärksamma subletala effekter och insåg att giftverkan förekom vid koncentrationer som kunde vara flera tiopotenser lägre än de som var direkt dödliga. Det blev då uppenbart att problemen var mycket allvarligare än man tidigare hade insett, precis det som gäller för tiaminbrist nu.

Det är välkänt att bestånd förlorar mycket av sin genetiska variation när de passerar en flaskhals i och med att de kraftigt minskar. Trots att förlust av biologisk mångfald mycket väl kan vara det allvarligaste hotet mot livet på jorden just nu, så har förhållandevis få forskare försökt uppskatta den relativa betydelsen av olika faktorer som bidrar till detta problem. Bland



Tiaminbrist har även påvisats hos amerikansk alligator.

faktorer som har föreslagits finns förlust av livsmiljöer, global uppvärmning och brist på föda – dock påfallande ofta utan specifika vetenskapliga referenser.

Även om förlust av livsmiljöer och global uppvärmning utgör allvarliga problem, så är de än så länge otillräckliga för att förklara den redan pågående förlusten av biologisk mångfald. Till exempel fanns det fram till 1986 ett samband mellan förändringar i jordbrukslandskapet och beståndsminskningar hos fågelarter knutna till denna miljö, men inte under de senaste 30 åren. Här måste

man alltså söka andra förklaringar, och tiaminbrist är en stark kandidat.

Exempel på arter där tiaminbrist har påvisats biokemiskt:

- Blåmussla
- Atlantlax
- Havsöring
- Kanadaröding
- Regnbåge
- Hundlax
- Kungslax
- Silverlax
- Europeisk ål
- Amerikansk ål
- Strömming
- Kanadagås
- Ejder
- Havstrut
- Gråtrut
- Fiskmåås
- Skrattnåås
- Stare
- Kråka
- Amerikansk alligator

Man ska också komma ihåg att riskerna med global uppvärmning främst ligger i framtiden. Ökningen av den globala medeltemperaturen mellan 1951 och 2010 är i intervallet 0,6–0,7 grader, vilket är väsentligt mindre än de förväntade framtida temperaturökningarna. Det kan därför vara dags att omvärdera betydelsen av olika faktorerers bidrag till de omfattande beståndsminskningar som pågår just nu – och som ibland anses utgöra det sjätte massutdöendet.

Från 1970 till 2010/2012 minskade antalet individer av jordens landlevande och marina ryggradsdjur med hälften, och från 1950 till 2010 minskade antalet individer av havsfåglarna med 70 procent. I ljuset av de forskningsresultat som nu framkommit är det inte osannolikt att tiaminbrist är en viktig bidragande faktor till denna katastrofala utveckling och att orsaken måste sökas på den kemiska och biokemiska nivån. ●



Om forskaren:

➔ Tomas Hansson ingår i Biologiska effektgruppen vid Institutionen för miljövetenskap och analytisk kemi (ACES) på Stockholms universitet. Gruppen undersöker skadliga biologiska effekter av miljögifter.

Sedan 2004 arbetar gruppens nästan uteslutande med tiaminbrist hos vilda djur, med hjälp av bland annat kemiska och biokemiska analysmetoder som är nödvändiga för att kunna ställa säkra diagnoser.

Två av de viktigaste publiceringarna är "Wild birds of declining European species are dying from a thiamine deficiency syndrome" (PNAS 2009) och "Widespread episodic thiamine deficiency in Northern Hemisphere wildlife" (Nature 2016).