

Förekomst av kontaminanter i importerad fisk

– En litteraturstudie

Occurrence of contaminants in imported fish

– A literature study

Attal Arzoomand



Institutionen för livsmedelsvetenskap

Självständigt arbete i biologi- kandidatarbete, 15 hp, G2E

Agronomprogrammet - livsmedel

Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap, nr 396

Uppsala, 2014

Förekomst av kontaminanter i importerad fisk

En litteraturstudie

Attal Arzoomand

Handledare: Jana Pickova SLU, Institutionen för livsmedelsvetenskap

Btr handledare: Emma Ankarberg SLV, Rickard Bjerselius SLV

Examinator: Lena Dimberg SLU, Institutionen för livsmedelsvetenskap

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronom - Livsmedel

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2014

Omslagsbild: SLV

Serietitel: Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap
nr: 396

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Dioxin, PCB, kvicksilver, kadmium, odlad, vild

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för livsmedelsvetenskap

Abstract

A literature review of contaminants; cadmium, methylmercury, dioxins, and PCB, for eleven different fish species (Greenland halibut, gilt headed bream, sea bass, wolffish, hoki, ocean perch, angler, Nile perch, pangasius, red snapper and tilapia) that were selected in concurrence with the National Food Administration. The result can be used by the National Food Administration to gain further knowledge about the different fish species to be able to continue to give advice to varied risk category and the public. The gilt headed bream and sea bass were the only fishes whose values for mercury exceeded the limit of 0,5 mg/kg (EU Reg. 1881/2006). In the angler, Nile perch and pangasius the mean value of mercury didn't exceed the limit, however in some individuals the mercury content did exceed what is allowed. Regarding Greenland halibut and red snapper insufficient data was found to draw any conclusions. For the ocean perch no data was found.

Sammanfattning

Detta arbete är en litteratursammanställning av kontaminanterna kadmium, metylkvicksilver, dioxiner och PCB, i elva olika fiskarter (blåkveite, guldsparid, havsaborre, havskatt, hoki, större kungsfisk, marulk, nilaborre, pangasius, röd snapper och tilapia) som har valts ut tillsammans med Livsmedelsverket. Resultatet kan användas av Livsmedelsverket för att få mer kunskap om fiskarterna för att i fortsättningen kunna ge råd till personer i olika riskgrupper och allmänheten. Den kontaminanten, vars förekomst i de undersökta fiskarterna var anmärkningsvärd är kvicksilver. Guldsparid och havsaborre var de enda fiskarterna som överskred gränsvärdet för kvicksilver 0,5 mg/kg (EU Reg. 1881/2006). I marulk, nilaborre och pangasius överskreds inte medelhalten av kontaminantens gränsvärde, men i vissa prover var halterna högre än tillåtet. Gällande blåkveite, röd snapper och större kungsfisk hittades det inte tillräckligt med underlag för att dra några slutsatser. De övriga kontaminanternas förekomst i dessa fiskarter hamnade under gränsvärdet (EU Reg. 1881/2006).

Innehållsförteckning

Abstract	3
Sammanfattning.....	3
2 Metod.....	5
3 Gifter och gränsvärden	6
3.1 Kadmium	6
3.2 Kvicksilver	6
3.3 PCB och dioxiner.....	7
3.4 Lagstiftning.....	7
3.5 Gränsvärden, tolerabla intag och kostråd.....	8
4 Utvalda fiskar	9
4.1 Blåkveite.....	9
4.2 Guldsparid	9
4.3 Havsabborre.....	9
4.4 Havskatt.....	9
4.5 Hoki	10
4.6 Större kungsfisk	10
4.7 Marulk	10
4.8 Nilabborre.....	10
4.9 Pangasius	10
4.10 Röd snapper	11
4.11 Tilapia.....	11
5 Resultat och diskussion.....	11
5.1 Blåkveite.....	11
5.2 Guldsparid	12
5.4 Havskatt.....	15
5.5 Hoki	15
5.6 Större kungsfisk eller uer.....	15
5.7 Marulk	16
5.8 Nilabborre.....	16
5.10 Röd snapper	18
5.11 Tilapia.....	19
6 Slutsats.....	19
Tack	20
7 Referenslista	21
Bilaga 1.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Bilaga 2.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Bilaga 3.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Bilaga 4.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.

1 Introduktion

I Sverige är fisk vanligt och starkt förknippad med svenska traditioner som midsommar, påsk och jul, då sillen brukar hamna på bordet. Sverige är rikt på insjöar och har uppemot 87 000 insjöar där många olika fiskarter lever (Svensk Fisk, 2007). Livsmedelsverket (2014b) råder vuxna och barn att äta 2-3 portioner fisk i veckan, varav en portion motsvarar 100-150 g fisk. Livsmedelsverket ger också råd angående vilka fiskar som bör undvikas, framförallt för barn och fertila kvinnor, då en del fiskar kan innehålla förhöjda halter av tungmetaller, PCB och dioxiner (SLV, 2014c).

Enligt Livsmedelsverket (2014b) äter idag en av tre vuxna minst två portioner fisk i veckan. Fisk innehåller essentiella fettsyror, vitaminer och mineraler som omega 3 fettsyror (EPA och DHA), vitamin D, jod och selen (SLV, 2014b). Vitamin D är särskilt viktigt för nordbor eftersom ljus behövs för bildning av vitamin D i huden (Lanham-New et al., 2011). Under vinterhalvåret bildas inte vitamin D i samma utsträckning då den strålning som krävs för att vitaminet ska bildas är otillräcklig. Livsmedelsverket har gjort flera intagsberäkningar av metylkvicksilver och dioxiner/PCB sedan 90-talet (Ankarberg & Grawé, 2007; Ankarberg et al., 2007). Livsmedelsverket utför också regelbundet analyser av dioxiner, PCB och tungmetaller i fisk och andra livsmedel (Cantillana & Aune, 2012; Sundström & Jorhem, 2010) och ur dessa studier sett förhöjda halter av PCB, dioxiner och tungmetaller.

I Sverige förändras marknaden tillsammans med den internationella marknaden, då den påverkas av den fria rörligheten bland medlemsländerna i EU. Import från andra länder ökar, vilket leder till att nya fiskarter börjar förekomma och säljas i Sverige (Ankarberg, personlig kommunikation). Syftet med arbetet är att undersöka gifter i nya fiskarter som förekommer i Sverige för att Livsmedelsverket ska få en större överblick över dessa fiskarter och kunna ge aktuella råd till barn och fertila kvinnor om vilka fiskarter man inte bör äta för ofta. De importerade fiskarter som undersöks är blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*), guldsparid (*Sparus aurata*), havsabborre (*Dicentrarchus labrax*), havskatt (*Anarhichas lupus*), hoki (*Macruronus novaezelandiae*), större kungsfisk (*Sebastes norvegicus*), marulk (*Lophius piscatorius*), nilabborre (*Lates niloticus*), pangasius (*Pangasius hypophthalmus*), röd snapper (*Lutjanus campechanus*) och tilapia (*Oreochromis niloticus*). De kontaminanter som är i fokus för denna rapport är kadmium, kvicksilver, dioxiner och PCB. Resultatet baseras på sammanställningar av data för nyare fiskarter som importeras till Sverige. Resultatet i rapporten kan sedan användas som underlag för att ge råd till barn och fertila kvinnor om vilka fiskarter som bör undvikas i Sverige eller utomlands.

2 Metod

För denna rapport har all data tagits ur de studier som var åtkomliga genom sökmotorn "Primo" på SLUs bibliotekshemsida, men användningen var begränsad då det fanns tidskrifter som SLU inte prenumererade på. Intressanta studier som inte kunde nås genom sökmotorn beställdes manuellt genom SLUs bibliotek. Sökningen gjordes på engelska då i det närmaste alla studier är skrivna på engelska. De sökord som användes var fiskarternas latinska namn och namnen på kontaminanterna. För kvicksilver användes både metylkvicksilver och kvicksilver. För dioxiner användes även PCDD och PCDF i sökningen.

De fiskarter som valdes baserades på Growth of Knowledge (GFK, 2009) marknadsstatistik, reklamblad i en dagstidning för en vanlig fiskhandel och de

frågor som har dykt upp i Upplysningen hos Livsmedelsverket (Ankarberg, personlig kommunikation).

3 Gifter och gränsvärden

De gifter som är i fokus i denna rapport är kadmium, kvicksilver, PCB, dioxiner och dioxinliknande PCB. Kadmium och kvicksilver är tungmetaller, som vid höga koncentrationer är skadliga (EFSA, 2009; 2012), medan PCB och dioxiner är polyklorerade organiska föreningar, som liksom kadmium och kvicksilver är skadliga i höga koncentrationer (Ankarberg et al., 2007).

3.1 Kadmium

Kadmium finns naturligt i jorden och kan även tillföras bl.a. genom gödsel användning (EFSA, 2009). Kadmium når insjöar och hav genom regnvatten och innebär att det som påverkar vattnet i hav och insjöar mycket är miljön i närheten; t.ex. jordarna och närliggande industriverksamhet (t.ex. metall- och gruvindustri). Halveringstiden för kadmium är mellan 10 och 30 år i biota. Kadmium ackumuleras i större grad hos stora rovfiskar och skaldjur som befinner sig högre upp i näringskedjan. Tungmetallen ansamlas framförallt i levern och njurarna hos människan. Det är känt att kadmium är skadligt för njurarna och skelettet, och på sikt försämrar njurfunktionen samt kan orsaka avmineralisering i benvävnaden. Kadmium klassificeras även som ett cancerogent ämne, då det inhiberar DNA-reparerande funktioner i kroppen. Enligt EFSA (2009) ligger det tolerabla veckointaget (TWI) för kadmium hos människan på 2,5 µg/kg kroppsvikt. TWI grundar sig på epidemiologiska studier som EFSA utvärderat och de halter som fanns i urinen hos kvinnor som var ca 50 år gamla.

3.2 Kviksilver

Kviksilver är en tungmetall som finns naturligt i jorden och har ökat i flera områden p.g.a. människans inverkan (Spaeth et al., 2010). Kviksilver har använts inom industrin vid tillverkning av bl.a. lampor och papper. Förbränning av fossila bränslen och gruvdrift är också källor som har förorenat insjöar och hav med kvicksilver. Det kvicksilver som finns i luften följer med regnvattnet och når därigenom insjöar och hav (Mozaffarian & Rimm, 2006). Kviksilver ackumuleras i fisk och de högsta halterna finner man i äldre, stora rovfiskar. I insjöar och hav kan kvicksilver omvandlas till metylkvicksilver, som är den fettlösliga och organiska formen av kvicksilver. Den organiska formen av kvicksilver ansamlas i högre grad i muskler jämfört med kadmium och oorganisk kvicksilver (Spaeth et al., 2010). Metylkvicksilver har även en förmåga att binda till sulfhydryl och har därför lätt att binda till proteiner eller andra ämnen med sulfhydryl (Kerper et al., 1992). Enligt EFSA (2012) består 80-100 % av allt kvicksilver i fisk av metylkvicksilver, medan det hos skaldjur uppgår till 50 %. EFSA:s panel antog i sin riskvärdering att 100 % av det kvicksilver som finns i fisk är metylkvicksilver. Kviksilver skadar lever, njurar och är neurotoxiskt och skadar det centrala nervsystemet (EFSA, 2012). Foster och små barn är känsligare för kvicksilverexponering då hjärnan är under utveckling vid tidig ålder. Enligt EFSA (2012) ligger det tolerabla veckointaget för metylkvicksilver på 1,3 µg/kg kroppsvikt, vilket är lägre än TWI bestämt av *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), som ligger på 1,6 µg/kg kroppsvikt. Det TWI-värde som EFSA tagit fram ska inte ge några negativa hälsoeffekter för barn eller foster. TWI-värdet är baserat på djurstudier och epidemiologiska studier på barn på Färöarna.

3.3 PCB och dioxiner

PCB och dioxiner är polyklorerade föreningar (SLV, 2014a). Dioxiner är ett samlingsnamn för polyklorerade dibenzodioxiner (PCDD) och polyklorerade dibenzofuraner (PCDF). Dioxiner är främst biprodukter som oavsiktligt har bildats vid olika industriella processer; t.ex. metallproduktion, blekning av papper och raffinering av olja. Dioxiner kan även förekomma naturligt i miljön efter bränder eller mikrobiologisk inverkan (Berntssen et al., 2012). Föreningarna har ofrivilligt spridits till miljön på grund av människans inverkan. PCB har medvetet tillverkats för användning inom pappersmassindustrin, industriell färg, plast och flamskyddsmedel etc. (Berntssen et al., 2012). De olika polyklorerade föreningarnas ursprung är anledningen till att dioxiner i miljön inte minskat i lika stor utsträckning som PCB efter att de har förbjudits i många länder sedan 70-talet (SLV, 2014a). PCB och dioxiner är fettlösliga och har förmågan att ackumuleras i stora mängder i sediment, men även i biota, t.ex. i fiskar som är feta och lever länge, framförallt större rovfiskar. Föreningarna består av minst två aromatiska ringar där klor kan binda på olika positioner som får föreningarna att se olika ut med avseende på position och antal kloratomer, s.k. kongener ("varianter"). Alla kongener är inte lika toxiska. Toxiciteten för dioxiner mäts i *Toxic Equivalents* (TEQ), där olika kongeners giftighet viktas och läggs samman. TEQ tas fram genom att varje kongen ges en "giftighetsfaktor" (TEF) i förhållande till TCDD (2,3,7,8-tetraklordibenzo-p-dioxin), den mest giftiga dioxinen. Dessa TEF multipliceras sedan med halten för varje kongen och ett samlat TEQ erhålls (SLV, 2014a). Detta gör att den totala toxiciteten hos en blandning kan räknas fram.

Det finns 75 st olika kongener (varianter) av dioxiner (PCDD) och 135 olika kongener av furaner (PCDF) (SLV, 2014a). Kongenerna skiljer sig åt med avseende på antal kloratomer, som kan variera mellan en och åtta, samt kloratomernas placering i molekylen. Den giftigaste kongenen, och den mest studerade, är TCDD (SLV, 2014a). Utav dioxinerna är det 17 olika PCDD- och PCDF-kongener som fått ett TEF-värde och som brukar analyseras i livsmedel, djur och människor, då dessa anses vara mest toxiska. Dioxiner är cancerogena och påverkar våra reproduktionsorgan, immunsystemet och hormonsystemet vilket har visats i flera djurstudier. Det finns ett framtaget tolerabelt dagligt intag (TDI) på 2 pg/kg kroppsvikt, alltså ett TWI-värde på 14 pg/kg kroppsvikt. Värdet baseras på djurstudier och epidemiologiska studier på människor med en säkerhetsmarginal som är endast 10 gånger högre jämfört med det lägsta värdet som gav negativa effekter på råttor (EU-SCF, 2001).

PCB är polyklorerade bifenyler och förekommer i 209 olika kongener. Av dem är det 18 kongener som är mest förekommande och de delas in i två grupper; dioxinlika (DL-PCB) (förekommer i tolv varianter och har egenskaper liknande dioxinernas (Berntssen et al., 2012)) samt de icke-dioxinlika PCB. De dioxinlika PCB har TEF-värden, vilket gör att de kan jämföras med PCDD och PCDF. De icke-dioxinlika PCB består av sex kongener, vilka betecknas 28, 52, 101, 138, 153 och 180. Dessa icke-dioxinlika PCB används som indikatorkongener eftersom de står för majoriteten av de PCB som hittas i fisk (EFSA, 2005). PCB användes mycket under 30-talet, men har förbjudits i många länder under 70- och 80-talen (Berntssen et al., 2012). PCB är cancerogent och påverkar även levern, sköldkörteln, immunförsvaret och reproduktionsorganen (EFSA, 2005). EFSA:s panel har inte kunnat ta fram något TDI för icke dioxinlika PCB eftersom de olika kongenerna har olika toxiska verkningsmekanismer.

3.4 Lagstiftning

Fastställda gränsvärden för dessa ämnen i olika fiskarter finns i Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006. De gränsvärden som finns gäller för den ätbara

delen av fisken. Fiskar som överskrider dessa gränsvärden får inte släppas ut på marknaden, detta för att skydda konsumenterna mot hög exponering och ge en större likhet i lagstiftningen mellan gemenskapsländerna och därmed minska snedvridning i marknaden. Dessa gränsvärden sätts enligt ALARA-principen (*As Low As Reasonably Achievable*) och ska vara så låga som det rimligtvis är möjligt att åstadkomma (EU Reg. 1881/2006).

Tabell 1. Gränsvärden för kvicksilver, kadmium, dioxiner och PCB som är listade i kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 för de utvalda fiskarterna.

Fiskar	Kvicksilver (mg/kg våtvikt)		
Marulk (<i>Lophius spp</i>) Havskatt (<i>Anarhichas lupus</i>)	1,0		
Resterande fiskar i rapporten	0,5		
Fiskar	Kadmium (mg/kg våtvikt)		
Alla fiskar i rapporten	0,05		
Fiskar	PCB ICES-6 (ng/g våtvikt)	Dioxiner och dioxinlika PCB, WHO-PCDD/F-TEQ (pg/g våtvikt)	Dioxiner WHO-PCDD/F-TEQ (pg/g våtvikt)
Nilabborre (<i>Lates niloticus</i>) Pangasius (<i>Pangasius hypophthalmus</i>) Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	125	6,5	3,5
Resterande fiskar i rapporten	75	6,5	3,5

3.5 Gränsvärden, tolerabla intag och kostråd

EFSA och WHO har tagit fram tolerabla veckointag (TWI) för dioxinlika PCB, dioxiner (EU-SCF, 2001), kadmium (EFSA, 2009) och kvicksilver (EFSA, 2012). Det tolerabla veckointaget är 2 µg/kg för kadmium, 1,3-1,6 µg/kg för metylkvicksilver och 14 pg WHO-TEQ/kg för dioxiner och dioxinlika PCB. Dessa är de högsta mängderna som vi kan utsätta oss för varje vecka under hela livet och samtidigt undvika de negativa hälsoeffekterna.

Gränsvärdena är lagstadgade gränser för halter av gifter i fisk. De är satta för att både skydda folkets hälsa och för att inte helt slå ut marknaden för medlemsländerna inom den europeiska unionen (EU Reg. 1881/2006). För vissa fiskarter har gränsvärdet för kvicksilver höjts från 0,5 mg/kg till 1 mg/kg eftersom de arterna ofta ansamlar större mängder kvicksilver, men den statliga myndigheten i landet får samtidigt ge begränsade kostråd till medborgaren om att undvika dessa fiskarter. Skälet till att ge begränsande råd är att ett gränsvärde på 1,0 mg/kg inte skyddar mot skadliga effekter på hälsan. Istället hindrar ett gränsvärde mot att fisk med mycket höga halter når marknaden. Ett gränsvärde på 0,5 mg/kg skyddar inte heller mot hälsan, då även det är för högt för att man inte ska överskrida det tolerabla veckointaget om man ska äta fisk enligt SLVs (2014b) kostråd. SLV anger att barn och vuxna bör äta fisk 2-3 gånger i veckan. För en person som väger 70 kg räcker det med två portioner fisk á 100-150 g för att överskrida det tolerabla veckointaget om fisken innehåller ca 0,45 mg/kg metylkvicksilver (dvs halter under det lägre gränsvärdet för metylkvicksilver). Alltså är det konsumtionsfrekvensen som har betydelse för intaget av kontaminanter snarare än det gällande gränsvärdet. Samma princip gäller för kadmium, dioxiner och PCB.

4 Utvalda fiskar

De 11 fiskarter som har valts baseras på GfKs (2009) marknadsstatistik och Livsmedelsverkets behov av att få en överblick över nya fiskarter som importerats till EU från tredje världens länder. En haltdatasammanställning på fler fiskarter behövs, då mängden ovanligare fisk på marknaden ökar och kravet på information från konsumenterna om dessa fiskar ökar (Ankarberg, personlig kommunikation). Livsmedelsverket har lite eller ingen information om kvicksilver, kadmium eller dioxiner/PCB i flera av dessa fiskar. I GfKs marknadsstatistik (2009) finns havskatt, hoki, marulk, pangasius och tilapia inräknade. De fem fiskarna utgjorde tillsammans 8,8 % av alla färska fiskarter sålda på marknaden i Sverige. Av dessa står havskatt för 0,7 %, hoki 21,7 %, marulk 1,2 %, pangasius 73 % och tilapia 2,6 %. Även för arterna blåkveite, guldsparid, havsabborre, kungsfisk, nilabborre och röd snapper får Livsmedelsverket många förfrågningar om halter av gifter och kostråd.

4.1 Blåkveite

Blåkveite, eller så kallad liten hälleflundra, är en plattfisk som förekommer i norra Atlanten nära Kanada, Grönland, Island, Skottland och i Barents hav, men även i Stilla havet nära Japan eftersom den söker sig till kalla områden där temperaturen är under 6°C (FAO, 2014e). Levnadsdjupet för blåkveite är mellan 1 och 2000 m, men den föredrar vattendjup mellan 500 och 1000 m. Fiskens maximala storlek är 120 cm, men den vanligaste längden är 56 cm. Den maximala vikten är 45 kg, men den vanligaste vikten ligger mellan 11 och 25 kg. Den längsta rapporterade livslängden är 30 år (Luna, 2014f). Födan består av skaldjur och andra mindre fiskar. Blåkveite är en fet fisk med en fetthalt som kan vara mellan 10,4 och 11,8 % (Ferandes et al., 2009; Kaaren et al., 2011).

4.2 Guldsparid

Guldsparid, eller guldbraxen, finns i södra Sverige, men är vanligare i och i närheten av Medelhavet, och finns även i Svarta havet (FAO, 2014f). Fiskens levnadsdjup ligger mellan 1 och 150 m, men den föredrar djup närmare 30 m nära kuster, förutom under leken som sker längre ut i havet. Maxlängden är 70 cm, och maximala vikten ligger på 17,2 kg (Pappasissi, 2014), men vanligen väger den runt 1 kg och längden är mellan 33 och 40 cm (Svensk Fisk, 2007). Guldsparid ligger långt ned i näringskedjan, då födan mest består av mindre skaldjur (FAO, 2014f). Det är vanligt att odla guldsparid i Medelhavet. Den kommersiella vikten ligger på minst 350 g, vilket motsvarar en ålder på 20 månader. Guldspariden är en fet fisk med en fetthalt mellan 9,6 och 15,9 % (Ferandes et al., 2009; Çakıroğulları et al., 2010).

4.3 Havsabborre

Havsabborren lever i hela norra Atlanten på ett djup mellan 1-100 m (Froese, 2014a). Fisken föredrar temperaturer över 8 °C och grundare vatten nära kusterna och i sjöar. Den maximala längden för havsabborre är 103 cm, men vanligare är de runt 50 cm. Den maximala rapporterade vikten är 12 kg. Havsabborrens föda är allt från insekter till skaldjur, bläckfiskar och mindre fiskar (FAO, 2014a). Det är vanligt att odla havsabborre i Medelhavet. Den kommersiella vikten ligger på minst 400-500 g, vilket motsvarar en ålder på 37 månader, men för odlade havsabborrar kan det variera mellan 18 och 24 månader. Havsabborren är en fet fisk eftersom fetthalten oftast är över 5 %, och upp till 9,46 % (Bilaga 1).

4.4 Havskatt

Havskatt eller grå havskatt, lever i norra Atlanten nära Kanada, Grönland, Island, Skottland och i Barents hav (Luna, 2014a). Levnadsdjupet kan variera mellan 1 och

600 m, men fisken hittas oftast på ett djup mellan 18 och 110 m. Den rapporterade maxlängden och -vikten är 150 cm respektive 23,6 kg, men vanligast är den mellan 50 och 60 cm lång och väger 2-4 kg (Svensk Fisk, 2007). Havskatten äter alla typer av fiskar och skaldjur eftersom den har starka käkar som klarar av att krossa skalen på musslor och krabbor. Enligt Svensk Fisk (2014a) är havskatten en mager fisk med en fetthalt runt 2,8 %.

4.5 Hoki

Hoki är en fisk som lever i sydvästra Stillahavsområdet, nära Nya Zeeland och södra Australien (Luna, 2014d). Levnadsdjupet kan variera mellan 1 och 1000 m, men fisken förekommer vanligast på ett djup mellan 200 och 700 m. Den rapporterade maximala längden och vikten är 130 cm respektive 15 kg, men längden är vanligast mellan 65 och 70 cm. Födan består främst av mindre fiskar, bläckfiskar och skaldjur. Den maximala rapporterade åldern för hoki är 25 år. Hoki är en mager fisk som enligt Svensk Fisk (2014b) har en fetthalt runt 1,9 %.

4.6 Större kungsfisk

Kungsfisk, uer eller rödfisk, förekommer i Skagerrak, Skottland, Island, Grönland och även i Barents hav (Froese, 2014b). Levnadsdjupet varierar mellan 100 och 1000 m, men den förekommer vanligtvis på ett djup mellan 100 och 500 m. Fisken trivs i ett temperatursintervall mellan 3 och 7°C. Den rapporterade maximala längden och vikten är 100 cm respektive 15 kg, men längden är vanligtvis mellan 38 och 41 cm. Födan består främst av krill och mindre fiskar. Kungsfisken växer långsamt och kan leva upp till 60 års ålder. Data rörande fetthalt saknas för den större kungsfisken.

4.7 Marulk

Marulken förekommer i södra Sverige, Skottland, Island, Grönland och i och i närheten av Medelhavet (FAO, 2014b). Levnadsdjupet kan vara så djupt som 500 m, men den förekommer även i grunda vatten nära kusterna. Den maximala längden räknas vara 200 cm, men är vanligen mellan 20 och 100 cm. Enligt Svensk Fisk (2007) kan marulken väga upp till 60 kg, men det är vanligare att den väger mellan 3 och 6 kg vid fångst. Marulk äter många olika typer av fiskar, och i vissa fall även fåglar (FAO, 2014b). Marulken kan leva upp till 20 år (Cláudia et al., 2008). Marulken är en mager fisk som kan ha en fetthalt på 2,3 % enligt Bordajandi et al. (2006). Den lägsta fångstvikten för marulken ligger på 500 g enligt ICES (2013).

4.8 Nilabborre

Nilabborren förekommer främst i och i närheten av Etiopiens floder och insjöar, men kan även hittas i floder i andra delar av Afrika (Luna, 2014b). Levnadsdjupet varierar mellan 10 och 60 m. Fisken maximala storlek och vikt kan vara upp till 200 cm och 200 kg, men är vanligast mellan 53 och 85 cm. Födan består främst av skaldjur, fiskar och insekter. Nilabborren är en mager fisk vars fetthalt enligt Ssebugere (2014) kan ligga på 2,2 %.

4.9 Pangasius

Pangasius kallas även hajmal och är en sötvattenfisk, som trivs i ett temperatursintervall mellan 22 och 26 °C (Sa-a, 2014). Pangasius förekommer i de flesta floder och insjöar i Kina, Malaysia, Thailand och Vietnam. Fiskens maximala storlek är 130 cm och den kan väga runt 44 kg. Födan består av skaldjur och växter. Fisken växer snabbt och kan väga mellan 1 och 1,5 kg efter 6 månader (FAO, 2014d). Fisken är oftast odlad i Vietnam, Kina eller Malaysia och brukar leva mellan 6 och 10 månader innan den samlas in. Pangasius från Vietnam har under de senaste fem åren flerdubblats på marknaden enligt FAO (2014d), vilket

även syns på GfKs (2009) marknadsstatistik, då pangasius är en av de mest importerade fiskarna i Sverige. Pangasius är en mager fisk som har en fetthalt runt 2 % enligt van Leeuwen (2009) och Orban (2008).

4.10 Röd snapper

Röd snapper lever i västra Atlanten, längs den mexikanska golfströmmen och även i delar av Syd- och Nordamerika (Luna, 2014c). Levnadsdjupet är mellan 30 och 130 m. Fisken kan bli upp till 100 cm lång men är oftast runt 60 cm lång. Den maximala rapporterade vikten är 22,8 kg, och den äldsta rapporterade fisken är 57 år gammal. Födan består främst av skaldjur och insekter, men även mindre fiskar. Den röda snappern är en mager fisk som har en fetthalt på 1,9 % enligt Ferandes (2009).

4.11 Tilapia

Tilapia överlever i många olika miljöer och förekommer i insjöar och floder runt om i världen (Luna, 2014e). Fisken trivs i ett temperaturintervall mellan 8 och 42 °C. Tilapia finns i länder som ligger i närheten av Kina, Afrika och Sydamerika, men även i Israel och Turkiet. Fisken lever framförallt i grunt vatten. Den kan bli upp till 60 cm lång och väga mellan 4 och 5 kg, men vanligast är den mellan 6 och 28 cm. Den äldsta rapporterade fisken är 9 år gammal. Födan består främst av växtplankton, alger och insekter (FAO, 2014c). Fisken odlas främst i Kina och samlas in när den väger runt 500 g, vilket tar mellan 5 och 8 månader, i vissa fall längre än så. Tillväxthastigheten beror på temperatur och odlingsmetoder. Tilapia är en mager fisk som kan ha en fetthalt mellan 0,5 och 3,1 %.

5 Resultat och diskussion

Det som presenteras är data på kvicksilver, metylkvicksilver, dioxiner och PCB för de 11 utvalda fiskarterna, samt om de är vilda eller odlade och deras ursprung. Sammanställning av kadmium finns i bilagorna 1-4. I bilagorna 1-4 går det även att hitta antal fiskar som har analyserats och deras fetthalter.

5.1 Blåkeite

Tabell 2. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, dioxiner och PCB i blåkeite samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL- PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
0,0179 ± 0,0071	-	-	Södra Barents hav (vild)	(Zauke et al., 1999)
0,23 ± 0,22 (0,03-1,1)	-	-	Södra Barents hav (vild)	(Kaaren et al., 2011)
-	10,61	2,32	Norra Atlanten (vild)	(Ferandes et al., 2009)

Kvicksilverhalten i blåkeite fiskad i Barrents hav varierar med levnadsdjup, längd, vikt och fettinnehållet i fisken (Kaaren et al., 2011). Kvicksilverhalten ökar med storleken och åldern och minskar vid ökad fettmängd. Anledningen till detta är att metylkvicksilver främst binder till proteiner i muskelvävnaden (Kerper et al., 1992). Enligt Kaaren et al. (2011) tenderar mängden kvicksilver i fisken att öka med levnadsdjupet. Fiskarna som var analyserade utav Kaaren et al. (2011) hade en medelålder på 19,9 år och varierade mellan 12 och 29 år, medelvikten var 3680 g och varierade mellan 1080 och 8100 g, medellängden var 70,4 cm och varierade mellan 50 och 94 cm. Dessa storlekar är normala fångststorlekar, men höga kvicksilvervärden har hittats i de större fiskarna, över 1,0 mg/kg. Över 80 % av det totala kvicksilvret i en fisk består av metylkvicksilver (EFSA, 2012). Det betyder

att i den fisk, som i studien av Kaaren et al. (2011) visades innehålla 1,1 mg/kg kvicksilver, bestod 0,88 mg/kg av kvicksilvret av metylkvicksilver. Detta innebär att metylkvicksilverhalten i studien av Kaaren et al. (2011) inte överskrider gränsvärdet på 1,0 mg/kg (Tabell 1). Alla fiskar som var analyserade av Kaaren et al. (2011) låg över den minsta tillåtna fångstvikten, som ligger på 42 cm enligt *Marine conservation society* (2013b). Kviksilverhalten i blåkveite fiskad i Barents hav är låga enligt Zauke et al. (1999). I studien av Kaaren et al. (2011) är fler individer analyserade, vilket gör den mer tillförlitlig.

Halten dioxiner enligt Ferandes et al. (2009) hamnade inte över gränsvärdet, men endast en fisk analyserades i studien och därför är studien inte tillförlitlig (Bilaga 1). Det kan behövas flera analyser i framtiden för dioxiner och PCB för blåkveite.

Halten kadmium i vild Blåkveite (Bilaga 1) låg med god marginal under gränsvärdet (Tabell 1) (Zauke et al., 1999; Kaaren et al., 2011).

5.2 Guldsparid

Tabell 3. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, metylkvicksilver, dioxiner och PCB i guldsparid samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	MeHg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL-PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
0,965 (0,284-2,54)	0,865 (0,214-2,35)	-	-	Medelhavet vid Orbetello, Italien (vild)	(Minero et al., 2013)
0,037 (0,000-0,111)	0,037	-	-	Medelhavet vid Murcia, Spanien (vild)	(Olmedo et al., 2013)
0,93 (0,238-1,622)	-	-	-	Adriatiska havet vid Kroatien (vild)	(Petra et al., 2014)
0,174 (0,132-0,205)	-	-	-	Adriatiska havet vid Kroatien (odlad)	(Petra et al., 2014)
-	-	8,2	1,48	Norra Atlanten (odlad)	(Ferandes et al., 2009)
-	-	15,45 (9,34- 22,1)	3,187* (1,87-5,22)	Turkiet (odlad)	(Çakıroğulları et al., 2010)

Totala WHO-TEQ är uträknat på TEF-värden från 1998 = *

Kviksilverhalten i två studier överskrider EUs gränsvärde för vild guldsparid (Tabell 1) (Minero et al., 2013; Petra et al., 2014). Enligt Minero et al. (2013) låg metylkvicksilvervärdet på 0,865 vilket också överskrider gränsvärdet. Den vilda guldspariden är fångad i Orbetellos östra bäck (Minera et al., 2013). Det är känt att vattnet i detta område sedan tidigare är förorenat med tungmetaller av industriella verksamheter och cinnobergruvor. De fiskar som analyserades av Minero et al. (2013) hade en medelvikt på 874 g och varierade mellan 278 och 2862 g. Medellängden var 24,9 cm och varierade mellan 16 och 39 cm. De fiskar som analyserades utav Petra et al. (2014) var fiskade i Adriatiska havet. Detta vatten har också högre halter av föroreningar som kommer ifrån industrier och gruvor. Fiskarna var fångade i tre olika områden i havet och alla tre visade höga halter. Fiskens medelvikt och -längd var 287,75 g respektive 23,75 cm. Petra et al. (2014) visade på ett kvicksilvermedelvärde på 0,93 mg/kg. Denna halt indikerar ett högt metylkvicksilver värde om mer än 80 % består av metylkvicksilver, och som då ger

över 0,75 mg/kg metylkvicksilver (EFSA, 2012). Vild guldsparid i Medelhavet, nära Spaniens kust, har låga koncentrationer av metylkvicksilver enligt Olmedo et al. (2013).

Dioxin- och dioxinliknande PCB-halten enligt Çakirogullari et al. (2010) är uträknat med TEF från 1998 och får därför ett högre TEQ-värde än om de gällande TEF-värdena hade använts, då de äldre TEF-värdena från 1998 är 10-25 % högre än TEF-värden från 2005 (van den Berg et al., 2006). Dioxinmedelvärdet låg på 0,497 pg/g WHO-TEQ och varierade mellan 0,29 och 0,7 pg/g. Dessa fiskar vägde mellan 350 och 407 g. Guldsparid är en fet fisk med fetthalt mellan 9,6 och 15,9 % (bilaga 1) och har därför lättare att ansamlas dioxiner och PCB då dessa ämnen är fettlösliga. De odlade fiskarna som fick ett totalt WHO-TEQ värde på 3,187 (baseras på det gamla WHO-TEQ från 1998) får anses vara högt då dessa fiskar inte heller var större än 500 g och inte äldre än 18 månader (Çakirogullari et al., 2010). Odlad guldsparid analyserad av Ferandes et al. (2009) har låg koncentration av dioxiner, PCB och dioxinliknande PCB, men endast en fisk analyserades i studien och därför är studien inte tillförlitlig (Bilaga 1).

Kadmiumhalterna i vild och odlad guldsparid (Bilaga 1) är låga enligt Olmedo et al. (2013) och Petra et al. (2014).

5.3 Havsabborre

Tabell 4. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, metylkvicksilver, dioxiner och PCB i havsabborre samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	MeHg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL-PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
1,14 (0,355-1,58)	0,971 (0,341-1,53)	-	-	Medelhavet vid Orbetello, Italien (vild)	(Minero et al., 2013)
0,079 (0,020-0,121)	0,079	-	-	Medelhavet vid Murcia, Spanien (vild)	(Olmedo et al., 2013)
0,862 (0,260-1,310)	-	-	-	Adriatiska havet vid Kroatien (vild)	(Petra et al., 2014)
0,173 (0,081-0,289)	-	-	-	Adriatiska havet vid Kroatien (odlad)	(Petra et al., 2014)
-	-	3,85 ± 2,35	1,31 ± 1,26**	Medelhavet vid Orbetello, Italien (vild)	(Grazia et al., 2007)
-	-	7,02 ± 2,79	2,69 ± 0,884**	Medelhavet vid Orbetello, Italien (odlad)	(Grazia et al., 2007)
-	-	25,14	3,71	Norra Atlanten (vild)	(Ferandes et al., 2009)
-	-	8,27	1,46	Norra Atlanten (odlad)	(Ferandes et al., 2009)
-	-	7,087 (3,05-9)	1,39* (0,6-1,91)	Turkiet (odlad)	(Çakirogullari et al., 2010)

Totala WHO-TEQ är uträknat på TEF-värden från 1998 = *

Endast dioxinliknande PCB = **

Kvicksilverhalten i två av studierna överskrider EUs gränsvärde för vild havsabborre (Minero et al., 2013; Petra et al., 2014). Havsabborren är fiskad i

samma områden som guldspariden och innehåller därför av samma anledning som guldspariden höga halter av kvicksilver. De fiskar som var analyserade av Minera et al. (2013) hade en medelvikt på 374 g och varierade mellan 269-636 g. Medellängden var 22,2 cm och varierade mellan 20-28 cm. De fiskar som var analyserade av Petra et al. (2014) hade en medelvikt på 303,5 g och en medellängd på 24,8 cm. Kvicksilverhalten 0,862 mg/kg enligt Petra et al. (2014) har en hög metylkvicksilverhalt som ligger på 0,69 mg/kg eller högre, alltså 80 % av totalkvicksilvret (EFSA, 2012). Fiskarna analyserade av Petra et al. (2014) och Minera (2013) låg under den minsta tillåtna fångstvikten, som enligt *Marine conservation society* (2013a) ligger på 36 cm. Adriatiska havet är enligt Petra et al. (2014) ett område som har höga koncentrationer av tungmetaller, i detta fall kvicksilver, och polyklorerade föreningar, men i studien visas även hur höga halter kan undvikas med hjälp av odling eftersom det sker under kontrollerande förhållanden med kontrollerat foder. Vild havsabborre i Medelhavet, nära Spaniens kust, har låga koncentrationer av metylkvicksilver enligt Olmedo et al. (2013).

Endast en av de odlade havsabborrarna som analyserades av Petra et al. (2014) fick en kadmiumhalt på 0,078 mg/kg och överskred därmed gränsvärdet på 0,05 mg/kg (Bilaga 2). Fisken var även liten; den vägde 15 gram och var mellan 6 och 8 cm lång. Värdet diskuteras inte i rapporten och därför är det svårt att avgöra varför fisken fick en sådan hög halt. Kadmiumhalterna i vild havsabborre (Bilaga 1) är låga enligt Olmedo et al. (2013).

Den totala WHO-TEQ-halten i två studier är hög för odlad havsabborre (Grazia et al., 2007) och vild havsabborre (Ferandes et al., 2009). Medelåldern för de odlade havsabborrarna är strax över 2 år (Grazia et al., 2007). Enligt Grazia et al. (2007) var fetthalten 2,5 gånger högre hos den odlade havsabboren jämfört med den vilda, och de dioxinliknande PCB är dubbelt så höga hos de odlade havsabborrarna jämfört med de vilda (Tabell 4). Förmodligen är de odlade havsabborrarna fetare p.g.a. det foder de får. Fodret som användes till fiskarna analyserade av Grazia et al. (2007) hade 2,13 pg/g WHO-TEQ för dioxinliknande PCB, vilken kan ha påverkat resultatet. Den totala WHO-TEQ halten som låg på 3,71 pg/g för den vilda havsabboren hade en dioxinhalt på 0,7 pg/g (Ferandes et al., 2009). Det var endast en fisk från Nordsjön som analyserades av Ferandes et al. (2009), men havsabborens resultat diskuterades inte av författarna. Det vore intressant att hitta fler analyser på havsabborre från Nordsjön eftersom den havsabborre som analyserades hade en hög halt av dioxiner och dioxinliknande PCB. Halterna av dioxiner, PCB och dioxinliknande PCB i odlade havsabborrar i Turkiet är låga enligt Çakirogulları et al. (2010).

Guldsparid och havsabborre är två fiskarter som har ett stort inflytande på marknaden i länder nära medelhavet. I Tabell 3 och 4 går det att se att guldspariden vanligtvis får en högre kvicksilverhalt jämfört med havsabboren, särskilt i vilda förhållanden (Minero et al., 2013; Petra et al., 2014). Här påverkar inte fetthalten, då båda fiskarterna inte tycks ha någon större skillnad i fetthalt. Enligt Minero et al. (2013) kan skillnaden bero på att guldspariden genomgår en nedreglering av sin metabolism under vintern, då vattentemperaturen sjunker, och därmed sjunker även fiskens avgiftningsskapacitet. Hur förorenat vattnet som fiskarna lever i är kan påverka en del av mängden tungmetaller och polyklorerade föreningar som fiskarna ansamlar. För odlade fiskar beror det på metoden som används vid odling (om burar, nät eller tankar används). I burar och nät, till skillnad från i tankar, har de tillgänglighet att komma åt föda utöver fodret i vattnet, men i princip är det fodret som påverkar de odlade fiskarna.

5.4 Havskatt

Tabell 5. Litteratursammanställning av giftet kvicksilver i havskatt samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	Ursprung	Referens
0,15 ± 0,093	Södra Barents hav (vild)	(Zauke et al., 1999)

Om kvicksilverhalten enligt Zauke et al. (1999) är hög eller låg är svårt att avgöra, då information om fiskens ålder eller storlek saknas. Fisken har det högre gränsvärdet för metylkvicksilver (1 mg/kg) och förväntades därför ha en högre kvicksilverhalt. Havskatten är en mager fisk och har delvis lättare att ansamla högre halter av metylkvicksilver än andra feta fiskar, då det binder i högre grad till protein enligt Kerper et al. (1992). Någon information om dioxiner eller PCB hittades inte i sökningen och kan därför vara intressant att undersöka mer på för att försäkra sig om att de inte överskrider gränsvärdet (Tabell 1). Även data om metylkvicksilver var begränsad. Kadmiumhalten är låg i vild havskatt (Bilaga 2) enligt Zauke et al. (1999).

5.5 Hoki

Tabell 6. Litteratursammanställning av giftet kvicksilver i hoki samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	Geografiskt fångstområde	Referens
0,16 (0,08-0,20)	Tasmanhavet vid Nya Zeeland (vild)	(Love et al., 2010)
0,012	Tasmanhavet vid Nya Zeeland (vild)	(Alaa et al., 2008)

Studien av Love et al. (2010) är baserad på data sammanställt ur en rapport från 1988. Fiskarnas medelvikt är 1450 g och varierar mellan 990-2210 g. Medellängden för samma fiskar är 40 cm och varierar mellan 36,5 och 42,3 cm, vilket är mindre än hokins vanliga fångststorlek som kan ligga mellan 65 och 70 cm (Luna, 2014d). En orsak till att hoki har möjligheten att ansamla höga halter metylkvicksilver är att det är en mager fisk. Hoki har låga kvicksilvervärden enligt Alaa et al. (2008).

Någon information om kadmium, dioxiner eller PCB hittades inte i sökningen. Därför är det intressant att analysera halterna av dessa i hoki, för att försäkra sig om att de inte överskrider gränsvärdet (Tabell 1).

5.6 Större kungsfisk eller uer

Data för den större kungsfisken, eller så kallad uer, hittades inte genom sökningen. Detta är en intressant fisk, då den lever länge, upp till 60 år, och har en medellängd mellan 38 och 41 cm (Froese, 2014b). Fiskens långa liv gör att möjligheten att ansamla kvicksilver, dioxiner och PCB är större. Data angående om den större kungsfisken är mager eller fet kunde inte hittas.

5.7 Marulk

Tabell 7. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, dioxiner och PCB i marulk samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	MeHg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL-PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
0,32 (0,06-1,51)	0,275 (0,052-1,299)	-	-	Norra atlanten vid Portugal (vild)	(Cláudia et al., 2008)
0,158 (0,073-0,379)	-	-	-	Norra Atlanten vid Mauritanien (vild)	(Olmedo et al., 2013)
-	-	2,512- 3,112	0,092-0,231	Nordvästra Atlanten vid Spanien	(Bordajandi et al., 2006)

Den vilda marulken nära Portugals kust har i vissa fall visats ha höga halter av metylkviksilver, men medelvärdet ligger ändå under gränsvärdet 1,0 mg/kg (Cláudia et al., 2008). Fiskarna analyserade av Cláudia et al. (2008) hade en längd som varierade mellan 40-95 cm och en vikt som varierade mellan 0,95 och 12,1 kg. De höga halterna av metylkviksilver kan förklaras av att det även fanns större fiskar i provet. Dessa fiskar vägde upp till 12 kg och var nära 100 cm långa. De större fiskarna, som möjligtvis har levt längre, har haft möjligheten att ansamla mer metylkviksilver. Marulken har en låg fetthalt och har därmed någorlunda lättare för att ansamla metylkviksilver. Kviksilverhalterna i marulk fiskade i nordvästra Afrika ligger med god marginal under gränsvärdet enligt Olmedo et al. (2013).

Halterna av dioxiner, PCB och dioxinliknande PCB ligger med god marginal under gränsvärdet enligt Bordajandi et al. (2006) för marulk fiskad vid Spaniens kust.

Kadmiumhalterna är låga i vild marulk (Bilaga 3) enligt Olmedo et al. (2013).

5.8 Nilaborre

Tabell 8. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, dioxiner och PCB i nilaborre samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL- PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
0,198 ± 0,043 (0,031-0,684)	-	-	Viktoriasjön, Uganda/Tanzania (vild)	(Machiwa, 2007)
0,064 ± 0,0378 (0,0229-0,15)	-	-	Viktoriasjön, Uganda (vild)	(Campbell et al., 2004)
0,0934 ± 0,046 (0,046-0,132)	-	-	Turkanasjön I Kenya (vild)	(Campbell et al., 2003)
-	0,37	0,12 (0,01-0,39)	Viktoriasjön, Uganda (vild)	(Ssebugere et al., 2014)
-	-	0,0556	Viktoriasjön, Uganda (vild)	(Ssebugere et al., 2013)

De fiskar som analyserades av Machiwa (2007) hade utifrån medelvärdet med god marginal under gränsvärdet på 0,5 mg/kg för kvicksilver, trots att en grupp fiskar överskred gränsvärdet. Den grupp som överskred gränsvärdet utgjordes av 5 individer av totalt 117 st som analyserades. De vägde mellan 15 och 88 kg och hade en kvicksilverhalt som varierade mellan 0,1 och 0,68 mg/kg. En variation från 15 kg till 88 kg är stor, och därmed är det svårt att avgöra vilken vikt som skulle

vara mer kritisk för att inte hamna över gränsvärdet för kvicksilver. Det är säkrare att anta att storlekar lika med eller under 15 kg inte går över gränsvärdet på 0,5 mg/kg för kvicksilver. Detta bekräftas även av Campbell et al. (2003) och Campbell et al. (2004).

Halterna av dioxiner, PCB och dioxinliknande PCB är låga i nilaborre fiskad i Viktoriasjön i Uganda enligt Ssebugere et al. (2013) och Ssebugere et al. (2014).

Det förekom en högre kadmiumhalt hos de fiskar vars vikt låg under 10 kg enligt Machiwa (2007) (Bilaga 3). De minsta fiskarna, som vägde mellan 0,5 och 2,5 kg, hamnar precis på gränsen för den tillåtna kadmiumhalten (Tabell 1). I studien av Onegri et al. (2001) förekom en mycket hög kadmiumhalt på 48 mg/kg, men detta resultat diskuterades inte i artikeln (Bilaga 3). Vild nilaborre i Nilen har låga kadmiumhalter (Bilaga 3) enligt Al-Hossainy et al. (2012).

5.9 Pangasius

Tabell 9. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, dioxiner och PCB i pangasius samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL- PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
0,03-0,04	0,03-0,82	-	Vietnam (odlad)	(Orban et al., 2008)
0,41 ± 0,08 (0,31-0,59)	-	-	Vietnam i Mekongfloden (odlad)	(Ferrantelli et al., 2012)
0,099 ± 0,007	-	-	Malaysia, Sarawak (odlad)	(Monk et al., 2012)
-	0,047	0,2	Vietnam (odlad)	(van Leeuwen et al., 2009)
0,0054	0,03	0,016	Vietnam (odlad)	(Joanna et al., 2011)

Pangasius som hade en medelkvicksilverhalt på 0,41 mg/kg låg nära gränsvärdet för kvicksilver, vilket är 0,5 mg/kg (Tabell 1). Av fiskarna hade 41 % nära gränsvärdet och 12,8 % låg över det (Ferrantelli et al., 2012). Författarnas förklaring till den höga kvicksilverhalten i fiskarna är att vattnet i Mekongfloden, som fiskarna odlas i, är förorenat av industriella aktiviteter eller naturfenomen, som jordbävningar. Fiskarna som odlas i burar har möjlighet att komma åt annat att äta än vad de som odlas i tankar eller under mer kontrollerande förhållanden har. De fiskar som analyserades fanns på den italienska marknaden och är enligt Ferrantelli et al. (2012) en källa för exponering av kvicksilver för konsumenterna. Av den högsta halten kvicksilver, som är 0,59 mg/kg, är 0,47 mg/kg metylkvicksilver, vilket inte överskrider kvicksilvergränsvärdet för pangasius. Filéernas vikt var mellan 170 och 260 g. En filé som väger 1 kg kommer från en fisk som väger mellan 2,7 och 3,3 kg enligt FAO (2014d). Omräknat kan en filé på 200 g komma från en fisk som väger mellan 0,54 och 0,66 kg. Någon information om fiskens vikt och ålder togs inte upp i studierna och det får därför antas att pangasius vanligtvis lever mellan 6 och 10 månader för att nå en optimal storlek att säljas ur en odling enligt (FAO, 2014d). Kvicksilverhalterna är låga i pangasius odlad i Malaysia enligt Monk et al. (2012). Joanna et al. (2011) uppmätte låga kvicksilverhalter i pangasius odlad i Vietnam.

Halterna av dioxiner, PCB och dioxinliknande PCB är låga i pangasius odlad i Vietnam enligt van Leeuwen et al. (2009) och Joanna et al. (2011)

Kadmiumhalterna i odlad pangasius (Bilaga 3; Bilaga 4) från Vietnam och Malaysia är låga (Monk et al., 2012; Olmedo et al., 2013; Joanna et al., 2011).

5.10 Röd snapper

Tabell 10. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, metylkviksilver, dioxiner och PCB i röd snapper samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	MeHg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL-PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
0,0833	-	-	-	Mississippi- floden (vild)	(Watanabe et al., 2002)
0,0947 ± 0,0139	0,078 ± 0,0137	-	-	Kina (odlad i havet)	(Liang et al., 2011)
-	-	0,46	0,12	Norra Atlanten (vild)	(Ferandes et al., 2009)

Medelhalterna som återfanns i den röda snappern var med god marginal under gränsvärdet för både kvicksilver, kadmium (Bilaga 4), dioxiner och PCBer (Tabell 1). Längden på fiskarna som är analyserade av Liang et al. (2011) var mellan 38,9 cm och 47,9 cm. Dessa var inte långt under den normala fångststorleken, som är runt 60 cm (Luna, 2014c). Den röda snappern kan leva länge, upp till 57 år, och har därför en möjlighet att samla på sig höga halter av gifter, speciellt metylkviksilver, då den är en relativt mager fisk med en fettprocent runt 1,9 % enligt Ferandes et al. (2009). Åldern ger den även möjligheten att ansamla andra gifter som kadmium, dioxiner och PCB. Den låga kvicksilverhalten hos de fiskar analyserade av Liang (2011) berodde sannolikt på att fiskarna föddes upp med pellets som hade en låg metylkviksilverhalt (0,0085±0,00132 mg/kg). I en studie gjord av Watanabe et al. (2002) analyserades tre vildfångade röd snapper ur Mississippifloden. Dessa har enligt studien låga kvicksilverhalter.

Halterna av dioxiner och dioxinliknande PCB är låga enligt Ferandes et al. (2009), men det skulle behövas fler analyser på dioxiner, dioxinliknande PCB och icke-dioxinliknande PCB på röd snapper, då det endast har gjorts analys på en fisk av arten av Ferandes et al. (2009).

5.11 Tilapia

Tabell 11. Litteratursammanställning av gifterna kvicksilver, metylkviksilver, dioxiner och PCB i tilapia samt fiskens geografiska fångstområde och om den är vild eller odlad.

Hg (mg/kg våtvikt)	MeHg (mg/kg våtvikt)	PCB (ICES-6, ng/g våtvikt)	Dioxiner och DL-PCB (WHO- PCDD/F-TEQ, pg/g våtvikt)	Ursprung	Referens
0,0117 ± 0,0052 (0,0033-0,0247)	-	-	-	Turkanasjön/Ba ringosjön i Kenya (odlad)	(Campbell et al., 2003)
0,02 ± 0,01 (0,01-0,08)	(0,01-0,04)	-	-	Phewasjön i Nepal (vild)	(Sharma et al., 2013)
0,0238 ± 0,0031	-	-	-	Brazilien (äldre odlad)	(Botaro et al., 2012)
0,0167 ± 0,0027	-	-	-	Brazilien (yngre odlad)	(Botaro et al., 2012)
-	-	0,101	0,047 (0,01-0,15)	Viktoriasjön, Uganda (vild)	(Ssebugere et al., 2014)
-	-	-	0,02	Viktoriasjön, Uganda (vild)	(Ssebugere et al., 2013)
0,0049	-	0,12	0,03	Vietnam och Kina (odlad)	(Joanna et al., 2011)
-	-	0,047	0,2	Nederländerna, Kina, Ecuador och Indonesien (odlad)	(van Leeuwen et al., 2009)
-	-	0,05 ± 0,24	-	sjön Koka (Awashfloden) i Etiopien (vild)	(Deribe et al., 2011)

Kviksilverhalten ligger med god marginal under gränsvärdet (Tabell 1) för fångad eller odlad tilapia i Afrika, Brasilien och Vietnam (Campbell et al., 2003; Sharma et al., 2013; Botaro et al., 2012; Joanna et al., 2011). PCB- och dioxinhalterna i tilapia ligger med god marginal under gränsvärdet (Tabell 1) för vild och odlad tilapia i Afrika, Brasilien, Vietnam och Kina (Ssebugere et al., 2013; Ssebugere et al., 2014; Joanna et al., 2011; van Leeuwen et al., 2009; Deribe et al., 2011). De odlade och vildfångade fiskarna skiljde sig inte mycket från varandra i kvicksilver-, PCB- och dioxinhalter. Alla fiskar i Tabell 1 vägde mellan 103 och 1000 g, de flesta vägde 500 g ± 300 g, vilket är nära den normala vikten för odlad tilapia. Tilapia lever inte länge och är mager, vilket är en fördel för att inte ansamlas höga halter av dioxiner eller PCB. I studien av Onegri et al. (2001) förekom en mycket hög kadmiumhalt på 53 mg/kg, men dessa resultat diskuterades inte i artikeln (Bilaga 4).

6 Slutsats

Analyser gjorda på blåkveite, guldsparid, havsabborre, marulk, nilabborre och pangasius visade att dessa fiskar innehåller höga halter av kvicksilver. Flera av dessa halter översteg gränsvärdet som finns i kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 på 0,5 mg/kg, respektive 1,0 mg/kg. Alla fiskarter som överskred gränsvärdet för kvicksilver var vildfångade fiskar, förutom pangasius som odlades i Mekongfloden i Vietnam. Alla fiskarter låg med god marginal under gränsvärdet för kadmium, förutom en odlad havsabborre analyserad av Petra et al. (2014) och nilabborrar analyserade av Machiwa (2007). Inga fiskarter överskred gränsvärdet för PCB, dioxiner och dioxinliknande PCB (bilaga 1-4). Den vilda havsabborren i Nordsjön hade den högsta halten av dioxiner och dioxinliknande PCBer men överskred dock inte gränsvärdena (Tabell 1) (Ferandes et al., 2009).

Vild havsabborre och vild tilapia hade högre fetthalt än motsvarande odlade fiskar enligt Grazia et al. (2007), Ssebugere et al. (2014) och van Leeuwen et al. (2009). Det är svårt att jämföra fetthalten mer än så mellan vilda och odlade fiskar eftersom data på fetthalter var begränsade. Att den odlade fisken har en högre fetthalt beror förmodligen på att de odlade fiskarna får kontrollerat och näringsrikt foder. Resultatet i rapporten av Grazia et al. (2007) pekade på att fiskar med en hög fetthalt, men inte med en högre ålder, tenderar att ansamlas högre halter av polyklorerade föreningar. De magra fiskarna visade en trend med sjunkande halt av PCB och dioxiner med lägre fetthalt (bilagorna 1-4). Det finns inga data som kan peka på att detta även gäller för havskatt eller den större kungsfisken. Havskatten har även fått ett högre gränsvärde för kvicksilver, vilket gör att de funna låga kvicksilverhalterna var något förvånande.

För att komplettera de data som saknas i denna rapport behövs fler analyser på några av de utvalda fiskarterna. För blåkveite behövs det fler analyser av PCB och dioxiner. Analysen som har gjorts av Ferandes et al. (2009) skedde endast på en fisk och är otillräckligt underlag för att dra några slutsatser. Detsamma gäller även för den röda snappern. Odlad guldsparid från Turkiet är intressant att titta närmare på eftersom data ur rapporten Çakirogullari et al. (2010) visade fiskar som hade höga halter av dioxin och dioxinliknande PCB. Havskatten är en fisk som i en studie fick en låg kvicksilverhalt, vilket är förvånande, då man kan misstänka högre halter då den har ett högt gränsvärde för kvicksilver (Tabell 1). För havskatten skulle flera metylkvicksilveranalyser behöva göras, och även av dioxiner och PCBer, då det saknas. För större kungsfisk saknas det helt och hållet data för dessa kontaminanter, och därför kan det vara intressant att utföra analyser av metylkvicksilver, kadmium, dioxiner och PCB. För hoki hittades inga studier på analyser av dioxiner och PCB, därför skulle det kunna vara intressant att även göra fler analyser på hoki. För pangasius kan det behövas en undersökning om vilka odlingar fisken kan komma från, då det har funnits fiskar med höga metylkvicksilverhalter från Mekongfloden.

Denna rapport visar de halter av kadmium, metylkvicksilver, dioxiner och PCB som olika importerade fiskarter i Sverige kan innehålla. Livsmedelsverket vill att konsumenterna ska äta mer fisk (SLV, 2014b), vilket kan innebära att importen av flera olika arter kan behöva öka för att täcka efterfrågan. Om det finns fler arter på marknaden behöver även Livsmedelsverket utöka kunskapen om dessa fiskar för att i fortsättningen kunna ge råd till allmänheten, särskilt till barn och fertila kvinnor, om vilka fiskar som bör undvikas och vilka som kan rekommenderas.

Tack

Jag vill tacka min handledare på SLU, Jana Pickova, för den hjälp jag har fått med fiskarna, all material och alla råd jag fått under våra trevliga möten. Jag vill även rikta ett stort tack till mina två handledare på Livsmedelsverket, Emma Ankarberg och Rickard Bjerselius, för all den hjälp, material och vägledning jag har fått under arbetets gång, språkmässigt och kunskapsmässigt, och ett tack för att de även låtit mig vara med och lyssna i Upplysningen på Rådgivningsenheten. Mina tre handledare har gett mig inspiration och kunskap inom området. Mina stunder på Livsmedelsverket har varit lärorika och mycket trevliga. Jag vill även tacka min partner, Ellika Waldau, för allt stöd hon gav mig och den språkhjälp jag har fått utav henne.

7 Referenslista

Al-Hossainy A.F., Mohamed A.E., Hassan F.S.M. and Abd Allah M.M. (2012). Determination of cadmium and lead in perch fish samples by differential pulse anodic stripping voltammetry and furnace atomic absorption spectrometry. *Arabian Journal of Chemistry*, 200, pp. 1-8.

Alaa E.-D.A., James D.M. and Chris O.D. (2008). Effect of processing conditions on trace elements in fish roe from six commercial New Zealand fish species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, pp. 4846-4853.

Ankarberg E., Aune M., Concha G., Darnerud P.O., Glynn A., Lignell S. och Törnkvist A. (2007). Riskvärdering av persistenta klorerade och bromerade miljöföreningar i livsmedel. *SLV, Livsmedelsverket*, Rapport 9, pp. 1-122.

Ankarberg E. and Grawé K.P. (2007). Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk. Uppsala: *Livsmedelsverket repo*.

Berntssen M.H.G., Maage A. and Lundebye A.-K. (2012). Contamination of finfish with persistent organic pollutants and metals. *Chemical Contaminants and Residues in Food*, 235, pp. 489-534.

Bordajandi L.R., Martín I., Abad E., Rivera J. and González M.J. (2006). Organochlorine compounds (PCBs, PCDDs and PCDFs) in seafish and seafood from the Spanish Atlantic Southwest Coast. *Chemosphere*, 64, pp. 1450-1457.

Botaro D., Torres J.P.M., Schramm K.-W. and Malm O. (2012). Mercury levels in feed and muscle of farmed tilapia. *American Journal of Industrial Medicine*, 55, pp. 1159-1165.

Çakırogulları G.C., Kılıç D. and Uçar Y. (2010). Levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzo-p-furans and polychlorinated biphenyls in farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*) from Turkey. *Food Control*, 21, pp. 1245-1249.

Campbell L.M., Balirwa J.S., Dixon D.G. and Hecky R.E. (2004). Biomagnification of mercury in fish from Thruston Bay, Napoleon Gulf, Lake Victoria (East Africa). *Africa Journal of Aquatic Science*, 29, pp. 91-96.

Campbell L.M., Osano O., Hecky R.E. and Dixon D.G. (2003). Mercury in fish from three rift valley lakes (Turkana, Naivasha and Baringo), Kenya, East Africa. *Environmental Pollution*, 125, pp. 281-286.

Cantillana T. and Aune M. (2012). Dioxiner- och PCB-halter i fisk och andra livsmedel 2000-2011. Uppsala: *Livsmedelsverket repo*.

Cláudia A., Helena M.L., Cátia P., Maria F.M., Maria L.C., Matilde C. and Maria L.N. (2008). Total and organic mercury, selenium and α -tocopherol in some deep-water fish species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, pp. 2543-2550.

Deribe E., Rosseland B.O., Borgstrom E., Salbu B., Gebremariam Z., Dadebo E., Norli H.R. and Eklo E.M. (2011). Bioaccumulation of persistent organic pollutants (POPs) in fish species from Lake Koka, Ethiopia: The influence of lipid content and trophic position. *Science of the Total Environment*, 410-411, pp. 136-145.

EFSA, European Food Safety Authority. (2005). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCBs) in feed and food. *EFSA Journal* 284, 1-137.

EFSA, European Food Safety Authority. (2009). Cadmium in food: Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal* 980, 1-139.

EFSA, European Food Safety Authority. (2012). Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 2985, 10, 1-144.

EU-SCF (2001). Opinion of scientific committee on food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. *CS/SNTM/DIOXIN/20*, Final. 30 maj, 2001.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014a). *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Available at: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en (Accessed: 2014-05-16).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014b). *Lophius piscatorius* (Linnaeus, 1758). Available at: <http://www.fao.org/fishery/species/3379/en> (Accessed: 2014-05-17).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014c). *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Available at: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en (Accessed: 2014-05-17).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014d). *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878). Available at: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Pangasius_hypophthalmus/en (Accessed: 2014-05-17).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014e). *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1792). Available at: <http://www.fao.org/fishery/species/2544/en> (Accessed: 2014-05-16).

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014f). *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). Available at: <http://www.fao.org/fishery/species/2384/en> (Accessed: 2014-05-16).

Ferandes A.R., Mortimer D.N., Rose M., Knowles T.G., White S. and Gem M. (2009). Occurrence of dioxins (PCDDs, PCDFs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in wild, farmed and processed fish, and shellfish. *Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance*, 2, pp. 15-20.

Ferrantelli V., Giangrosso G., Cicero A., Naccari C., Macaluso A., Galvano F., D'Orazio N., Arcadipane G.E. and Naccari F. (2012). Evaluation of mercury levels in *Pangasius* and Cod fillets traded in Sicily (Italy). *Food Additives & Contaminants: Part A*, 29, pp. 1046-1051.

Froese R. (2014a). *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) European seabass. Available at: <http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=63&AT=European+seabass> (Accessed: 2014-05-16).

- Froese R. (2014b). *Sebastes norvegicus* (Ascanius, 1772) Golden redfish. Available at: <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=501&AT=Ocean+perch> (Accessed: 2014-05-17).
- Grazia C., Roberto F., Giulio M., Simona N., Giuseppe C., Davide C. and Elena F. (2007). PCB contamination in farmed and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) from a coastal wetland area in central Italy. *Chemosphere*, 68, pp. 1630-1635.
- GfK, Growth of knowledge (2009). Marknadsstatistik för försäljning av livsmedel i Sverige. *Jordbruksverket*, 2014-05-25.
- ICES, International Council for the Exploration of the Sea (2013). Anglerfish (*Lophius piscatorius* and *L. budegassa*) in Divisions VIIb-k and VIIIa,b,d. *ICES Advice*. ICES, pp. 1-7.
- Joanna S.-R., Zygmunt U., Malgorzata M.-C. and Lucyna P.-J. (2011). Marine and farmed fish on the Polish market: Comparison of the nutritive value and human exposure to PCDD/Fs and other contaminants. *Chemosphere*, 85, pp. 1725-1733.
- Kaaren J., Sylvia F., Stig V., Bente N., Amund M. and Kjell N. (2011). Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland haitbut (*Reinhardtius hippoglossoides*) caught off the coast of northern Norway. *Marine Biology Research*, 7, pp. 733-745.
- Kerper L.E., Ballatori N. and Clarkson T.W. (1992). Methylmercury transport across the blood-brain barrier by an amino acid carrier. *American Journal of Physiology*, 262, pp. R761-R765.
- Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 (2006). Om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel.
- Lanham-New S.A., Buttriss J.L., Miles L.M., Ashwell M., Berry J.L., Boucher B.J., Cashman K.D., Cooper C., Darling A.L., Francis R.M., Fraser W.D., de Groot C.P.G.M., Hyppönen E., Kiely M., Lamberg-Allardt C., Macdonald H.M., Martineau A.R., Masud T., Mavroeidi A., Nowson C., Prentice A., Stone E.M., Reddy S., Vieth R. and Williams C.M. (2011). Proceedings of the rank forum on vitamin D. *British Journal of Nutrition*, 105, pp. 144-156.
- Liang P., Shao D.-D., Wu S.-C., Shi J.-B., Sun X.-L., Wu F.-Y., Lo S.C.I., Wang W.-X. and Wong M.H. (2011). The influence of mariculture on mercury distribution in sediments and fish around Hong Kong and adjacent mainland China waters. *Chemosphere*, 82, pp. 1038-1043.
- Love J.L., Ruch G.M. and McGrath H. (2010). Total mercury and methylmercury levels in some New Zealand commercial marine fish species. *Food Additives and Contaminants*, 20, pp. 37-43
- Luna S.M. (2014a). *Anarhichas lupus* Linnaeus, 1758 Atlantic wolfish. Available at: <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=2501&AT=Wolffish> (Accessed: 2014-05-17).
- Luna S.M. (2014b). *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758) Nile perch. Available at: <http://www.fishbase.se/summary/Lates-niloticus.html> (Accessed: 2014-05-17).

Luna S.M. (2014c). *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860) Northern red snapper. Available at: <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=1423&AT=red+snapper> (Accessed: 2014-05-17).

Luna S.M. (2014d). *Macruronus novaezelandiae* (Hector, 1871) Blue grenadier. Available at: <http://www.fishbase.org/summary/Macruronus-novaezelandiae.html> (Accessed: 2014-05-17).

Luna S.M. (2014). *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758e) Nile tilapia. Available at: <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=2&AT=Tilapia> (Accessed: 2014-05-17).

Luna S.M. (2014f). *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1792) Greenland halibut. Available at: <http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=516&AT=Greenland+halibut> (Accessed: 2014-05-16).

Mahiwa J.F. (2007). Metals in Nile Perch (*Lates niloticus*) and suspended particulate matter from Lake Victoria, Tanzania. *Journal of Environmental Science and Health*, 40, pp. 1809-1822.

Marine conservation society (2013a). Bass, seabass *Dicentrarchus labrax*. Available at: <http://www.fishonline.org/fish/170/Bass,%20seabass> (Accessed: 2014-05-22).

Marine conservation society (2013b). Halibut, Greenland *Reinhardtius hippoglossoides*. Available at: <http://www.fishonline.org/fish/419/Halibut,%20Greenland> (Accessed: 2014-05-22).

Miniero R., Beccaloni E., Carere M., Ubaldi A., Mancini L., Marchegiani S., Cicero M.R., Scenati R., Lucchetti D., Ziemacki G. and De Filip E. (2013). Mercury (Hg) and methyl mercury (MeHg) concentration in fish from the costal lagoon of Orbetello, central Italy. *Marine Pollution Bulletin*, 76, pp. 365-369.

Mok W.J., Senoo S., Itoh T., Tsukamasa Y. and Kawasaki K.-I. (2012). Assessment of concentrations of toxic elements in aquaculture food products in Malaysia. *Food Chemistry*, 133, pp. 1326-1332.

Mozaffarian D. and Rimm E.B (2006). Fish intake, contaminants, and human health', *American Medical Association*. 296, pp. 1885-1899.

Olmedo P., Pla A., Hernández A.F., Barbier F., Ayouni L. and Gil F. (2013). Determination of toxic elements (mercury, cadmium, lead, tin and arsenic) in fish and shellfish samples. Risk assessment for the consumers. *Environment International*, 59, pp. 63-72.

Ongeri D.M.K., Lalah J.O., Wandiga S.O., Schramm K.-W. and Michalke B. (2011). Seasonal variability in cadmium, lead, copper, zinc and iron concentrations in three major fish species, *Oreochromis niloticus*, *Lates niloticus* and *Rastrineobola argentea* in Winam Gulf, Lake Victoria: Impact of wash-off into the Lake. *Buletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88, pp. 166-171.

Orban E., Navigato T., Lena G.D., Masci M., Casini I., Gambelli L. and Caproni R. (2008). New trends in the seafood market. Sutchi catfish (*Pangasius*

hypophthalmus) fillets from Vietnam: Nutritional quality and safety aspects. *Food Chemistry*, 110, pp. 383-389.

Pappasissi C. (2014). *Sparus aurata* Linnaeus, 1758 Gilthead seabream. Available at:

<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=1164&AT=Gilthead+seabream> (Accessed: 2014-05-16).

Petra Z.R., Tadej D., Branimir B., Vatroslav K., Goran K. and Matej D. (2014). Element levels in cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and giltheaded sea bream (*Sparus aurata*) from the Adriatic sea and potential risk assessment. *Environmental Geochemistry and Health*, 36, pp. 19-39.

Sa-a P. (2014). *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) Striped catfish. Available at:

<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=14154&AT=Striped+catfish> (Accessed: 2014-05-17).

Sharma C.M., Basnet S., Kang S., Rosseland B.O., Zhang Q., Pan K., Borgstrom R., Li Q., Wang W.-X., Huang J., Teien H.-C. and Sharma S. (2013). Mercury concentration in commercial fish species of Lake Phewa, Nepal. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 91, pp. 272-277.

Spaeth K.R., Tsismenakis A.J. and Kales S.N. (2010). Public health in the 21st century : Heavy metals : A rapid clinical guide to neurotoxicity and other common concerns. *New York, NY, USA: Nova Science*, pp. 38, 47-48.

Ssebugere P., Kiremire B.T., Henkelmann B., Bernhöft S., Kasozi G.N., Wasswa J. and Schramm K.-W. (2013). PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in fish species from Lake Victoria, East Africa. *Chemosphere*, 92, pp. 317-321.

Ssebugere P., Sillanpää M., Wang P., Li Y., Kiremire B.T., Kasozi G.N., Zhu C., Ren D., Zhu N., Zhang H., Shang H., Zhang Q. and Jiang G. (2014). Polychlorinated biphenyls in sediments and fish species from the Murchison Bay of Lake Victoria, Uganda. *Science of the Total Environment*, 482-483, pp. 349-357.

SLV, Livsmedelsverket (2014-01-28a). Dioxiner och PCB – fördjupning.

Available at:

<http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Kemiska-amnen/Dioxiner-och-PCB/Dioxiner-och-PCB/> (Accessed: 2014-05-13).

SLV, Livsmedelsverket (2014-02-06b). Råd om fisk.

Available at: <http://www.slv.se/sv/grupp1/Mat-och-naring/kostrad/Rad-om-fisk/>

(Accessed: 2014-05-16).

SLV, Livsmedelsverket (2014-05-16c). Råd om mat till dig som är gravid.

Available at:

<http://www.slv.se/sv/grupp1/Mat-och-naring/kostrad/gravida/> (Accessed: 2014-05-23).

Svensk Fisk (2007). Fakta om Fisk & Skaldjur. *Göteborg: Palmeblads Tryckeri AB*, pp. 1-42.

Svensk Fisk (2014a). *Anarhchicas lupus* Havskatt.

Available at: <http://www.svenskfisk.se/1103.aspx> (Accessed: 1014-05-20).

Svensk Fisk (2014b). *Macuronus novaezelandiae* Hoki. Available at: <http://www.svenskfisk.se/1105.aspx> (Accessed: 1014-05-21).

Sundström B. och Jorhem L. (2010). Metaller i fisk i Sverige. Rapport 10, *Livsmedelsverket*.

van den Berg M., Birnbaum L.S., Denison M., De Vito M., Farland W., Feeley M., Fiedler H., Hakansson H., Hanberg A., Haws L., Rose M., Safe S., Schrenk D., Tohyama C., Tritscher A., Tuomisto J., Tysklind M., Walker N. and Peterson R.E. (2006). The 2005 world health organization re-evaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicological Sciences*, 93, pp. 223-241.

van Leeuwen S.P.J., van Velzen M.J.M., Swart C.P., van Der Veen I., Traag W.A. and De Boer J. (2009). Halogenated contaminants in farmed salmon, trout, Tilapia, Pangasius, and Shrimp. *Environmental Science & Technology*, 43, pp. 4009-4015.

Watanabe K.H., Desimone F.W., Thiyagarajah A., Hartley W.R. and Hindrichs A.E. (2002). Fish tissue quality in the lower Mississippi River and health risks from fish consumption. *The Science of the Total Environment*, 302, pp. 109-126.

Zauke G.-P., Savinov V.M., Ritterhoff J. and Savinova T. (1999). Heavy metals in fish from the Barents Sea (summer 1994). *The Science of the Total Environment*, 227, pp. 161-173.