

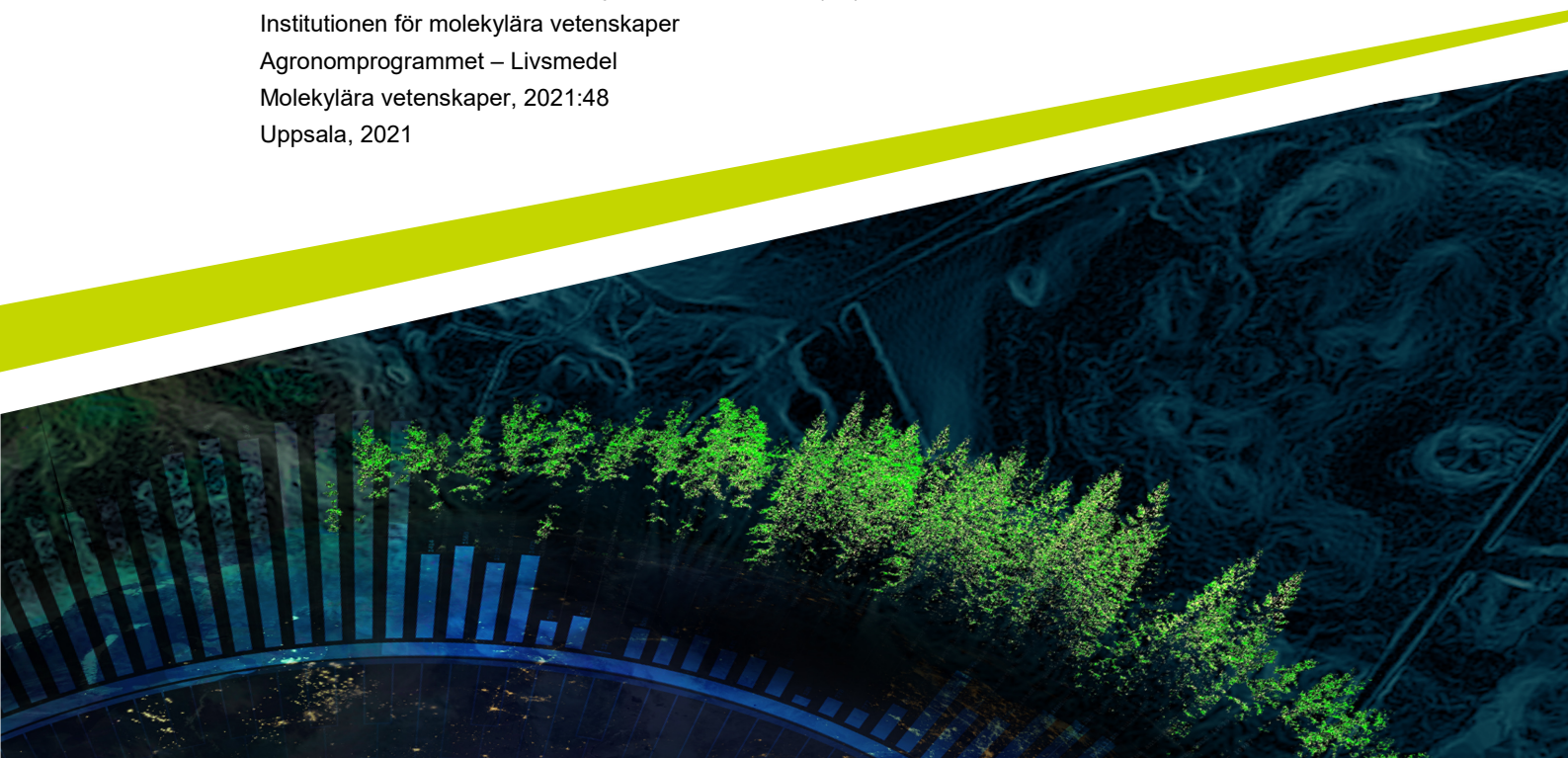


Fullkornsintag bland barn och unga – analys av data från Livsmedelsverkets matundersökning

Intake of whole grain among young people and children – Analysis of data from the Swedish Food Agency's food survey

Amina Laallam

Examensarbete/Självständigt arbete • (15 hp)
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)
Institutionen för molekylära vetenskaper
Agronomprogrammet – Livsmedel
Molekylära vetenskaper, 2021:48
Uppsala, 2021



Fullkornsintag bland barn och unga

Analys av data från Livsmedelsverkets matundersökning Riksmaten ungdom.

Amina Laallam

Handledare: Annica Andersson, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, institutionen för molekylära vetenskaper.
Examinator: Roger Andersson, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, institutionen för molekylära vetenskaper

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Livsmedelsvetenskap
Kurskod: EX0669
Program/utbildning: Agronomprogrammet – Livsmedel
Kursansvarig inst.: Molekylära vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2021
Serietitel: Molekylära vetenskaper
Delnummer i serien: 2021:48

Nyckelord:

alkylresorcinoler, fullkorn, biomarkörer, matundersökningar, Livsmedelsverket

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakultet för naturresurser och jordbruksvetenskap (NJ)

Institution för molekylära vetenskaper

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Det finns många studier som visar ett samband mellan låg frekvens av insjuknande i metabola sjukdomar och ett högt fullkornsintag. Hälsoeffekter relaterade till fullkorn beror på dess rika innehåll på vitaminer, mineraler och kostfibrer. Hälsoeffekter kan kartläggas och studeras på befolkningens matvanor och livsstil genom nationella studier och matundersökningar. Riksmaten Ungdom är en nationell matundersökning som genomfördes åren 2016–2017 av Livsmedelsverket och är den första matundersökning gjord för att kartlägga barn och ungas matvanor och livsstil.

Syftet med denna uppsats är att undersöka om det finns en korrelation mellan registrerat fullkornsintag och biomarkörer för fullkorn, så kallade alkylrescinoler (AR) i blodprover. I denna undersökning görs avgränsning till analys av data från endast en dag. Fullkornsintag gäller bara det från vete, råg och korn. Frågeställning som uppsatsen också avser besvara är vilka sädeslag fullkornsintaget härrör ifrån och om fullkornsintaget skiljer sig från kostrekommendationerna. I matundersökningen Riksmaten fick ca 1000 deltagare utöver kostregistrering i RiksmatenFlex och 24-timmarintervju även lämna blodprover. Data om fullkornsintag samt analys av AR i deltagarnas blodprover användes för att besvara frågeställningar i detta arbete.

Metoden som användes för kvantifiering av AR innefattar stegen separering av den organiska fasen, tvättning av neutrala lipider, derivatisering och slutligen analys i GS-MS.

Resultaten visar att det inte finns någon korrelation mellan rapporterat fullkornsintag och analyserad halt AR i blodplasma, varken för RiksmatenFlex ($R^2=0,0134$) eller för 24-timmarintervju ($R^2=0,0054$). Resultaten visar också att majoriteten av deltagarna åt väldigt liten mängd fullkorn, och att den huvudsakliga spannmålskällan för fullkornsintaget var vete. Emellertid, visar tidigare studier att en stark korrelation finns mellan AR i blodplasma och registrerat intag av fullkorn (Landberg 2009). En förklaring till avsaknad av korrelation i denna studie är rimligen att de flesta deltagarna åt väldigt lite fullkorn, vilket innebär att spridningen av data var liten.

Nyckelord: alkylrescinoler, fullkorn, biomarkörer, matundersökning, Livsmedelsverket

Abstract

It has been shown in many studies that there is a link between low frequency of metabolic diseases and high intake of whole grain. The health effects related to whole grain depend on the high content of vitamins, minerals, and dietary fibres in whole grain). The health benefits can be studied on populations food habits and lifestyle through national food surveys. Riksmaten Ungdom is a national food survey done year 2016-2017 by the Swedish National Food Administration and is the first survey done to study children's and young people's food intake and lifestyle

The aim of this essay is to investigate if there is a correlation between reported intake of whole grain and biomarkers for whole grain, so-called alkylresorcinols (AR) in blood samples. In this thesis the data is limited to one day. The intake of whole grain applies only wheat, rye and barley. The essay will also answer the question about which cereal the whole grain intake originated from and if the intake differs from the recommendation. In the Riksmaten food survey, blood samples from approximately 1,000 participants were taken in addition to diet registration in RiksmatenFlex and a 24-hour interview. Data on whole grain intake and analysis of AR in the participants' blood samples were used to answer questions in this work.

The method used for quantification of alkylresorcinols (AR) which is the biomarker for whole grain from wheat, rye and barley includes separation of the organic phase, washing of neutral organic compound, derivatization and finally analysis in GS-MS for quantification of AR

The results show that there was no correlation between reported whole grain intake and AR concentration in the blood, neither for RiksmatenFlex ($R^2= 0,0134$) nor for the 24h recall ($R^2=0,0054$). The results also show that the majority of the participants ate very little whole grain, and that the main source of whole grain was wheat. However, earlier studies have shown that there is a strong correlation between AR in blood plasma and registered intake of whole grain (Landberg 2009). A reasonable explanation for the results in the present study is that most of the participants eat very little whole grain, meaning that the distribution of the data was small.

Keywords: alkylresorcinols, whole grain, biomarkers, food survey, Swedish National Food Administration

Tackord

Jag vill framföra ett stort tack till alla som stöttat mig under arbetets gång.

Jag riktar ett särskilt stort tack till min handledare Annica Andersson som väglett mig till arbetes slut. Tack för ditt tålamod och stöd genom hela processen.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	10
Figurförteckning.....	11
Förkortningar.....	12
1. Inledning.....	13
1.1. Livsmedelsverkets nationella matundersökningar	13
1.1.1. Senaste matundersökningen – Riksmaten Ungdom	13
1.2. Analys av fullkorn	14
1.2.1. Riksmatens analys av fullkornsintag.....	14
1.3. Syfte.....	15
2. Bakgrund	16
2.1. Spannmål.....	16
2.1.1. Spannmålets anatomi och kemiska sammansättning	16
2.2. Fullkorn	17
2.2.1. Intag samt kostråd kring fullkorn.....	17
2.2.2. Fullkornets hälsoeffekter.....	18
2.3. Resultat från Riksmaten Ungdom	18
2.4. Mätning av fullkornsintag via blodprov med hjälp av biomarkörer Alkylresorcinoler.....	19
3. Metod	21
3.1. Kvantifiering av alkylresorcinol-homologer i deltagarnas blodprover	21
3.1.1. Extraktion från blodserum.....	21
3.1.2. Standardkurva för uträkning av AR- koncentration i blodproverna.....	21
3.1.3. Rening av prover genom silylering	21
3.1.4. Derivatisering	22
3.1.5. Analys i GS-MS för kvantifiering av AR	22
3.2. Beräkning av fullkornsintag via Riksmaten Ungdom	22
3.2.1. Riksmaten Ungdoms webbaserad kostregistrering och enkätformulär. Error! Bookmark not defined.	

4. Resultat	24
4.1. Alkylresorcinoler i blodplasma.....	24
4.2. Fullkornsintag hos deltagarna	25
4.3. Korrelation mellan Alkylresorcinoler intaget via kosten och uppmätta halter i blodprover	25
5. Diskussion	27
6. Referenslista	29

Tabellförteckning

Tabell 1. Koncentrationer av AR homologer i blodplasma (nmol/L).....24

Figurförteckning

Figur 1. Förenklad schematisk bild över en kärnas uppbyggnad med de tre beståndsdelarna endosperm, grodd och kli markerade.....	16
Figur 2. De mest förekommande alkylresorcinolerna i spannmål. De vanligaste homologerna har udda antal kolatomer i alkylkedjan (C17:0 – C25:0 uppifrån och ner) (från Landberg, 2009).....	19
Figur 3. Fördelning av AR i plasma hos deltagarna	25
Figur 4. Korrelation mellan total AR-koncentration och fullkornsintag (g/MJ) från RiksmatenFlex.....	26
Figur 5. Korrelation mellan total AR-koncentration och fullkornsintag (g/MJ) från 24-timmarsintervjun.	26

Förkortningar

För att underlätta för läsaren kan du göra en lista i bokstavsordning med vanligt förekommande förkortningar. Här har du en tabell som du kan använda för att skapa din lista. Se exempel nedan:

AR	Alkylresorcinoler
TFAA	trifluoroacetic anhydride

1. Inledning

Felaktig kost är en av faktorerna som kan leda till uppkomst av diabetes typ-2, hjärt- och kärlsjukdom, tjocktarmscancer och fetma (Landberg *et al.* 2008a; Livsmedelsverket 2021a). Enligt Livsmedelsverket (2021a) riskerar en fjärdedel av Sveriges befolkning att insjukna eller dö av dessa så kallade välfärdssjukdomar, även kallade metaboliska sjukdomar. Sjukdomarna har en tendens att utvecklas över en lång tid och därför spelar goda matvanor en viktig roll. Dock finns det studier som visat ett samband mellan högt fullkornsintag och lägre risk för dessa sjukdomar (Aune *et al.* 2011; Ye *et al.* 2012). Fullkorn innehåller nämligen kostfibrer, vitaminer, mineraler och bioaktiva komponenter som bidrar till en frisk tarmhälsa (Landberg *et al.* 2008b; Veronese *et al.* 2018). Trots att fullkorn i sig inte är ett essentiellt näringsämne finns rekommendationer om dagligt intag (NNR 2021).

1.1. Livsmedelsverkets nationella matundersökningar

Data som samlas genom Livsmedelsverkets nationella matundersökningar som Riksmaten Ungdom bidrar med information om matvanor och trender bland grupper i befolkningen. Information om hur mycket och vad man äter kan användas för att se om kostrekommendationer efterföljs eller fungera som underlag för hälsofrämjande arbeten (Warensjö Lemming *et al.* 2018a).

1.1.1. Senaste matundersökningen – Riksmaten Ungdom

Livsmedelsverket har genomfört fem rikstäckande matundersökningar varav den senaste, kallad för Riksmaten Ungdom, är den första som kartlägger ungas matvanor. Denna undersökning genomfördes år 2016–2017 och deltagarna bestod av ungdomar i årskurs 5 och 8 i grundskolan, samt årskurs 2 i gymnasiet från 150 slumpmässigt utvalda skolor från hela landet (Warensjö Lemming *et al.* 2018b). Ungdomarnas kostintag registrerades med hjälp av en webbaserad metod kallad RiksmatenFlex samt 24-timmarsintervjuer. Biomonitorering användes för att validera resultatet.

För att ta reda på energiåtgången vid fysisk aktivitet fick deltagarna bära en accelerometer under sju dagar. Längd och vikt uppmättes och fyrtio procent (ca 1 000 deltagare) av ungdomarna slumpades ut till att lämna blod och urinprover för bedömning av bland annat näringsstatus.

1.2. Analys av fullkorn

Biomonitorering innebär analys av ämnen, så kallade biomarkörer, i kroppen för att undersöka innehållet av näringsämnen eller toxiner. Man undersöker detta i till exempel blod, urin eller bröstmjolk (Livsmedelsverket 2020).

Det är idag möjligt att ta reda på hur mycket fullkorn man äter med hjälp av biomarkörerna alkylresorcinoler (AR). De är en grupp fenoliska lipider som bara förekommer i de yttre delarna, det så kallade kliet, i spannmålskärnan hos vete, råg och korn. Deras resistens mot nedbrytning i matspjälkningsystemet och förmåga att detekteras i blodplasma, urin och fettvävnad samt den höga koncentrationen i kliet i spannmålen gör dem till bra biomarkörer för fullkorn. AR mäter fullkorn från vete, råg och korn men inte från havre. Anledningen till att AR inte kan detekteras i havre är att havre saknar dessa biomarkörer (Landberg *et al.* 2019). Genom mätningar av förhållandet mellan olika typer av AR kan man även härleda ursprunget av fullkorn (Landberg 2009).

1.2.1. Riksmatens analys av fullkornsintag

Riksmaten Ungdom gav information om elevernas intag av energigivande näringsämnen samt dess fördelning. Även en utförlig livsmedelskonsumtion kunde kartläggas, bland annat intaget av livsmedel som innehåller fullkorn (Warensjö Lemming *et al.* 2018b). Enkätfrågor besvarades och kostregistrering gjordes med hjälp av ett webformulär kallat RiksmatenFlex samt 24-timmarsintervjuer. Kostregistrering skedde under tre tillfällen men då den andra kostregistreringen hölls på samma dag som blodprovstagning och servering av mellanmål inkluderas inte dag två i data (Lindroos *et al.* 2019). Med hjälp av biomonitorering, där AR användes som biomarkör för fullkorn, var det möjligt att fastställa hur mycket fullkorn deltagarna i studien åt. Den laborativa analysen av AR-koncentrationen på blodproverna gjordes som en del av detta kandidatarbete.

För att kunna besvara frågeställningarna inleds detta arbete med att redogöra för vad fullkorn är och hur de bidrar med god hälsa, samt vad AR är och hur de kan användas för att ta reda på fullkornsintag och dess ursprung.

1.3. Syfte

Detta arbete är baserat på Livsmedelsverket rikstäckande matundersökning Riksmaten Ungdom som gjordes 2016–2017. Syftet med detta arbete är att studera om det finns en korrelation mellan rapporterat intag av fullkorn och AR-koncentrationerna i deltagarnas blodplasma. En korrelation innebär att deltagarnas svar om fullkornsintag från webbformuläret RiksmatenFlex samt telefonintervjun stämmer överens med deltagarnas uppmätta mängd fullkornsintag via biomonitorering.

Frågeställning

- Hur mycket fullkorn åt eleverna och hur väl det ligger i linje med livsmedelsverkets kostråd?
- Vilka sädesslag kom fullkornsintaget ifrån?
- Finns det en korrelation mellan kostregistrering av fullkornsintag och AR-koncentrationer i blodet?

Avgränsning

- Havre inkluderas inte i detta arbete. Fokus ligger på analys av AR vilket är begränsat till vete, råg och korn.
- Data från endast dag ett, och inte från dag ett och tre som användes i rapporten Riksmaten Ungdom.

2. Bakgrund

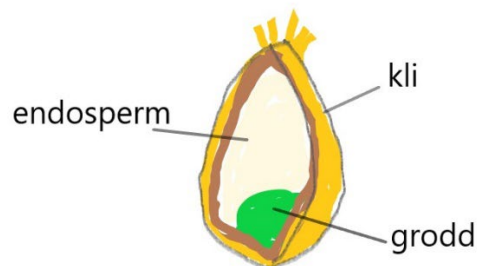
I bakgrunden ges information om vad fullkorn är och vad det är som gör det bra för hälsan, samt vilka gränsvärden och rekommendationer som gäller för fullkornsintaget idag. Slutligen beskrivs hur fullkornsintag och ursprung (dvs vilket spannmålslag fullkornsintaget härrör ifrån) kan analyseras med hjälp av biomarkörerna AR.

2.1. Spannmål

Cerealier, även kallade spannmål är en huvudkälla för energi, kolhydrater och kostfibrer samt en signifikant proteinkälla i många delar av världen (Landberg *et al.* 2019). I kategorin cerealier ingår vete, råg, havre och korn, samt ris, majs, durra, hirs och spelt. I de nordiska länderna är vete, råg och havre de mest konsumerade spannmålen (Frølich *et al.* 2013).

2.1.1. Spannmålets anatomi och kemiska sammansättning

Spannmål tillhör gräsfamiljen Gramineae. Spannmål är en benämning på sädeslagens mogna frukt eller kärna som omsluts av en frökapsel. Själva kärnan består av tre morfologiskt avgränsade delar som benämns endosperm, grodd och kli vilket kan ses i figur 1. Dessa tre delar är sedan täckta av blomfjäll som hos vete och råg faller av vid tröskning. Hos havre och korn sitter blomfjällen kvar och behöver avlägsnas innan förtäring med undantag för korn som används till ölproduktion (Hoseney 1994),



Figur 1. Förenklad schematisk bild över en kärnas uppbyggnad med de tre beståndsdelarna endosperm, grodd och kli markerade.

Endosperm är den största beståndsdel och utgör ca 80 % av kärnan hos vete. Det är stärkelserikt och dess funktion är att tjäna som energilager när fröet gror till en ny planta (Hoseney 1994).

Grodden utgör endast 2–3 % av kärnan (Hoseney, 1994), och är den vitala delen i plantan. I den återfinns embryot omslutet av ett tunt skyddande cellager kallad scutellum. Grodden är rik på protein, fett, vitaminer och mineraler som är essentiella för plantans tillväxt. Slutligen omsluts endosperm och grodd av kliet, som består av fruktskal, fröskal och aleuronlager och innehåller mycket kostfibrer, vitaminer och mineraler (Hoseney 1994).

Fördelningen mellan endosperm, grodd och kli skiljer sig åt mellan spannmålsslag och även inom arten. Detta innebär att näringsammansättningen också kan variera (Frølich *et al.* 2013).

2.2. Fullkorn

Enligt Nordiska Näringsrekommendationer refererar begreppet fullkorn till en intakt, mald eller krossad kärna som har alla beståndsdelar representerade i samma andel som i de ursprungliga proportionerna. Detta innebär att vid sönderdelning av kärnan (t ex malning) måste alla delar (endosperm, grodd och kli) tillsättas till mjölet för att kunna märkas som fullkornsmjöl.

Nordiska Nyckelhålmärkningen är en symbol som förekommer i livsmedelsvaror i Sverige. Symbolen ska hjälpa konsumenterna att välja bättre alternativ inom samma livsmedelskategori. Med bättre alternativ menas att produkten innehåller mindre salt och socker, högre halt fullkorn och kostfibrer samt fett med bättre fettsyrasammansättning än alternativen. Det ställs olika krav för märkning beroende på livsmedelsgrupp. För märkning av fullkornsmjöl krävs att 100% av ingredienserna är fullkorn med en fiberhalt på minst 6 g fibrer/100 g (Livsmedelsverket 2021c). Vidare krävs ett innehåll på minst 50% fullkorn och minst 6 g fibrer/100 g för fullkornspasta. För mjukt fullkornsbröd krävs minst 30% fullkorn och en fiberhalt på minst 5 g/100 g. Utöver halten fullkorn och kostfibrer tillkommer även krav på mängd socker, salt och fett (Livsmedelsverket 2021b).

2.2.1. Intag samt kostråd kring fullkorn

Kostråden kring fullkorn är baserade på de positiva hälsoeffekter man har uppvisat (Landberg *et al.* 2008a; Frølich *et al.* 2013). Studier visar att både vuxna och barn som äter fullkorn har bättre hälsoparametrar. Livsmedelsverkets rekommendationer för fullkornsintag ligger på 70 gram per dag för kvinnor och 90 gram per dag för

män. Barn från tioårsåldern ska enligt NNR följa vuxnas rekommendation gällande kostråd (Livsmedelsverket; Warensjö Lemming *et al.* 2018b; NNR 2021).

Enligt Livsmedelsverket (2010) äter endast 12 % av vuxna i Sverige tillräckligt mycket fullkornsprodukter jämfört med rekommendationerna.

2.2.2. Fullkornets hälsoeffekter

Många studier har visat en koppling mellan högt fullkornsintag och positiva hälsoparametrar (Aune *et al.* 2011; Ye *et al.* 2012). Detta beror på att fullkorn innehåller kostfiber, mineraler, vitaminer, bioaktiva ämnen och antioxidanter. Kostfibrer består av bland annat cellulosa och β -glukan som i flera studier visat på goda hälsoeffekter (Veronese *et al.* 2018). Mineraler och vitaminer behövs för flera funktioner i kroppen till exempel järn för upptagning av syre i blodet. Antioxidanter skyddar mot fria radikaler som har en central roll i utveckling cancer (Abrahamsson *et al.* 2013).

Kostfibrer är bra för hälsan på olika sätt, beroende på om de är lösliga eller olösliga. Kostfibrer bryts inte ner av endogena enzymer i människans mag- och tarmkanal. De lösliga kostfibrerna når tjocktarmen mer eller mindre intakta och utgör näring för tarmens bakterier. Vid nedbrytning av kostfibrerna bildas kortkedjade fettsyror som bidrar till en frisk tarm (Abrahamsson *et al.* 2013) De olösliga kostfibrerna förblir intakta, och deras hälsoeffekter beror på att de binder till sig stora mängder vatten vilket ökar tarminnehållets volym. Denna volymökning av avföring stimulerar mekaniskt tarmcellerna vilket leder till snabbare cellförnyelse och att patogena celler inte får en chans att föröka sig. Volymökning innebär också att avföringen blir mjukare och passerar snabbare genom tjocktarmen vilket även minskar risken för förstoppning (Abrahamsson *et al.* 2013; Veronese *et al.* 2018).

Eftersom kostfibrer inte ger någon energi och fullkorn ger ökad mättnadskälla, innebär det en lägre risk för att drabbas av fetma om man äter mer fullkorn (NNR 2021).

Fullkorn påverkar också blodsockernivån och kolesterolhalten i blodet positivt (Ciudad-Mulero *et al.* 2019), men trots att det finns flera studier gjorda på hur enskilda komponenter i fullkorn bidrar till god hälsa är uppfattningen att dessa komponenter verkar i synergi (Abrahamsson *et al.* 2013).

2.3. Resultat från Riksmaten Ungdom

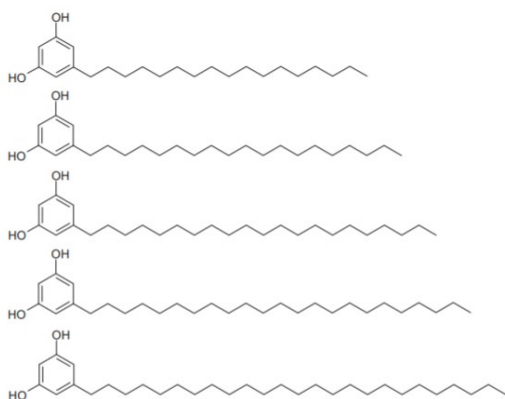
Resultaten i korthet visade att deltagarna i studien Riksmaten Ungdom åt för mycket av rött kött och chark och hade ett för lågt intag av grönsaker och frukt. I

studien framgick det också att en femtedel av deltagarnas kaloriintag kom från sötsaker så som godis, kakor, snacks och läsk. Man fann även att var femte elev led av övervikt eller fetma (Warensjö Lemming *et al.* 2018b). Vidare såg man att 95% av deltagarna konsumerade bröd. Ca 40 % åt pasta och 40 % åt frukostcerealier. Detta lyfts fram eftersom bröd, pasta och frukostcerealier är livsmedel som kan vara goda källor för fullkorn.

2.4. Mätning av fullkornsintag via blodprov med hjälp av biomarkörer Alkylresorcinoler.

AR som är en grupp fenoliska lipider förekommer i en rad växter, svampar och bakterier men med molekylära strukturella skillnader. De vanligaste AR i spannmål är 5-n-alkyl-1,3-dihydroxy-benzen-derivat med udda antal kolatomer (17–25) i alkylkedjan (figur 2), och dessa finns inte ibland andra livsmedel. Hela 99% av AR återfinns i kliet hos spannmål, vilket gör dem till utmärkta biomarkörer för fullkorn. I kliet förekommer även en rad bioaktiva komponenter, vitaminer och mineraler (Wu 2017). Det finns även studier som visat att AR från cerealier har antibakteriella egenskaper samt ett visst skydd mot cancer (Ross *et al.* 2003). Vilken funktionell roll AR har hos växter är däremot okänt (Landberg *et al.* 2008b).

AR tas upp i tarmsystemet på ett liknande sätt som tokoferoler. AR tas upp i den övre mun-, mag- och tarmkanalen med hjälp av lipoproteinerna kylomikroner vars uppgift är att transportera lipider från tarmen ut till blodet (Landberg 2009; KI 2021). Molekylerna bryts inte ner och ansamlas i blodplasma, urin och fettvävnad. Mängd intaget fullkorn är därför starkt korrelaterat till AR-koncentrationer i plasma, fettvävnad och urin. Halveringstiden för AR är ca 4,5 h (Landberg 2009).



Figur 2. De mest förekommande alkylresorcinolerna i spannmål. De vanligaste homologerna har udda antal kolatomer i alkylkedjan (C17:0 – C25:0 uppifrån och ner) (från Landberg, 2009).

Förutom att koncentrationen av AR i plasma korrelerar starkt med intaget fullkorn så kan förhållandet mellan AR-homologerna C17:0 och C21:0 ge information om fullkornet kommer ifrån råg, vete eller korn. Förhållandet mellan C17:0/C21:0 är ca 1,0 för råg, 0,1 för vete och 0,05–0,46 för korn (Landberg 2009).

3. Metod

3.1. Kvantifiering av alkylresorcinol-homologer i deltagarnas blodprover

AR i deltagarnas blodprover kvantifierades för att få fram resultat om hur mycket fullkorn från vete, råg och korn de åt. AR analyserades enligt den metod som beskrivs av Wierzbicka et al. (2015) och utfördes kortfattat enligt följande.

3.1.1. Extraktion från blodserum

Plasma (200 μ l) pipetterades till respektive provrör innehållande 15 μ l AR internstandardmix och omskakades med vortex i 1 min. AR interstandardmix bestod av AR-homologerna C20:0, C22:0, C24:0 samt C26:0. Plasman extraherades därefter med 3 ml dietyleter under 2 min i vortex. Provrör innehållande plasma och dietyleter sänktes ner i bad bestående av torris i etanol för att sänka temperaturen av vattenfasen i rören till fryspunkt. Den organiska fasen i provrören hölls av och samlades upp i nya provrör. Extraktionen utfördes totalt tre gånger. Därefter sattes provrör innehållande all uppsamlat extrakt i 35 °C värmeblock för indunstning.

3.1.2. Standardkurva för uträkning av AR- koncentration i blodproverna

För att göra en standardkurva användes 9 olika koncentrationer från 0,5 till 60 nmol l⁻¹ av AR-homologerna C17:0, C19:0, C21:0, C23:0 samt C25:0. AR-lösningarna (100 μ l) pipetterades till respektive provrör innehållande AR internstandardmix (15 μ l) och 2,9 ml 2 % myrsyra i metanol tillsattes. Provrören förslöts med lock i väntan på avdunstning innan silylering.

3.1.3. Rening av prover genom silylering

För silylering användes SPE Roboten Gilson GX-274 med Oasis Max-kolonner. SPE-patronen konditionerades med 1 ml 0,1 M NaOH i MeOH (3:7, v/v) vid ett flöde på 1 ml min⁻¹. Proverna laddades vid samma flöde och neutrala organiska

komponenter tvättades bort med 3 ml MeOH (1 ml min⁻¹). AR eluerades sedan ut med 2% myrsyra i MeOH (2 ml). AR-eluatens samt standardlösningarna indunstades i 60 °C värmeblock.

3.1.4. Derivatisering

För derivatisering pipetterades trifluoroacetic anhydride (TFAA) (200 µl) till provrör med indunstat plasmaextrakt. Proverna förslöts med lock, omskakades i 30 s i vortex och ställdes på 40 °C värmeblock i 30 min. Proverna överfördes till GC vialer med insatser och indunstades därefter i 60 °C värmeblock. Därefter löstes proverna i Undecane (15 µl), förslöts med lock och omskakades med vortex.

3.1.5. Analys i GS-MS för kvantifiering av AR

Proverna analyserades med GC-MS (Finnigan TM Trace GC Ultra Gas chromatograph coupled to a Finnigan Trace DSQ II mass detector, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) med en ZB-5MS kolonn (15m×0.25mm×0.25 µm, Zebron). Helium användes som bärargas med ett flöde på 1,0 ml min⁻¹.

Temperaturen var 250 °C i jonkällan. Ugnstemperaturen var 200 °C i 2 min, därefter ökade den till 310 °C under 2,2 min och hölls sedan konstant på 310 °C i 5 min. 2 µl av proverna injicerades i injektorn och kvantifierades enligt metodbeskrivningen (Wierzbicka *et al.* 2015).

3.2. Beräkning av fullkornsintag via Riksmaten Ungdom

I matundersökningen Riksmaten Ungdom erbjöds totalt 5 145 elever att delta i studien och 3 099 elever genomförde undersökningen med fullständig information. Undersökningen skedde klassvis men med slumpade skolor runt om i hela landet.

Fullkornsintag i detta kandidatarbete beräknades utifrån insamlad data från den webbaserade kostregistreringen RiksmatenFlex och från 24-timmarsintervjuer samt biomonitorering från dag 1 (Warensjö Lemming *et al.* 2018a; Lindroos *et al.* 2019).

3.2.1. RiksmatenFlex och 24-timmars intervju

I denna uppsats används endast data från dag ett till skillnad ifrån Livsmedelsverkets undersökning där data från dag ett och tre användes. Data från dag två utesluts från både denna uppsats samt Livsmedelsverkets undersökning då det sammanföll med blodprovstagning. Under denna dag serverades mellanmål för deltagarna (Warensjö Lemming *et al.* 2018a).

Deltagarna fick besvara frågor om matvanor, livsstil och socioekonomisk bakgrund i RikmatenFlex webformulär. Vid kostregistrering fanns det möjlighet att välja mellan totalt 2 300 livsmedel ordnade i olika kategorier. Stor vikt lades på att användarvänligheten vid utformningen av webformuläret så att det passar skolelever. Detta i form av till exempel tydliga bilder och rubriker för varje livsmedel. Energi och näringsintag kunde enkelt beräknas med hjälp av metoden som hade data på näringsinnehåll kopplat till alla livsmedelsalternativen i listan. Deltagarna genomförde även 24-timmarsintervjuer som innebär en kostregistrering av allt de ätit och druckit det senaste dygnet.

4. Resultat

Resultat från biomonitorering, data från kostregistrering i RiksmatenFlex samt 24-timmarsintervjun presenteras för att kunna besvara frågeställningarna. Antal deltagare som ingick i studien och hade fullständiga data var 182.

4.1. Alkylresorcinoler i blodplasma

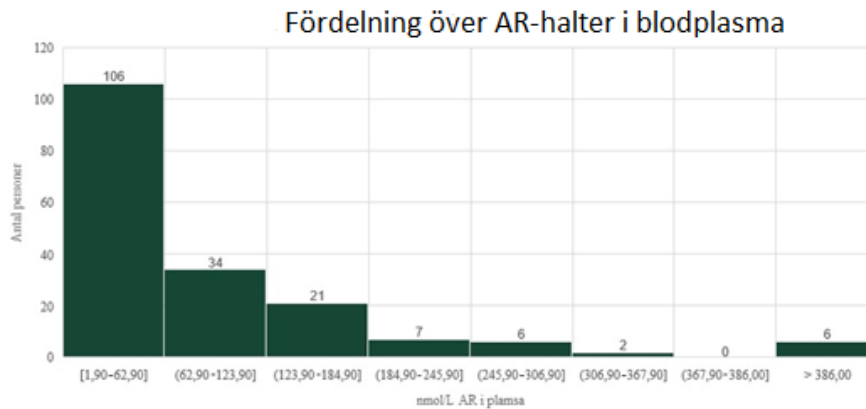
Tabell 1 visar AR-koncentrationer som uppmättes i deltagarnas blodplasma. Total AR-koncentration i blodplasma varierade mellan 1,9 och 597 nmol/L med ett medelvärde på 88,4 nmol/L. Den AR-homolog som det fanns mest av i plasmaproverna var C21:0 med ett medelvärde på 37,2 nmol/L, följt av C19:0 med medelvärdet 27,7 nmol/L, C23:0 med medelvärdet 10 nmol/L, C25:0 med medelvärde på 7,0 nmol/L samt C17:0 med medelvärde på 6,5 nmol/L.

Tabell 1. Koncentrationer av AR homologer i blodplasma (nmol/L)

	AR-HOMOLOGER					Total AR
	C17:0	C19:0	C21:0	C23:0	C25:0	
Medelvärde	6,5	27,7	37,2	10,0	7,0	88,4
Variation	0,2–50,4	0,7–168,4	0,5–250,1	0,3–87,3	0,0–61,7	1,9–597,0

Förhållandet mellan AR-homologerna C17:0 och C21:0 var 0,17. Förhållandet mellan C17:0 och C21:0 ligger på 0,1 för vete och 1,0 för råg (Landberg 2009). Detta tyder på att deltagarnas fullkornsintag kom mest från vete och endast i liten omfattning från råg.

Figur 3 som illustrerar fördelningen av AR-halter i blodprover, visar en tydlig överrepresentation av elever med väldigt låga AR-koncentrationer i blodplasman.



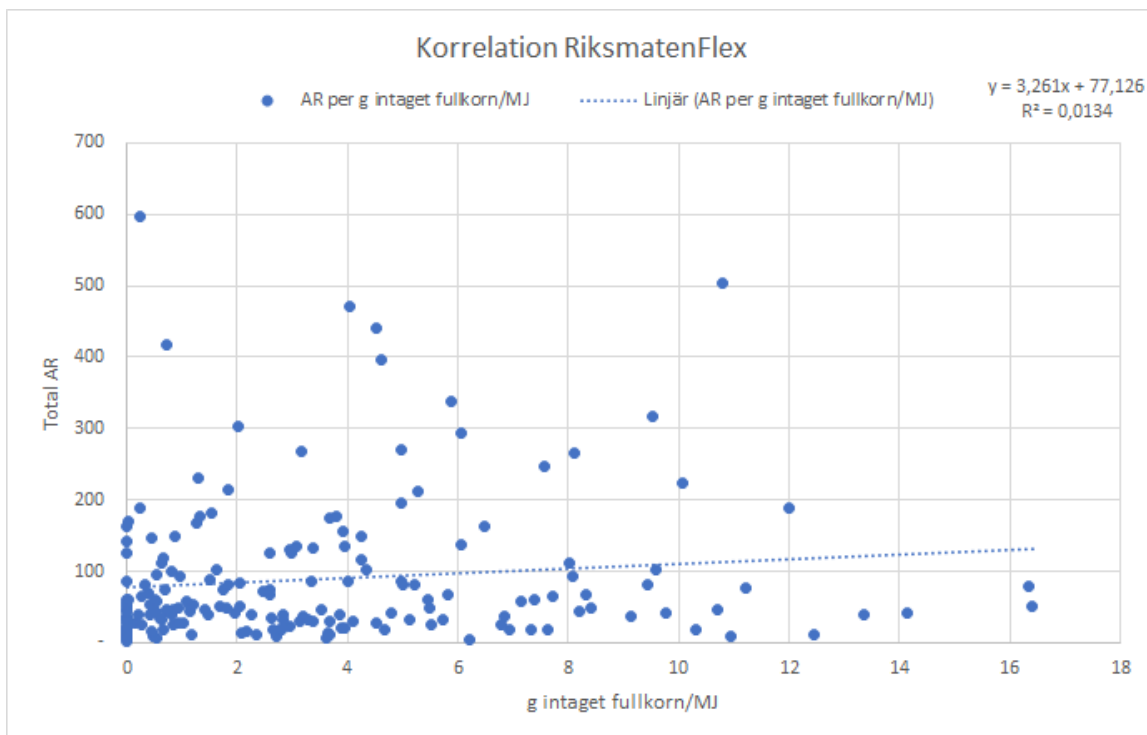
Figur 3. Fördelning av AR i plasma hos deltagarna

4.2. Fullkornsintag hos deltagarna

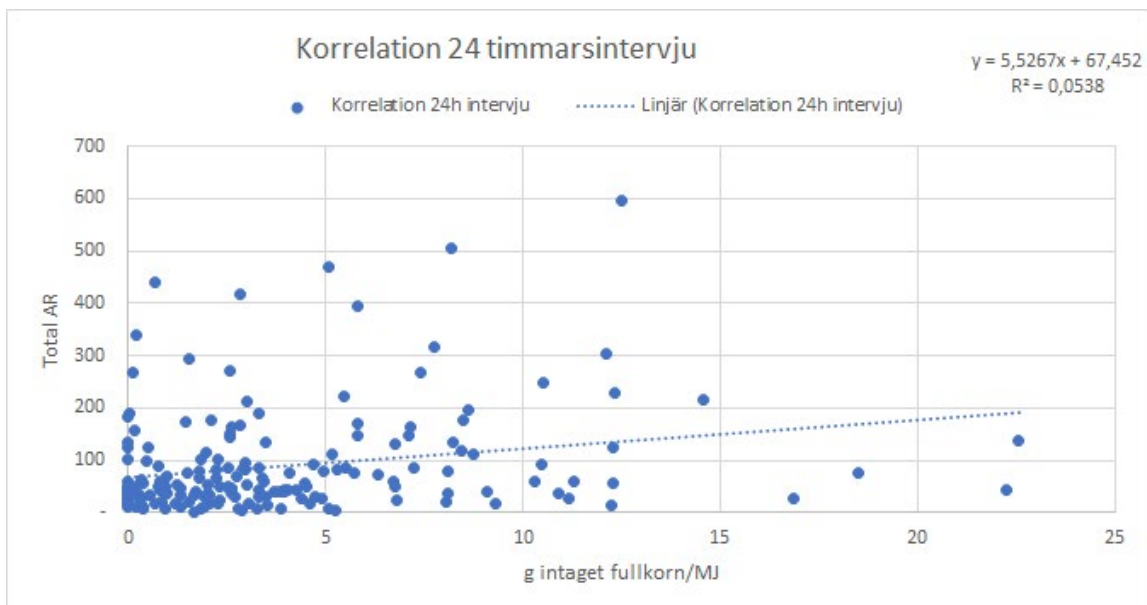
Resultatet från kostregistrering via den webbaserade metoden RiksmatenFlex dag 1 visade att intaget fullkorn varierade mellan 0 och 16,4 g fullkorn/MJ med ett medelvärde på 3,5 g fullkorn/MJ. Medelvärdet motsvarar ett intag på 31,1 g fullkorn/dag och en variation på 0–208,2 g fullkorn/dag. Data från 24-timmarsintervjun dag 1 resulterade i ett något högre fullkornsintag med en variation på 0–22,6 g fullkorn/MJ och ett medelvärde på 3,8 g fullkorn/MJ. Detta motsvarar 27,8 g fullkorn/dag med en variation på 0–140,0 g fullkorn/dag.

4.3. Korrelation mellan Alkylresorcinoler intaget via kosten och uppmätta halter i blodprover

Analyserade AR-koncentrationer plottades mot rapporterat fullkornsintag från RiksmatenFlex kostregistrering dag ett, samt från 24-timmarsintervjun (figur 4 och 5). Resultaten visar att det inte finns någon korrelation mellan mängd intaget fullkorn och AR-koncentrationer i plasma varken för data från RiksmatenFlex kostregistrering ($R^2=0,0134$) (figur 4) eller för data från 24-timmarsintervjun ($R^2=0,0054$) (figur 5).



Figur 4. Korrelation mellan total AR-koncentration och fullkornsintag (g/MJ) från RiksmatenFlex.



Figur 5. Korrelation mellan total AR-koncentration och fullkornsintag (g/MJ) från 24-timmarsintervjun.

5. Diskussion

Syftet med detta arbete var att undersöka om det finns en korrelation mellan rapporterat intag av fullkorn och AR-koncentrationer i deltagarnas blodplasma. Vidare söktes svar på hur mycket fullkorn deltagarna åt, hur väl det ligger i linje med livsmedelsverkets kostråd och från vilka sädeslag fullkornsintaget kom ifrån.

Resultatet visar att det inte fanns någon korrelation mellan AR-koncentrationer i plasman och registrerat intag av fullkorn. Det var inte ett förväntat resultat då flera tidigare studier kunnat påvisa stark korrelation mellan kostregistrering via enkät och AR-koncentrationer i blodprover (Landberg *et al.* 2006, 2008a; Wierzbicka *et al.* 2015). Riksmaten Ungdom använde i sin undersökning data från både dag ett och dag tre. Till skillnad ifrån denna undersökning kunde en tydlig korrelation hittas (Lindroos *et al.* 2019).

En trolig förklaring till resultatet i denna kandidatuppsats är att det inte finns en tillräcklig spridning på data, då majoriteten ätit för lite fullkorn vid tillfället. Detta syns tydligt i figur 3 där den första kolumnen som representerar lägst AR-koncentration i blodet utgör flest antal personer, vilket tyder på att majoriteten av deltagarna hade lågt fullkornsintag. Från studien Riksmaten Ungdom var medelvärdet för fullkornsintag 31,1 g/dag för RiksmatenFlex respektive 27,8 för 24-timmarsintervju, vilket är lägre än Livsmedelsverkets rekommendationer kring fullkornsintag på 75–90 g fullkorn/dag. Det är viktigt att påpeka att det är svårt att dra slutsatser med data från endast en dag. Det hade varit önskvärt att inkludera fler dagar. En annan svaghet med studien är att det inte gjordes duplikat vid analys av blodproverna.

Av förhållandet mellan C17:0 och C21:0 som gav ett värde på 0,17 kunde frågan om sädeslagens ursprung besvaras. Då C17:0/21:0 ger ett värde på 0,1 för vete respektive 1,0 för råg är källan för fullkornsintaget mestadels från vete och endast i liten utsträckning från råg. Vidare visade resultat från Riksmaten Ungdom matundersökning att 95% av deltagarna åt bröd, 40 % åt pasta och lika många åt frukostcerealier (Warensjö Lemming *et al.* 2018a). Ett sätt att öka ungas fullkornsintag kan vara att uppmärksamma både barn och unga samt vårdnadshavare på symbolen Nyckelhålet. Då det i studien framgår att bröd, pasta och frukostcerealier är en stor del av barn och ungas kostintag kan en övergång till

nyckelhålsmärkta produkter bidra på ett enkelt sätt med ett ökat intag av fullkorn. Ett annat sätt att öka barn och ungas fullkornsintag är att lyfta fram att det endast krävs ett intag av tre skivor av till exempel skolmatsalens knäckebröd för att få i sig hälften av rekommenderade mängden fullkorn per dag. Om deltagarna ökar sitt fullkornsintag genom att äta mer knäckebröd kan detta detekteras i AR-analysen då knäckebröd mestadels görs på råg (Livsmedelsverket 2021d).

Anledningen till att det är önskvärt att eftersträva ett högre fullkornsintag för barn är att de metabola sjukdomarna utvecklas över en lång tid. Med tidiga och goda matvanor kan man förebygga att drabbas av ohälsa kopplat till dåliga matvanor i vuxen ålder.

6. Referenslista

- Abrahamsson, L., Andersson, A., Becker, W., Nilsson, G. & Aunver, K. (2013). *Näringslära för högskolan*. (Abrahamsson, L., Andersson, A., Becker, W., Nilsson, G., & Aunver, K., eds.) 5., [rev.]. book, Stockholm: Liber.
- Aune, D., Chan, D.S.M., Lau, R., Vieira, R., Greenwood, D.C., Kampman, E. & Norat, T. (2011). Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: Systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ (Online)*, vol. 343 (7833), p. 1082. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.d6617>
- Ciudad-Mulero, M., Fernández-Ruiz, V., Matallana-González, M.C. & Morales, P. (2019). Dietary fiber sources and human benefits: The case study of cereal and pseudocereals. *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press Inc., pp. 83–134.
- Frølich, W., Åman, P. & Tetens, I. (2013). Whole grain foods and health - A Scandinavian perspective. *Food and Nutrition Research*. Swedish Nutrition Foundation. DOI: <https://doi.org/10.3402/fnr.v57i0.18503>
- Hoseney, R.C. (1994). Principles of cereal science and technology. book, St. Paul, Minn: American Association of Cereal Chemists.
- KI, karolinska institutet (2021). *Kylomikroner | Svensk MeSH*. Available at: <https://mesh.kib.ki.se/term/D002914/chylomicrons> [2021-09-12]
- Landberg, R. (2009). Alkylresorcinols as biomarkers of whole grain wheat and rye intake. Uppsala: Dept. of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences. Available at: <https://pub.epsilon.slu.se/1931/1/kappannät.pdf>
- Landberg, R., Hanhineva, K., Tuohy, K., Garcia-Aloy, M., Biskup, I., Llorach, R., Yin, X., Brennan, L. & Kolehmainen, M. (2019). Biomarkers of cereal food intake. *Genes and Nutrition*. BioMed Central Ltd. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12263-019-0651-9>
- Landberg, R., Kamal-Eldin, A., Andersson, A., Vessby, B. & Åman, P. (2008a). Alkylresorcinols as biomarkers of whole-grain wheat and rye intake: plasma concentration and intake estimated from dietary records. *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 87 (4), pp. 832–838 Oxford Academic. DOI: <https://doi.org/10.1093/AJCN/87.4.832>
- Landberg, R., Kamal-Eldin, A., Andersson, A., Vessby, B. & Åman, P. (2008b). Alkylresorcinols as biomarkers of whole-grain wheat and rye intake: Plasma concentration and intake estimated from dietary records. *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 87 (4), pp. 832–838 American Society for Nutrition. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.4.832>
- Landberg, R., Linko, A.M., Kamal-Eldin, A., Vessby, B., Adlercreutz, H. & Åman, P. (2006). Human plasma kinetics and relative bioavailability of alkylresorcinols after intake of rye bran. *Journal of Nutrition*, vol. 136 (11),

- pp. 2760–2765 American Institute of Nutrition. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/136.11.2760>
- Lindroos, A.K., Sipinen, J.P., Axelsson, C., Nyberg, G., Landberg, R., Leanderson, P., Arnemo, M. & Lemming, E.W. (2019). Use of a web-based dietary assessment tool (Riksmatenflex) in Swedish adolescents: Comparison and validation study. *Journal of Medical Internet Research*, vol. 21 (10) Journal of Medical Internet Research. DOI: <https://doi.org/10.2196/12572>
- Livsmedelsverket *Fullkorn - råd*. Available at: https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/kostrad/rad-om-bra-mat-hitta-ditt-satt/fullkorn_rad [2020-12-08]
- Livsmedelsverket (2020-06-25). *Biomonitorering – övervakning av ämnen i kroppen*. Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/matvanor---undersokningar/overvakning-av-amnen-i-kroppen> [2021-06-16]
- Livsmedelsverket (2021a). *Bra matvanor räddar liv*. Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/samtal-om-mat-i-halso--och-sjukvarden/bra-matvanor-raddar-liv> [2020-12-13]
- Livsmedelsverket (2021b). *Gröt, bröd och pasta*. Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/text-pa-forpackning-markning/nyckelhalet/nyckelhalsregler-vad-kravs-for-att-mat-ska-fa-markas-med-nyckelhalet/grot-brod-och-pasta> [2021-08-23]
- Livsmedelsverket (2021c). *Mjöl, gryn och ris*. Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/text-pa-forpackning-markning/nyckelhalet/nyckelhalsregler-vad-kravs-for-att-mat-ska-fa-markas-med-nyckelhalet/mjol-gryn-och-ris> [2021-08-23]
- Livsmedelsverket (2021d). *Sök näringsinnehåll - Livsmedelsverket*. Available at: <https://www7.slv.se/SokNaringsinnehall/?soktyp=1> [2021-11-04]
- NNR (2021). *Nordic Nutrition Recommendations 2012 | Nordiskt samarbete*. Available at: <https://www.norden.org/sv/node/7832> [2020-12-08]
- Ross, A.B., Shepherd, M.J., Schüpphaus, M., Sinclair, V., Alfaro, B., Kamal-Eldin, A. & Åman, P. (2003). Alkylresorcinols in Cereals and Cereal Products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51 (14), 4111–4118. <https://doi.org/10.1021/jf0340456>
- Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M.G., Giannelli, G., Osella, A.R., Evangelou, E., Maggi, S., Fontana, L., Stubbs, B. & Tzoulaki, I. (2018). Dietary fiber and health outcomes: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *American Journal of Clinical Nutrition*. Oxford University Press. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx082>
- Warensjö Lemming, E., Moraeus, L., Petrelius Sipinen, J. & Lindroos, A.K. (2018a). *Livsmedelskonsumtion bland ungdomar i Sverige*. UPPSALA. Available at: https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2018/2018-nr-14-riksmatenungdom-huvudrapport_del-1-livsmedelskonsumtion.pdf [2020-11-28]
- Warensjö Lemming, E., Moraeus, L., Petrelius Sipinen, J. & Lindroos, A.K. (2018b). *Näringsintag och näringsstatus bland ungdomar i åk 5, åk 8 och åk 2 på gymnasiet*. UPPSALA. Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/>

2018/2018-nr-23-riksmaten-ungdom-del-2-naringsintag-och-naringsstatus.pdf [2020-11-28]

- Wierzbicka, R., Wu, H., Franek, M., Kamal-Eldin, A. & Landberg, R. (2015). Determination of alkylresorcinols and their metabolites in biological samples by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, vol. 1000, pp. 120–129 Elsevier.
- Wu, H. (2017). Alkylresorcinols in Adipose Tissue as Long-term Biomarkers of Whole Grain Wheat and Rye Intake.
- Ye, E.Q., Chacko, S.A., Chou, E.L., Kugizaki, M. & Liu, S. (2012). Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain. *Journal of Nutrition*, vol. 142 (7), pp. 1304–1313 J Nutr. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.111.155325>