



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och
jordbruksvetenskap

Växter som en källa till järn i maten

Plants as a dietary source of iron

Karoline Söderberg Breivik



Självständigt arbete • 15 hp • Grundnivå, G2E
Trädgårdsingenjörprogrammet
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Alnarp 2013

Växter som en källa till järn i maten
Plants as a dietary source of iron

Karoline Söderberg Breivik

Handledare: Agr. Dr. Lars Mogren, Institutionen för biosystem och teknologi
Examinator: Professor Marie Olsson, Institutionen för växtförädling

Omfattning: 15 hp
Fördjupning: G2E
Kurstitel: Kandidatarbete i biologi
Kurskod: EX0493
Program/utbildning: Trädgårdsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2013
Serietitel: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Omslagsbild: Karoline Söderberg Breivik
Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Järn, växter, livsmedel

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakultet: Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Institution: Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Detta är ett kandidatarbete i form av en litteraturstudie inom trädgårdsingenjörsprogrammet vid SLU. Arbetet har pågått under vårterminen 2013. Det har varit väldigt intressant och genom min handledare Lars Mogren har jag fått ett givande stöd.

Sammanfattning

På senare tid har konsumenter visat ett ökat intresse för näringsmässig kvalitet som innehåll av vitaminer, mineraler och bioaktiva ämnen hos frukt och grönsaker. Samtidigt är järnbrist den vanligaste och mest utbredda typen av näringsbrist globalt, även i industrialiserade länder. En allmän uppfattning verkar vara att animaliska produkter som kött och blodmat utgör den enda fullgoda källan till järn. Denna uppsats syftar till att undersöka om den uppfattningen grundar sig på att kött är den mest kända och omtalade järnkällan i västvärlden? Ytterligare frågor som belyses är; vad skiljer järn i växter från animaliskt järn när det gäller koncentration, biotillgänglighet och upptag? Vilka faktorer påverkar koncentrationen samt biotillgängligheten av järn? Hur påverkas dessa faktorer? Vilka exempel på övriga ämnen i växter finns som påverkar halten samt upptaget av järn till människokroppen? Hur kan effektiviteten av växter som järnkälla förbättras? Som metod valdes att göra en litteraturstudie. Resultatet av litteraturstudien visar att järn är ett viktigt mineralämne som behövs för ett antal livsuppehållande processer hos såväl människor och djur som hos växter. Järnupptaget ur födan påverkas av många olika faktorer såsom järnhalt, form av järn, kroppens järnstatus samt komposition av måltiden där ämnen som integrerar med järnet ingår. Exempel på ämnen som påverkar järnupptaget negativt är fytater, polyfenoler och kalcium medan vitamin C påverkar järnupptaget positivt. Utveckling sker idag med hjälp av bioteknologi för att förbättra växter som källa till essentiella näringsämnen som bl.a. järn. Exempel på sådana produkter är växter med lägre halt av antinutrientier som fytater, högre järnhalt eller högre halt av gynnande ämnen som exempelvis vitamin C. Slutsatser av denna litteraturstudie visar att mer forskning på området behövs men samtidigt finns god potential för växter att utvecklas och förbättras som källa till essentiella näringsämnen ännu mer, exempelvis genom bioteknik. Upptaget av hemjärn är mer effektivt än upptaget av oorganiskt järn. Upptaget av hemjärn respektive oorganiskt järn påverkas på olika sätt av faktorerna; kostens och den enskilda måltidens sammansättning som innefattar bl.a. järnhalt, övriga

påverkande substanser i livsmedlen, järnstatus i kroppen. När det gäller forskningsmetoderna runt järnabsorption skulle de kunna utvecklas för att ge mer tillförlitliga resultat.

Nyckelord: Järn, växter, livsmedel

Abstract

Lately, consumers have shown increasing interest in nutritional quality like vitamins, minerals and bioactive compounds in fruits and vegetables, while iron deficiency is the most common and widespread type of malnutrition globally, even in industrialized countries. A general view seems to be that animal products like meat are the only sufficient source of iron. The aim with this paper is to examine if this is based on the fact that meat is the most known and mentioned iron source in the western world? Further questions are; what differentiates iron in plant foods from iron in animal based foods in terms of concentration, bioavailability and uptake? Which factors affect the concentrations and bioavailability of iron? What is the effect of these factors? What examples of other substances in plants are affecting the content and iron absorption into the human body? How can the effectiveness of plants as source of iron be improved? The method to answer these questions is a literature review. The results of the literature study show that iron is an essential mineral needed for a number of life-sustaining processes in humans, animals and plants. Iron uptake from food is influenced by many complex factors such as iron concentration, form of iron, body iron status and composition of the meal which involves substances that integrates with iron. Examples of substances that affect iron absorption negatively are phytates, polyphenols and calcium while vitamin C affects iron uptake positively. Development is done today by using biotechnology to improve plants as a source of iron. Examples are plants with lower content of phytate, higher iron content and higher content of vitamin C. Conclusions of this limited literature review suggest that further research is needed and the plant foods have good potential to be improved as sources of essential micronutrients, for example with the help of biotechnology. Absorption of heme iron is more efficient than the uptake of inorganic iron. The uptake of heme iron and inorganic iron is affected differently by factors as; the overall diet and the separate meal composition, iron content in products which in turn depends on a number of production factors, interfering substances in the food and iron status in the body. Research methods on iron absorption could be developed to provide more accurate results.

Keywords: Iron, plants, plant foods

Innehållsförteckning

	Sid.
1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.1.1 Lista över återkommande begrepp	6
1.2 Syfte	7
1.3 Mål och frågeställning	7
2. Metod	8
2.1 Metod	8
2.2 Utgångspunkt och begränsningar	8
3. Resultat	9
3.1 Järn i växter	9
3.2 Järn i djur och människor	9
3.3 Järn i maten	10
3.3.1 Generellt om järn i maten	10
3.3.2 Fytater	12
3.3.3 Kalcium	13
3.3.4 Polyfenoler	13
3.3.5 Askorbinsyra (Vitamin C)	14
3.3.6 Utveckling av växter som en källa till järn	15
4. Diskussion och slutsatser	16
4.1 Diskussion	16
4.2 Slutsatser	19
5. Referenser	20

Bilaga: Exempel på järnhalt i växt- respektive animaliska livsmedel

1. Inledning

1.1 Bakgrund

På senare tid har konsumenter visat ett ökat intresse för näringsmässig kvalitet hos maten de köper, som innehåll av vitaminer, mineraler och bioaktiva ämnen hos frukt och grönsaker (Aghili m. fl. 2009).

Järnbrist är den vanligaste och mest utbredda typen av näringsbrist globalt, även i industrialiserade länder (WHO 2012). De som är mest känsliga för järnbrist är kvinnor under fertilitetsåldern på grund av förlorat järn i samband med menstruation (Johansson 2007, Livsmedelsverket 2012, WHO 2012) samt fattiga populationsgrupper som oftare drabbas av infektionssjukdomar (WHO 2012).

Det näringsmässiga värdet i frukt och grönsaker utgörs av halten näringsämne i kombination med konsumerad mängd av produkten (Wills 2007). En allmän uppfattning verkar vara att animaliska produkter som kött och blodmat utgör den enda fullgoda källan till järn. Saunders m.fl. (2012) menar att det finns en allmän uppfattning bland många konsumenter att personer som lever på en växtbaserad kost inte får i sig tillräckligt med järn. Stämmer detta eller grundar sig den uppfattningen bara på att kött är den mest kända och omtalade järnkällan i västvärlden?

1.1.1 Lista över återkommande begrepp:

- *Antinutrient*- substanser som hämmar upptaget av näringsämnen, exempelvis fytater
- *Biotillgänglighet*- Mängden av en substans som blir tillgänglig för omsättning hos en organism, när den intas som föda.
- *Ferritin*- Ett protein som binder järn och fungerar som järnförråd hos både växter, djur och människor.
- *Fytinsyra* - Ämnen som finns i växter där de sannolikt har en upplagringsfunktion för fosfor. De hämmar järnupptaget hos människor och djur.
- *Fytater*- svårösliga salter av fytinsyror som bundit till sig en eller flera metalljoner av till exempel kalcium, magnesium, järn, koppar eller zink.
- *Hemjärn*- Benämningen på sådant järn som är bundet till hemproteiner, exempelvis hemoglobin och myoglobin. Den formen av järn som finns i animaliska livsmedel.

- *Tvåvärt järn* (Fe^{2+}) Järnatom med oxidationstalet två. Oxidationstal beskriver antal joner och därmed atomens laddning. Ett exempel på tvåvärt järn är *hemjärn*, som finns i animaliska livsmedel.
- *Trevärt järn* (Fe^{3+}) – oorganiskt, fritt järn, finns i vegetabiliska livsmedel.
- *Transferrin*- Ett protein i blodet hos människor och djur som binder och transporterar järn.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att sammanställa kunskap om växtbaserade livsmedel som järnkälla, hur effektiva de är idag samt hur de kan förbättras. En del av syftet är också att skriva ett kandidatarbete inom ramen för trädgårdsingenjörsprogrammet för att få mer kunskap om informationssökning och vetenskapligt skrivande.

1.3 Mål och frågeställning

För att uppnå syftet är målet att besvara dessa frågor:

- Vad skiljer järn i växter från animaliskt järn när det gäller koncentration, biotillgänglighet och upptag?
- Vilka faktorer påverkar koncentrationen samt biotillgängligheten av järn? Hur påverkas dessa faktorer?
- Vilka exempel på övriga ämnen i växten finns som påverkar halten samt upptaget av järn till människokroppen? Har produkter med högre halter av dessa ämnen en fördel eller nackdel som järnkälla?
- Hur kan effektiviteten av växter som järnkälla förbättras?

2. Metod

2.1 Metod

Arbetet består av en litteraturstudie utan övriga praktiska moment. Vetenskapliga artiklar har hämtats från databaserna: Web of Knowledge, Scopus och Google Scholar, litteratur i form av böcker har hämtats från egen studentlitteratur, SLU-biblioteket i Alnarp och Lomma bibliotek samt från informationssökning på Livsmedelsverket och WHO's hemsidor.

Jämförelse har använts som metod för att se skillnader mellan växter och kött som järnkälla samt mellan olika ämnen som påverkar järnhalt och järnupptag. Ämnen som påverkar järnupptag valdes för en genomgång utifrån hur frekvent återkommande de var i litteraturen. Detta ger ett stöd till min tolkning att de är viktiga för sammanhanget. Min metod för den jämförande litteraturstudien bygger på att analysera de skillnader och likheter som förekommer i källorna, vilket redovisas under olika rubriker i resultatdelen. En diskussion angående slutsatserna förs sedan under delen för diskussion. Harvardmodellen har använts i referenshanteringen.

2.2 Utgångspunkt och avgränsningar

Avgränsningen i tid var ca tio veckors heltidsarbete. Först var planen att avgränsa arbetet efter ett antal utvalda exempel på växter, men allt eftersom litteraturstudien fortskred så ändrades upplägget till att beskriva växter mer generellt samt att göra uppdelningen efter olika faktorer och ämnen som påverkar järnupptaget istället. Växterna som först valdes var spenat, persilja och sesamfrön. Dessa valdes efter att ha gått igenom Livsmedelsverkets näringstabeller med syfte att hitta växter som är vanliga i dagligvaruhandeln samt har en relativt hög järnhalt. Ämnen som valdes för genomgång blev istället fytater, vitamin C, kalcium och polyfenoler.

3. Resultat

3.1 Järn i växter

Järn är ett för växten viktigt mineralämne som behövs för ett antal livsuppehållande processer. Järnet behövs för grundläggande reaktioner som proteinsyntes (Context Publications 2003, Guerinot & Yi 1994), kvävereduktion (Guerinot & Yi 1994) samt för elektronöverföring vid fotosyntes (Context Publications 2003, Guerinot & Yi 1994, Raven 2005) och respiration (Guerinot & Yi 1994).

Järnbrist hos växter visar sig ofta som gulnande blad (kloros) och kan i längden leda till minskade skördar (Brown 1961, Guerinot & Yi 1994, Raven 2005).

Under tillväxten påverkas koncentrationen av mineralämnena i grödor av en mängd komplexa faktorer. Bl.a. faktorer som växtart, jordens egenskaper, klimatmässiga egenskaper och i jorden interaktion mellan olika näringsämnen (Brown 1961, House 1999). Jordens egenskaper påverkar tillgängligheten av järn genom pH-värde samt halten organiskt material. I sur jord påverkas växttillgängligheten av järn av halten organiskt material samt av nedbrytningshastigheten av organiskt material. Högre halt organiskt material och snabbare nedbrytningshastighet påverkar lösligheten av järnföreningar positivt. En basisk kalkrik jord har negativ påverkan på växtens järnupptag. I interaktionen mellan olika näringsämnen i jorden kan konkurrens om plats i absorptionsprocessen uppstå vilket även bidrar till järnbrist (Brown 1961).

3.2 Järn i djur och människor

Järn är viktigt för ett flertal olika funktioner i människokroppens celler, bl.a. för elektrontransport, syretransport och i vissa enzymatiska reaktioner (WHO & FAO 2004, Johansson 2007, Muñoz m. fl. 2009, Samman 2007, The Association of American Medical Colleges 2013).

Två olika former av järn från maten tas upp i kroppen på olika sätt; hemjärn vilket är tvåvärt (Fe^{2+}) samt oorganiskt järn vilket är trevärt med kemisk formel Fe^{3+} (Hallberg 1981, Johansson 2007, Nationalencyklopedin 2013, The Association of American Medical Colleges 2013).

Upptaget av järn hos människor sker i tolvfingertarmen, som är en del av tunntarmen. Det oorganiska järnet och den järninnehållande hemmolekylen tas upp via olika processer i de specialiserade celler, enterocyter, som finns i tarmen (Minihane & Rimbach 2002, Muñoz m. fl. 2009, NE 2013). Oorganiskt järn går igenom en reduktion där det omvandlas till Fe^{2+} (Muñoz m. fl. 2009). Järnjonerna förs vidare till blodet där de binds till ett transportprotein, *transferrin*, som för järnet vidare för användning eller vid överskott, lagring (Muñoz m. fl. 2009, NE 2013). Lagring i cellerna sker på samma sätt hos växter och djur; via depåproteinet, *ferritin* (Harrison & Arosio 1996, NE 2013). Ferritin antas spela en viktig roll hos alla organismer med järnmetabolism. Det finns hos, utöver människor och djur även hos växter och svampar. Proteinet har utöver lagringsfunktionen även en roll i regleringen av järntoxiciteten genom att omvandla toxiska och olösliga former av järn till lösliga former (Harrison & Arosio 1996). Järnet i en människo- eller djurkropp som inte lagras binds till hemoglobin eller myoglobin (Samman 2007, Nationalencyklopedin 2013) Hemoglobin är ett protein som finns i de röda blodkropparna i blodet och har som uppgift att transportera syre i kroppen (WHO & FAO 2004, Samman 2007, Nationalencyklopedin 2013). Myoglobin är ett protein som ingår i muskelvävnad (Samman 2007, Nationalencyklopedin 2013).

Brist på järn leder till försämrat upptag av energi från maten och kan därmed leda till trötthet och håglöshet. Järnbrist kan även ha negativ effekt på immunförsvaret (Johansson 2007). Järnbrist kan vidare leda till blodbrist, vilket innebär låga nivåer av hemoglobin i blodet (Johansson 2007, Nationalencyklopedin 2013).

3.3 Järn i maten

3.3.1 Generellt om järn i maten

Hemjärn finns i animaliska livsmedel som blodmat, kött och fisk (Minihane & Rimbach 2002, Lopez & Martos 2004, Samman 2007). Det oorganiska järnet, även kallat icke-hemjärn, finns i livsmedel från växtriket (Minihane & Rimbach 2002) såsom frukt, grönsaker och spannmål (Hallberg 1981).

När det gäller koncentrationen av järn i animaliska livsmedel respektive livsmedel från växtriket, så kan man utläsa från Livsmedelverkets tabeller (se tabell 1 och bilaga ”Exempel

på järnhalt i växt- respektive animaliska produkter”) att blodmat är det som innehåller allra högst halt av järn med 17,7-39,5 mg per 100 g livsmedel. Därefter kommer torkade pumpafrön och sesamfrön med 14,6-15,0 mg järn. I Tabell 1 redovisas även värden för några baljväxter, nässlor, persilja, bredbar leverpastej samt stekt fryst hamburgare.

Livsmedel	Mg järn per 100 g livsmedel
Blod gris	39,5
Blod nöt	35,5
Blodpudding blodkorv fett 19%	17,7
Pumpafrön squashfrön torkade	15,0
Sesamfrön torkade	14,6
Vetekli	11,0
Nässlor	10,0
Sojaböner torkade	8,4
Mungböner torkade	7,7
Kikärter torkade	6,9
Leverpastej bredbar fett ca 10%	5,5
Persilja blad	3,6
Hjort ryggbiff svensk	3,3
Gås	2,6
Russin	2,4
Hamburgare stekt fryst	2,4

Tabell 1 (Källa: livsmedelsverket 2013)

Upptaget av hemjärn är mer effektivt än icke-hemjärn (Johansson 2007, Samman 2007). Upptaget av järn oavsett form påverkas inte enbart av mängden järn som konsumeras utan även till stor del av kompositionen av måltiden (Rossander m. fl. 1979, Charlton m.fl. 1983, Hallberg 1981) samt av kroppens totala järnstatus (Hallberg m. fl. 1997, Minihane & Rimbach 2002). Med järnstatus menas hur mycket järn som är bundet till förrådsproteinet ferritin (Hallberg m. fl. 1997). Mängden järn i livsmedel påverkas även negativt av processning som exempelvis frysning och kokning (Korus m.fl. 2012).

Upptaget av hemjärn respektive oorganiskt järn påverkas av olika faktorer på olika sätt (Hallberg 1981, Hallberg m. fl. 1997, House 1999, Johansson 2007). Oorganiskt järn har störst tendens att påverkas av matens sammansättning (Minihane & Rimbach 2002, Johansson 2007), samt av järnstatusen i kroppen (Hallberg m. fl. 1997). Vissa livsmedel har egenskaper som bidrar till ett ökat järnupptag, medan andra bidrar till att minska järnupptaget (Rossander m. fl. 1979, Charlton m.fl. 1983, Hallberg 1981). Ett ämne som bidrar till ett ökat upptag av

oorganiskt järn i alla livsmedel inkluderade i en måltid är askorbinsyra (vitamin C) (Hallberg 1981). Exempel på ämnen som bidrar till ett minskat upptag av järn är kalcium (Johansson 2007, Muñoz m. fl. 2009), polyfenoler som finns i bl.a. té (Disler m. fl. 1975, Hallberg 1981, Johansson 2007, Minihane & Rimbach 2002, Muñoz m. fl. 2009, Rossander m. fl. 1979, Samman 2007), fytater (Hallberg 1981, Johansson 2007, Minihane & Rimbach 2002, Muñoz m. fl. 2009, Nationalencyklopedin 2013) och vissa typer av fibrer (Hallberg 1981, Minihane & Rimbach 2002).

När det gäller grönsaker som järnkälla så drar McMillan och Johnston (1951) slutsatsen av sin undersökning, att spenat kan utgöra en värdefull källa till järn för yngre kvinnor. Mirdehghan (2010) visar i sin analys att bladgrönsaker (Brown 2011), bl.a. persilja innehåller så hög halt järn att konsumtion av dessa skulle kunna vara betydande för att motverka järnbrist.

I litteraturen som gått igenom har olika undersökningsmetoder använts för att undersöka biotillgänglighet av näringsämnen, dels genom provrörsmetoder men också levande djur och människor har använts som försöksobjekt. House (1999) drar slutsatsen att olika undersökningsmetoder förmodligen passar bäst till undersökning av olika typer av ämnen som studeras. Miller m. fl. (1981) menar att provrörsundersökningar utgör en bra metod för att undersöka biotillgänglighet av järn. Även enligt deras studie påverkades halten upptagbart järn negativt av té, fytater och fibrer. Askorbinsyra visade sig ha positiv påverkan på halten upptagbart järn, vilket ökade vid tillförsel av askorbinsyra via apelsinjuice. Dessa resultat överrensstämmer med de försök som har gjorts på levande människor och djur. House nämner i sin review-artikel en metod som troligtvis ger relativt säkra och tillförlitliga mätningar av biotillgänglighet i en blandad kost. Det är användningen av spårbara kontrastmedel som tas upp av plantan under dess tillväxt för att sedan spåras hela vägen till konsumtion.

3.3.2 Fytater

Fytater finns i bl.a. fibrer och hämmar upptaget av järn i kroppen (Minihane & Rimbach 2002, NE 2013) Detta sker genom att fytinsyra binder järnet och ger upphov till svårösliga föreningar vilket gör det svårtillgängligt eller helt otillgängligt för absorption i människokroppen. Det finns idag många studier som kartlagt interaktionen mellan järn och fytat samt studier som kommit fram till användbara metoder att förbättra biotillgängligheten av mineraler hos vanligtvis fytatrika växter (Minihane & Rimbach 2002). Mer om bioteknisk utveckling tas upp under rubriken ”3.3.6 Utveckling av växter som en källa till järn”.

Hallberg m. fl. (1989) testade i sin undersökning om kött skulle kunna ha påverkan på fytater i vetebröd. Resultatet visade att vid en lägre halt fytat (25 mg), hade kött serverat som hamburgare till vetebrödet, ingen effekt medan när köttet serverades med bröd innehållandes 250 mg fytat, visades en ökning av järnabsorptionen. Hallberg kunde inte förklara varför köttet utgjorde en så pass liten effekt på fytaterna.

Spenat och andra bladgrönsaker innehåller relativt låga halter av fytater (Ravindran m. fl. 1994). Detta beror på att i växtens blad lagras fosfor i andra former än i fytatform.

3.3.3 Kalcium

Enligt Lynchs sammanfattning av forskningen på området så visar ett antal experimentella försök och epidemiologisk data att kalcium endast har en liten benägenhet att begränsa absorptionen av järn (Lynch 2000).

Hallberg m.fl. visade i en undersökning (1991) att kalciumklorid som tillsattes vid bakning av vetebröd tydligt reducerade absorptionen av järn hos 126 försökspersoner. Han menar att detta beror på två faktorer: Att kalcium begränsar den enzymatiska redueringen av fytat under jäsning av brödet, vilket förhindrar en minskning av fytat som därmed utgör en negativ påverkan på absorptionen av järn. Samt att kalcium utgör direkt negativ påverkan på absorptionen av järn, men mekanismen bakom detta är fortfarande enligt honom inte tillräckligt kartlagd. Detta nämner även Lynch (2000) i sin sammanfattning. Hallberg nämner även en provrörsundersökning i sin sammanfattning där mjölk visade sig ha samma indirekta effekt på järnabsorptionen. Dock kunde författaren inte garantera att resultatet enbart berodde på kalciumet i mjölken utan det kunde även finnas påverkan från andra ämnen.

En studie som motsäger Hallbergs och Lynchs resultat gjordes av Roughead m. fl. (2002). I studien undersöktes om en tillsats av kalcium i ost skulle komma att påverka järnupptaget från en måltid. Resultatet visade att järnupptaget från varken oorganiskt järn eller hemjärn påverkades av kalciumet.

3.3.4 Polyfenoler

Tuntawiroon m. fl. (1991) gjorde en studie där de undersökte biotillgängligheten av järn hos personer som åt grönsaken Yod Kratin, som är en vanligt konsumerad bladgrönsak i Thailand. Bladen innehåller höga halter av polyfenolgruppen tanniner som misstänks ha en negativ

påverkan på järnabsorptionen. I denna studie reducerades järnabsorptionen med 90% av ett intag på 20 g Yod Kratin per måltid. Med askorbinsyra mildrades effekten av Yod Kratin. Tuntawiroon m. fl. (1991) drar slutsatsen att resultaten pekar på att polyfenoler har stort inflytande på absorptionen av järn och utgör en faktor som är viktig att ta i beräkning. Författarna diskuterar även grönsaker rika på askorbinsyra som substitut eller som tillsats till produkter rika på polyfenoler för att minska den järninhibiterande effekten.

3.3.6 Askorbinsyra (Vitamin C)

Lönnerdal (2003) nämner i sin sammanfattning att många studier pekar på att en ökad halt av askorbinsyra i livsmedel visar samband med en högre järnabsorption hos människor. Hallberg m. fl. (1989) visade i sin undersökning att askorbinsyra hade en neutraliserande effekt på fytaternas påverkan på absorptionen av järn hos människor som försöksobjekt, när dessa båda ämnen tillsattes i vetebröd. I försöket testades tre olika halter av askorbinsyra och samtliga visade en ökad absorption av järn hos försökspersonerna.

Peneau m. fl. (2008) visar med sin studie om hur fibrer och askorbinsyra påverkar järnupptaget, att det finns ett samband mellan järnupptag och fibrer och askorbinsyra i frukt och grönsaker. Författaren menar att de järnhämmande ämnena i växter har betydelse, men att effekten av dem kan motverkas av ämnen som askorbinsyra. Författaren drar därmed slutsatsen att en varierad kost med intag av både fibrer och askorbinsyra leder till jämvikt av de olika effekterna.

Nedan visas ett utdrag ur livsmedelsverkets tabell över växtprodukter med högst halter av askorbinsyra. Chilipeppar ligger längst upp med 240 mg askorbinsyra per 100 g livsmedel. På sjätte plats i tabellen syns persilja.

Livsmedel	Askorbinsyra (Vitamin C) (mg)
Chilipeppar färsk	240
Papaya torkad	219
Paprika gul	205
Paprika röd	200
Guava	184
Persilja blad	182
Nässlor	175
Paprika grön gul röd	159

Pepparrot	152
Svarta vinbär	150

Tabell 2 (Källa Livsmedelsverket 2013)

3.3.7 Utveckling av växter som en källa till järn

Lönnerdal (2003) drar slutsatsen att man inom en snar framtid kan komma att förvänta sig betydande framsteg inom utvecklingen av genetiskt modifierade växter med egenskaper som förhöjda halter av näringsämnen och optimerad sammansättning av de ämnen som påverkar absorptionen av järn.

Det finns tre olika metoder som har använts i förädlingen av växter med optimerad sammansättning av näringsämnen. De är; utveckling av växter med förhöjd halt järn, utveckling av växter med förhöjd halt av de ämnen som påverkar järnupptaget positivt, exempelvis askorbinsyra samt utveckling av växter med minskad halt av ämnen som påverkar järnupptaget negativt, exempelvis fytater. Ett exempel på en produkt som kan ha möjlighet till god potential är att man med hjälp av genmodifiering av ris har utvecklat plantor med gener som har anlag att producera extra mycket järnbindande protein, som exempelvis ferritin, vilket har gett en effekt av ökad järnhalt i plantan (Lönnerdal 2003). Lönnerdal tar i sin sammanfattning även upp andra metoder där man har använt sig av selektiv förädling för att få fram sorter av exempelvis majs med lägre halter av fytater. Studier har sedan visat att dessa modifierade majssorter ger ökad järnabsorption hos människor jämfört med vanlig majs, enligt Lönnerdal (2003). En metod som Lönnerdal (2003) nämner angående fytater är att utveckla växter med höjda halter av enzymet fytas, som spjälkar fytater, vilket har gett resultat av lägre fytathalt i exempelvis bröd. Det behövs dock mer arbete och forskning på området som har stor potential (Lönnerdal 2003).

4. Diskussion och slutsatser

4.1 Diskussion

Animaliska livsmedel utgör den överlägset viktigaste kostkällan till järn generellt. Den främsta anledningen till det är att hemjärn har högre biotillgänglighet än oorganiskt järn (WHO 2012).

Enligt bifogade tabeller från livsmedelsverket så är blodmat det livsmedel som innehåller överlägset högst halter av järn. Dock enligt tabellen i färskt oprocessat tillstånd vilket troligtvis inte är den formen grisblod oftast konsumeras i? Detta kan vara viktigt att ta i beräkning vid mätning och jämförelse av järnhalter i livsmedel eftersom den kan påverkas negativt av processning som exempelvis frysning och kokning (Korus m.fl. 2012). Kanske kan det även påverkas negativt av andra typer av processning som torkning och stekning? Näst efter blodmaten i tabellen kommer torkade pumpa- och sesamfrön, vilka står representerade i torkad form vilket är den form de även oftast konsumeras i. Detta värde skulle jag tolka som mer användbart för mätning av den mängd järn som konsumeras. I tabellen syns även persilja som ligger relativt högt med 3,6 mg järn per 100 g livsmedel. Även i tabellen över livsmedel med de högsta halterna av vitamin C syns persilja, vilket antyder att persilja skulle kunna utgöra en god källa till järn. Det antydandet bekräftas även av Mirdehghan (2010) som menar att bladgrönsaker som bl.a. persilja innehåller så hög halt järn att konsumtion skulle kunna vara betydande för att motverka järnbrist. Brown (2011) skriver också att bladgrönsaker utgör en källa till järn. En faktor som skulle kunna utgöra ett hinder är om persilja samtidigt skulle innehålla stora mängder fytater eller andra antinutrientier vilket skulle kunna kontrolleras med mer forskning.

En inom forskningen nämnd faktor som motsäger att hög konsumtion av persilja är bra för hälsan är förekomsten av furokumariner. Furokumariner är en grupp ämnen som produceras i växter vid stress (Jordbruksverket m. fl. 2008, Dolan m.fl. 2010). Halten varierar mellan olika plantor och mellan olika delar av plantan (Jordbruksverket m. fl. 2008). Furokumariner finns bl.a. i flockblomstriga växter som morot och persilja och har visat sig kunna ha en negativ effekt på hälsan hos människor, dels genom fototoxicitet vilket innebär att rodnad eller sveda uppstår på huden vid kontakt med furokumariner i samband med bestrålning av solljus, dels

genom att vissa furokumariner misstänks ha cancerogena egenskaper (Jordbruksverket m. fl. 2008, Dolan m.fl. 2010). Mer forskning om förekommande halter av och gränsvärden för furokumariner behövs (Jordbruksverket m. fl. 2008). Skulle man kunna påverka förekomsten av även furokumariner med hjälp av förädling eller i odling och lagring av persilja?

Frågan om hur persilja skulle kunna odlas effektivt i stora mängder behöver belysas mer. Är växten relevant ur en hälsoaspekt samt ur en produktionsaspekt att odla som ett baslivsmedel eller näringstillskott? Skulle det vara möjligt att marknadsföra persilja för färsk konsumtion med ett hälsopåstående om en relativt hög järnhalt?

Hallberg m. fl. (1989) visar att ett större intag av askorbinsyra i samband med fytatrika livsmedel förmodligen skulle kunna ha en positiv effekt på järnbristen hos populationer där man traditionellt äter mycket fytatrika livsmedel. Kanske skulle en användning av askorbinsyra kunna ge bättre resultat på fytateffekten än att öka köttkonsumtionen eftersom askorbinsyra i denna undersökning visade sig utgöra en större påverkan? En annan lösning skulle kunna vara att minska på mängden livsmedel från växtriket och därmed antinutrientier som fytater för att ersätta med ökat köttintag, men det skulle i sådant fall strida mot många av dagens rekommendationer om kost, hälsa och miljöpåverkan som florerar i samhället, vilka ofta pekar på att ett högre intag av frukt och grönsaker vore fördelaktigt.

Ravindran m. fl. (1994) visar i deras undersökning där halten fytater mättes att en svårighet med den typen av undersökning är att produkterna som ingick innehåller både fytater och fibrer samtidigt vilka båda anses ha en inhibiterande effekt på absorptionen av järn hos konsumenten. För att få kompletterande resultat skulle det kunna vara en fördel att separera fibrer och fytater och undersöka dem var för sig.

House (1999) nämner i sin sammanfattande artikel ett antal studier där avvikande resultat har redovisats. Resultat som pekat på att fytater och polyfenoler har haft mindre effekt på absorptionen av järn än vad andra undersökningar visat. Kan detta bero på de olika förutsättningarna för försöken? Eller på att fytater och polyfenoler har mindre effekt på järnupptaget än vad tidigare undersökningar pekat på? De olika resultaten skulle kanske också kunna bero på att studierna med de avvikande resultaten har i likhet med Ravindran m. fl. (1994) mätt järnupptaget utan att ta med övriga ämnen i beräkning, tex ämnen som askorbinsyra som har motverkat den hämmande effekten av fytater?

Hallberg m.fl. visar i sin undersökning (1991) att kalciumklorid i vetebröd tydligt reducerade absorptionen av järn hos 126 försökspersoner. Detta beror på att kalciumet dels har en direkt inverkan på absorptionen av järn samt även en indirekt inverkan på järnet genom att kalciumet motverkar en degradering av fytater menar Hallberg m.fl. (1991) och Lynch (2000). Mekanismen bakom kalciumets direkta inverkan på absorptionen av järn behöver kartläggas vidare menar Hallberg m.fl. (1991). Hallberg nämner även en provrörsundersökning i sin sammanfattning där mjölk visade sig ha samma indirekta effekt på järnabsorptionen. Dock kunde författaren inte garantera att resultatet enbart berodde på kalciumet i mjölken utan det kunde även finnas påverkan från andra ämnen. Även detta styrker Ravindrans m. fl. (1994) reflektion i deras undersökning om fytater, om att de olika beståndsdelarna behöver separeras för att få ett tillförlitligt resultat vid undersökning av biotillgänglighet.

En studie som motsäger Hallbergs och Lynchs resultat gjordes av Roughead m. fl. (2002). I studien undersöktes om en tillsats av kalcium i ost skulle komma att påverka järnupptaget från en måltid. Resultatet visade att järnupptaget från varken oorganiskt järn eller hemjärn påverkades av kalcium.

Under tillväxten påverkas koncentrationen av mineralämnen i grödor av en mängd komplexa faktorer. Bl.a. faktorer som växtart, jordens egenskaper, klimatmässiga egenskaper och i jorden interaktion mellan olika näringsämnen (Brown 1961, House 1999). Jordens egenskaper påverkar tillgängligheten av järn genom pH-värde samt halten organiskt material. Järnbrist hos växter visar sig ofta som gulnande blad (kloros) och kan i längden leda till minskade skördar (Brown 1961, Guerinot & Yi 1994). Man skulle kunna anta att låg järnhalt eller järnbrist hos växter leder till växter med sämre värde som järnkälla. Därför spelar faktorer som rätt odlingsförhållanden in i produktionen av växter som livsmedel.

4.2 Slutsatser

Upptaget av hemjärn är mer effektivt än upptaget av oorganiskt järn. Upptaget av hemjärn respektive oorganiskt järn påverkas på olika sätt av faktorerna; kostens och den enskilde måltidens sammansättning som innefattar bl.a. järnhalt, övriga påverkande substanser i livsmedlen, järnstatus i kroppen.

Produkter som bladgrönsaker, bl.a. persilja skulle kunna utgöra en god källa till järn. Exempelvis spenat som innehåller järn och låga halter av fytater samt persilja som innehåller relativt höga halter järn och askorbinsyra. Det behövs dock mer forskning om hälsoeffekterna av hög konsumtion av persilja och potentiellt skadliga ämnen som kan finnas i växten.

Ett ökat intag av askorbinsyrarika livsmedel i samband med intag av järn skulle kunna förbättra för grupper av människor som är extra utsatta för järnbrist.

Det behövs mer forskning på området och när det gäller forskningsmetoderna skulle det kunna ge mer tillförlitliga resultat att separera näringsämnet som ska undersökas, från ämnen som inte har en funktion i studien men som kan ge oönskade bieffekter på resultatet.

Arbetet med att förbättra växter som en källa till essentiella näringsämnen pågår och det finns stor potential för framtiden inom området. De tre huvudspåren går ut på att med hjälp av bioteknik utveckla växter med en ökad koncentration av det aktuella näringsämnet, växter med en ökad koncentration av ämnen som påverkar järnupptaget positivt eller växter med minskad halt av ämnen som påverkar järnupptaget negativt.

5. Referenser

- Aghili F., Khoshgoftarmanesh A. H., Afyuni M., Mobli M., (2009). Relationships between fruit mineral nutrients concentrations and some fruit quality attributes in Greenhouse Cucumber. *Journal of Plant Nutrition*. Volym 32, sid. 1994–2007
- Brown (1961) Iron chlorosis in plants. *Academic Press Inc. Advances in Agronomy*. Volym 13, sid. 329-366
- Brown A. (2011). Understanding food -principles and preparation, 4 ed., University of Hawaii at Manoa, Wadsworth Cengage Learning
- Charlton R.W., Bothwell T.H. (1983). Iron absorption. *Annual Medical Reviews*. Volym 34, sid. 55–68
- Context Publications. (2003). British library cataloguing in publication data, The Crop Nutrition Directory, Leicestershire, England
- Disler P. B., Lynch, S. R., Chadton R.W., Torrance J. D., Bothwell T. H. (1975) The effect of tea on iron absorption. *British Medical Journal*. Volym 16, iss 3, sid. 193 -200
- Dolan L., Matulka R., Burdock G. (2010) Review, Naturally occurring food toxins. *Toxins-Open Access Journal*. Volym 2, sid. 2289-2332
- Guerinot M.L., Yi Y., (1994). Iron: Nutritious, noxious and not readily available. *Plant Physiology*. Volym 104, sid. 815-820
- Hallberg L., (1981). Bioavailability of dietary iron in man. *Annual Reviews of Nutrition*. Volym 1, sid. 123-147
- Hallberg L., Brune M., Rossander L. (1989). Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 49, sid. 140-144
- Hallberg L., Brune M., Erlandsson M., Sandberg A.-S., Rossander-Hultén L. (1991). Calcium: effect of different amounts on nonheme- and heme-iron absorption in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 53, sid. 112-119
- Hallberg L., Hultén L., Gramatkovski E. (1997). Iron absorption from the whole diet in men: how effective is the regulation of iron absorption? *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 66, sid. 347-356
- Harrison P.M., Arosio P. (1996) Review, the ferritins: molecular properties, iron storage function and cellular regulation. *Biomicha et Biophysica Acta*. Volym 1275, sid. 161-203
- House W. (1999) Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Research*. Volym 60, sid. 115-141
- Johansson U. (2007). Näring och hälsa, 2:a upplagan, Studentlitteratur

Jordbruksverket, Livsmedelsverket, Statens veterinärmedicinska anstalt (2008). Rapport, del 1 Riskklassificering i primärproduktionen –foder och livsmedelskedjan, Kapitel Furokumariner, sid. 39

Korus A, Lisiewska Z, Słupski J, Gębczyński P. (2012). Effect of different technological and culinary treatments on iron retention, nutritional density and recommended dietary intake in fourteen vegetable species. *International Journal of Food Science & Technology*. Volym 47, nr. 9, sid. 1882–1888

Livsmedelsverket (2012-03-02). Järn.

<http://www.slv.se/sv/grupp1/Mat-och-naring/Vad-innehaller-maten/Salt--mineraler/Jarn-/>
[2013-01-24]

López M.A., Martos F.C. (2004) Iron availability: An updated review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. Volym 55, sid. 597–606

Lynch S.R.. (2000). The effect of calcium on iron absorption. *Nutrition Research Reviews*. Volym 13, sid. 141-158

Lönnerdal B. (2003). Genetically modified plants for improved trace element nutrition. *The Journal of Nutrition*. Volym 133, sid. 1490–1493

McMillan T.J., Johnston F.A. (1951). The absorption of iron from spinach by six young women, and the effect of beef upon the absorption. *The Journal of Nutrition*. Volym 44, sid. 383–398

Miller D., Schricker B., Rasmussen R., Van Campen D. (1981) An in vitro method for estimation of iron availability from meals. *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 34, sid. 2248-2256

Minihane A. M., Rimbach G. (2002). Iron absorption and the iron binding and anti-oxidant properties of phytic acid. *International Journal of Food Science and Technology*. Volym 37, sid. 741-748

Mirdehghan S.H, 2010, Determination of mineral nutrients in some leafy vegetables, Proc. 6th International Postharvest Symposium, Acta Hort. 877

Muñoz M, Villar I, García-Erce JA. (2009). An update on iron physiology. *World Journal of Gastroenterology*. Volym 15, sid. 4617-4626

Nationalencyklopedin (2013). Hemjärn.

<http://www.ne.se/hemjarn>
[2013-01-28]

Peneau S., Dauchet L., Vergnaud A-C., Estaquio C., Kesse-Guyot E., Bertrais S., Latino-Martel P., Hercberg S., Galan P., (2008). Relationship between iron status and dietary fruit and vegetables based on their vitamin C and fiber content. *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 87, sid 1298-1305

Raven P. H. (2005) *Biology of plants*, 7 ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Ravindran V., Ravindran G., Sivalogan S. (1994). Total and phytate phosphorus contents of various foods and feestuffs of plant origin. *Food Chemistry*. Volym 50, sid. 133-136

Rossander L., Hallberg L., Björn-Rasmussen E. (1979) Absorption of iron from breakfast meals. *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 32, sid. 2484–2489

Roughead Z. K., Zito C. A., Hunt J. R. (2002). Initial uptake and absorption of nonheme iron and absorption of heme iron in humans are unaffected by the addition of calcium as cheese to a meal with high iron bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 76, sid. 419-425

Samman S. (2007). Iron. *Nutrition & Dietetics*. Volym 64, sid. 126–130

Saunders A.V., Craig W.J., Baines S.K., Posen J.S. (2012) Iron and vegetarian diets. *The Medical Journal of Australia*. Volym 1, nr. 2, sid. 11–16

The Association of American Medical Colleges, 2013,
<http://themedicalbiochemistrypage.org/heme-porphyrin.php>
[2013-03-25]

Tuntawiroon M., Sritongkul N., Brune M., Rossander Hultén L., Pleehachinda R., Suwanik R., Hallberg L. (1991). Dose-dependent inhibitory effect of phenolic compounds in foods on nonheme-iron absorption in men. *American Journal of Clinical Nutrition*. Volym 53, sid. 554-557

Wills R., McGlasson B., Graham D., Joyce D. (2007). *Postharvest –an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*, 5 ed., University of New South Wales Press Ltd

World Health Organization (WHO), Food and agricultural organization (FAO). (2004). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*, 2 ed. Kapitel 13, iron

World Health Organization (WHO). (2012). *Entre Nous –The european magazine for sexual and reproductive health*. Volym 75, kapitel 14 Iron and Health

World Health Organization (WHO). (2013). *Micronutrient deficiencies*.
<http://www.who.int/nutrition/topics/ida/en/index.html>
[2013-01-25]

Bilaga

Exempel på järnhalt i växt- respektive animaliska livsmedel

Exempel på järnhalt i växtbaserade livsmedel

Näringsvärden per 100 gram livsmedel

Livsmedelsnamn	Järn (mg)
Pumpafrön squashfrön torkade	15,0
Sesamfrön torkade	14,6
Kruskakli grovt vetekli	11,0
Vetekli	11,0
Nässlor	10,0
Sojaböner torkade	8,4
Vetegroddar	8,0
Mungböner torkade	7,7
Bondböner torkade	7,1
Kikärter torkade	6,9
Röda böner torkade	6,9
Linser torkade	6,8
Solrosfrön torkade	6,8
Pistaschnötter	6,7
Cashewnötter	6,0
Linfrön torkade	5,7
Havregryn fullkorn ångprep el havremjöl fullkorn	5,3
Sötmandel torkad	5,2
Bruna böner torkade	5,0
Vetekross veteflingor fullkorn ångprep	5,0
Hirs fullkorn hela el krossade korn	4,8
Dinkel	4,4
Frukt torkad	4,0
Sojamjöl fett ca 20%	4,0
Bovete hela el krossade korn	3,8
Jordärtskocka kokt	3,7
Hasselnötter	3,6
Korngryn kornflingor fullkorn ångprep	3,6
Persilja blad	3,6
Korrmjöl fullkorn	3,5
Jordärtskocka	3,4
Jordnötter torkade	3,2
Linsgroddar	3,2
Gröna linser torkade kokta m salt	3,2
Röda linser torkade kokta m salt	2,7
Fänkål	2,7
Sojaböner torkade kokta u salt	2,7

Gula ärter kokta m salt	2,6
Bulgur	2,5
Paranötter	2,4
Russin	2,4
Fikon torkade	2,2
Glasnudlar	2,2
Linser torkade kokta u salt	2,1
Pekannötter	2,1
Sojabönsgroddar	2,1
Valnötter	2,1
Gröna ärter	2,0
Katrinplommon 32,5 % vatten	2,0
Mannagryn	2,0
Spenat	2,0

Exempel på järnhalt i köttprodukter

Näringsvärden per 100 gram livsmedel

Livsmedel	Järn (Mg)
Blod gris	39,5
Blod nöt	35,5
Blodpudding blodkorv fett 19%	17,7
Gåsleverpastej rökt konserv	8,0
Leverpastej bredbar fett ca 10%	5,5
Hjort ryggbiff svensk	3,3
Gås	2,6
Hamburgare stekt fryst	2,4
Grytbitar nöt	2,3
Hamburgare fett ca 17% stekt	2,3
Fläskfilé gris stekt i skivor	1,8
Fläskkotlett gris stekt	1,8
Lammkotlett	1,6
Fläskkotlett gris fettkant 5 mm	1,5
Grytbitar gris	1,5
Fläskfilé gris	1,5
Falukorv stekt	1,3
Köttfärssås på nötfärs	1,2
Falukorv fett 23%	1,2
Kyckling	0,9
Kycklingbröstfilé u skinn	0,7
Kycklingburgare McDonalds	0,7
Köttfärssås grisfärs	0,6
Bacon gris	0,6