



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
jordbruksvetenskap
Institutionen för livsmedelsvetenskap

Mältningsens påverkan på sekundärmetaboliter

– Med focus på havre och vete

The malting process impact on secondary metabolites

– With focus on oats and wheat

Michaela Isoz

Institutionen för livsmedelsvetenskap

Självständigt arbete i biologi- kandidatarbete, 15 hp, G2E

Agronomprogrammet - livsmedel

Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap, nr 429

Uppsala, 2016

Mältnings påverkan på sekundärmetaboliter

– Med fokus på havre och vete

The malting process impact on secondary metabolites

– With focus on oats and wheat

Michaela Isoz

Handledare: Roger Andersson, Department of Food Science, SLU

Examinator: Lena Dimberg, Department of Food Science, SLU

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi- kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronom - Livsmedel

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Serietitel: Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap
nr: 429

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

Nyckelord: Mältning, havre, vete, aminosyror, antioxidanter

Sammanfattning

Havre och vete är två av människans mest förädlade spannmål och används världen över. Nya produkter kommer ut på marknaden hela tiden tack vare nya tekniker i livsmedelsindustrin.

Mältningsprocessen har länge används inom öl tillverkningen men har utvecklats mer och mer för att få ut nya produkter. Mältningsprocessen är ett sätt att öka spannmålets näringsvärden vilket gör den mer eftertraktad på marknaden.

Processen består av tre steg: stöpning, groddning och kölning vilka alla har sin del i hur slutprodukten kommer att bli.

Groddning kan förbättra närings kvaliteten på ett spannmål, stöpningen bidrar till kornets slutliga smak och kölningen torkar och värmebehandlar fröet för att bland annat minska risken för mögel och bakteriell utveckling samt ge kornet sin slutgiltiga smak.

De naturliga antioxidanterna i fröet skyddar mot oxidation av fett. Vid oxidation förlorar man t ex. Arom och smak. Antioxidanter, så som askorbinsyra, kan ej produceras av människans kropp utan måste intas via kosten. Även om mycket av askorbinsyran ej klarar av mältningsprocessen särskilt bra har havre och vete höga nivåer naturligt från första början.

Aminosyrorna gynnas av mältningsprocessen och ökar under processen, detta är önskvärt i utvecklingen av nya produkter.

Att äta spannmål så helt som möjligt är gynnsamt för tarmen. Mältningen gör det mer attraktivt att äta hela eller delvist hela frön.

Nyckelord: Mältning, havre, vete, aminosyror, antioxidant

Abstract

Oats and wheat are two of man's most refined grains and is used around the world. New products enters the market all the time thanks to new technologies in the food industry.

Malting has long been used in beer production but is becoming more developed to bring forward new products. Malting is a way to increase grain nutritional values, making it more sought after on the market.

The process consists of three steps: steeping, germination and kilning, which all have their part in how the final product will turn out.

Germination can improve the nutritional quality of the grain, steeping gives the grain some of its taste and the kilning dries the seed but is also a heat treatment that plays a big role in the final taste and is a way to reduce the risk of fungal and bacterial development.

The natural antioxidants in the seed protects against oxidation of the fat. At oxidation the grain loses aroma and taste. Antioxidants such as ascorbic acid can not be produced by the human body and must be consumed through the diet. Although much of the ascorbic acid survive the malting process, for example oats and wheat which both have high levels naturally.

Amino acids benefit of the malting process and increases during malting, this is desirable in the development of new products.

To eat cereal as intact as possible is beneficial for the gut and the malting process makes it more attractive to eat whole or partially whole seeds.

Key words: Malting, oats, wheat, amino acids, antioxidant

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Abstract	2
Innehållsförteckning	3
1. Inledning	5
2. Litteraturstudie	6
2.1 Mältning	6
2.2 Havre (<i>Avena sativa</i>)	6
2.3 Vete (<i>Triticum aestivum</i>)	7
2.4 Antioxidanter	8
2.5 Mältningens inverkan på fenoler och aminosyror i havre och vete	9
2.5.1 Fenoler	9
2.5.2 Aminosyror	10
3. Diskussion	13
5. Referenslista	15

1. Inledning

Spannmål är en av de viktigaste delarna i människors och djurs kost och en av de bästa källorna för proteiner, kolhydrater och vitaminer och är åtkomlig över större delen av världen. För en balanserad kost krävs spannmål då de innehåller flera viktiga näringsämnen. Forskning visar på att en kost innehållande fullkorn minskar risken för flera sjukdomar, t ex. hjärt-och kärlsjukdom (Singh, Rehal, Kaur, & Jyot, 2015).

För människor är havre och vete idag två av de mest populära spannmålen för konsumtion. Vete är ett av de mest förädlade spannmålen och har länge brukats av människor till livsmedel. Vete är ett naket spannmål med mycket protein som kan bilda glutenstruktur. Till skillnad från vete är havre ett täckt spannmål, även detta med höga nivåer av protein, men det bildar inte glutenstrukturen på samma sätt som vete. Havre har även höga nivåer av lipider (Ryan, Kendall & Robards, 2007).

Havre har de senaste åren slagit sig in på marknaden då hälsopåståenden togs fram om havrens β -glukan som är en av de stora hälsofördelarna (Klose, Mauch, Wunderlich, Thiele, Zarnkow, Jacob & Arendt, 2011) men även fler fördelar finns med att välja havre (Ryan, Kendall & Robards, 2007). Till skillnad från vete anses havre vara relativt säkert för glutenintoleranta att ha i sin dagliga kost (Hübner & Arendt, 2010). Havre och vete är väldigt olika i både utseende och näringsinnehåll. De används till olika produkter: vete främst som mjöl och havre som flingor eller kli. Mältning används främst för öltillverkning där främst korn används men denna process kan likväl användas på andra spannmål och till produktion av andra livsmedelsprodukter (Hübner & Arendt, 2010). Mältningen består av tre steg: stöpning, groddning och kölning. Under dessa steg sker fysikaliska och kemiska förändringar i fröet som ger slutprodukten sin karaktär. Mältning kan förbättra kvaliteten på ett spannmål genom att skapa en bättre näringskvalitet och är även ett sätt att göra kärnan mjukare. Genom att mältning groddning ökas produktionen av hydrolytiska enzymer som i råa frön är inaktiva. Under mältningen sker reaktioner som leder till att nya föreningar bildas varav flera kan ha hög bioaktivitet och därav öka kornets näringsvärden samt förändra strukturen men föreningar kan även brytas ned under processens gång. Stöpningen är början av processen och bidrar till kornets smak men kölningen och rostningen står främst för den slutgiltiga smaken av kornet (Singh, Rehal, Kaur & Jyot, 2015). I detta arbete kommer fokus främst att ligga på havre och vete och vad som sker under mältningsprocessen. Syftet är att ta reda på befintlig litteratur om vilka sekundärmetaboliter som bildas under mältningsprocessen i havre och vete. Detta arbete är grundat på ett ökat intresse från industrin att utveckla nya produkter med denna metod.

2. Litteraturstudie

2.1 Mältning

Denna process används mest inom bryggerier vid öltillverkning. Metoden delas in i tre steg: stöpfung, groddning och kölning. Dessa steg är under kontrollerade förhållande så som: tid, luftväxling och värme. Några enzymaktiviteter är amylolyt som innebär att stärkelse konverteras till socker, cytolys är när cellväggen bryts ned och skapar osmotisk obalans och proteolys som bryter ner proteiner till peptider och aminosyror (Faltermaier, Zarnkow, Becker, Gastl & Arendt, 2015). Vid blötläggningen av spannmålet sänks antingen fröna ner i vatten eller sprayas med vatten (ibland sker båda). Då det är viktigt att hålla fröet rent från jord och damm som kan finnas på skalet, byts vattnet regelbundet och ofta. När fröet har lagts i blöt ökar fukthalten i kärnan och gör den mjuk. Vanligast stoppas blötläggningen när kärnan har absorberat vatten runt 40 % av sin totala vikt (Cornell & Hoveling, 1998). När fröet har rätt fukthalt skall det få gro. Under groddningen sker flera processer, hormoner från embryot stimulerar igång enzymer som kan bryta ner stärkelse och proteiner. Detta leder till att mer lösliga ämnen bildas och att synliga skott och rötter utvecklas från fröet. Groddningen spelar en stor roll i smak och färg i slutprodukten. Hur länge och vilken temperatur som fröet utsätts för påverkar enzymaktiviteten samt smak och färg (Hübner & Arendt, 2013). Denna process pågår i ungefär en vecka innan den stoppas genom kölningen som startas och pågår tills fröet har en fukthalt runt 3-5% (Faltermaier, Zarnkow, Becker, Gastl & Arendt, 2015). Kölningen sker genom att värme och luft cirkulerar på en bädd av det grodda fröet. Lägre temperaturer ger en ljusare malt och högre temperaturer ger mörkare malt. Maillardreaktionen sker vid rostning vilket påverkar fröets sockerhalt. Maillardreaktionen kräver högre temperaturer som ger maltet en mörk färg och rostig smak (Briggs & Hough, 1981). Ljus maltextrakt har högre enzym aktivitet. Desto mörkare malt desto lägre enzym aktivitet. Det ljusare maltextraktet används som en tillsatts i flera produkter. När detta används i bröd ökar fermentationen i bakningsprocessen (Cornell & Hoveling, 1998).

2.2 Havre (*Avena sativa*)

Havre har länge skjutits åt sidan som människoföda och anses vara bättre som foder för djur men detta tankesätt har börjat skifta efter ny forskning som visar en fördelaktig uppbyggnad av havre som gynnar människor. Allt fler produkter kommer ut på marknaden. Havre är ej ett naket spannmål utan har skal. Tack vare skalet kan kli och grodd gå oskadda vidare i processen vilket ger havre som

fullkorn en hög nivå av fiber och näringsämnen. Då havre ofta äts i form som havregryn bevaras näringsämnena bättre. Ett hälsopåstående som har hjälpt havre framåt på marknaden är att dess β -glukan anses vara anti-aterogent, vilket betyder att det kan sänka kolesterolnivåer. β -Glukan anses även stärka immunförsvaret (Ryan, Kendall & Robards, 2007).

För glutenintoleranta kan havre vara ett alternativ till veteprodukter. I jämförelse med andra sädeslag har havre höga nivåer av proteiner och lipider (Klose, Mauch, Wunderlich, Thiele, Zarnkow, Jacob & Arendt, 2011). Havrets höga nivåer av lipider leder dock till en snabbare härskning av produkten. Även havren fettsyraprofil skiljer sig från andra spannmål. Havre är rikt på mono- och di -omättade fettsyror så som oljesyra och linolsyra (Ryan, Kendall & Robards, 2007).

"Eaten by people in Scotland, but fit only for horses in England. A Scotsman's retort to this is, That's why England has such good horses, and Scotland has such fine men!" (Ryan, Kendall & Robards, 2007).

2.3 Vete (*Triticum aestivum*)

Vete används rikligt på dagens marknad och tack vare dess goda bakegenskaper används det mycket inom bakning av t.ex. bröd. Vete är även en av de mest förädlade spannmålen. Tack vare vetets stärkelsesrika innehåll fås ett bra vitt mjöl. Vete innehåller mycket protein så som gliadiner och gluteniner som bildar glutenstrukturen som vid knådning ger en bra bakegenskap. I naturen använder vetet dessa proteiner som lagringsproteiner. Vete innehåller även albumin och globulin. Vete är ett naket spannmål och används till flera produkter. Beroende på vilken sort av vete som används kan olika produkter produceras. Några exempel är durumvete som passar bäst till pasta och kubbvete som passar bra till att baka kakor. Då vete innehåller glutenstrukturer passar inte vete för den glutenintoleranta individen. Vetemjöl används även som ett förtjockningsmedel samt som ett sätt att fylla ut och förbättra texturen av t.ex. korv. Mältat och rostat vete används till färgning av drycker och andra livsmedel. Vete är ett väl använt spannmål runt om i världen av både människor och djur. (Cornell & Hoveling, 1998)

Om man jämför havre- och vetekli hos livsmedelsverkets databas kan man se skillnader mellan de två produkterna. Vete innehåller mer folat, järn och fiber medan havre innehåller mer fettsyror, protein och kolhydrater.

2.4 Antioxidanter

Spannmål innehåller rikligt med omättade lipider samt lipolytiska enzymer som lipaser och lipoxygenaser. Detta kan leda till oxidation men växterna har antioxidanter som skyddar dem från detta. Några av dessa är L-askorbinsyra (Cornell & Hoveling, 1998), och fenoliska föreningar såsom avenantramider, fenoliska syror och tokoferoler (Ryan, Kendall & Robards, 2007). Vid oxidation kan produkten förlora arom, smak, textur och färg (Dimberg, 2004).

L-Asorbinsyra, även kallat vitamin C, kan ej tillverkas av människor utan måste tillkomma via kosten. Asorbinsyra har tre funktioner: den är en enzym kofaktor, elektron-donator och acceptor genom elektrontransportkedjan och radikalelimineringsmedel. Asorbinsyra är både vattenlösligt och värmekänsligt (Davey, Montagu, Inzé, Sanmartin, Kanellis, Smirnoff, Benzie, Strain, Favell & Fletcher, 2000).

Fenoliska ämnen, är sekundära metaboliter som är viktiga för växtens fysikaliska och morfologiska utveckling men är även ett naturligt skydd mot patogener och växtätare (Skoglund, 2008). Fenoler är en sammansättning av aromatiska ringar med hydroxylgrupper. Några ämnen som tillhör fenolgruppen är fenoliska syror, flavonoider och lignaner. Fenoliska föreningar fungerar på många plan som anti-allergiframkallande, antiinflammatoriska och som antioxidanter. Av de fenoliska föreningarna absorberas cirka 5-10% i tunntarmen. De oabsorberade fenolerna bryts sönder av enzymer i tjocktarmen till mindre föreningar. Fenoliska föreningar finns i de flesta livsmedel från växtriket men finns extra rikt i frukt och grönt (Balasundram, Sundram & Samman, 2006).

Fenoliska syror består av två grupper: hydroxibensoesyra och hydroxikanelisyra. Dessa syror kan finnas både bundet och fritt. Fria syror finns främst i yttre lagret av perikarpet medan bundna syror är esterifierade i cellväggen. Den av de fenoliska syrorerna med högst halt i cerealier är ferulasyra (Dykes, Rooney, 2007). Bundna syror påverkas mindre av miljö och sort än de fria syrorerna. För att inta så höga nivåer av fenoliska syror som möjligt är fullkornsmjöl ett betydligt bättre alternativ än raffinerat vitt mjöl. De anses ha en gynnsam effekt mot sjukdomar såsom: diabetes typ 2, fetma och cancer. Ferulasyra tros ge en positiv effekt på blodtrycket genom att sänka det (Andersson, Dimberg, Åman, Landberg, 2014). Under bakningsprocessen ökar mängden fria fenoliska syror och de bundna minskar. Detta beror troligen på att de bundna föreningarna frisätts. Detta var i en jämförelse med det fullkornsmjöl som användes från början. Fenoliska syror är oftast väldigt stabila vid värmebehandling av livsmedel (Andersson, Dimberg, Åman, Landberg, 2014). Flavonoider finns i perikarpet hos cerealier. De mest studerade flavonoiderna är antocyaniner som bidrar till blå, röd och lila färg i växter. Det finns ett flertal flavonoider som finns i både frukt och bär som även

finns i cerealier t ex. flavonapigenin som finns i både selleri och havre. Flavanoider tros ha flera goda egenskaper för skydd mot sjukdom då de sägs ha antiinflammatoriska egenskaper (Dykes, Rooney, 2007). Lignanerna finns i flera cerealier så som havre, vete och råg. Biotillgängliga lignaner tros kunna minska risken för hormonberoende cancersorter, koloncancer och hjärtsjukdomar (Dykes, Rooney, 2007). Eftersom lignaner finns i de yttre lagren av kärnan är det högre nivåer av dem i fullkornsmjöl än i vitt mjöl. De vanligaste lignanerna i vete är syringaresinol, lariciresinol och pinoresinol. Dessa finns även i ett flertal andra växter. Lignanerna från växtriket förekommer i två former: aglykoner och glykosider. Glykosider är dock vanligast. Värme påverkar lignaner men hur beror på temperatur och tid. I ett experiment med rågmjöl ökade mängden av syringaresinol, lariciresinol och pinoresinol vid 100 °C men minskade vid 200°C (Andersson, Dimberg, Åman, Landberg, 2014). Lignanerna tros absorberas i tunntarmen. Forskare är oense om lignanernas skyddande effekt mot bröst- och prostatacancer då olika studier visar olika resultat. De är dock säkrare på att de har en antiinflammatorisk effekt (Andersson, Dimberg, Åman, Landberg, 2014). Antioxidantaktiviteten påverkas av fenolinnehållet. Cerealier med pigment t.ex. rött och lila vete har ett högre fenolinnehåll och därmed en högre antioxidantaktivitet (Dykes, Rooney, 2007).

Avenantramider, är en grupp fenoliska antioxidanter som endast finns i havre. Avenantramider bildas främst i bladen som försvar men det finns högre nivåer i kärnan. Koncentrationen av avenantramider i fröet är oftast konstant men kan påverkas av miljön. I en studie har det visats att skillnaden i nivån av avenantramider i konventionell och ekologisk odling inte är noterbar (Dimberg, Gissén & Nilsson, 2005). Avenantramider är en grupp av fenolkomponenter som har en hög bioaktivitet som till exempel: antiinflammatorisk, anti-aterogena och antioxidanter (Singh, Rehal, Kaur & Jyot, 2015). En stark egenskap hos avenantramider är att den ej påverkas av långvarig förvaring (Dimberg, Molteberg, Solheim & Frölich, 1996). Det finns ca 30 olika avenantramider som har olika halter bland annat beroende på sort och odlingsbetingelser. Generellt finns avenantramider endast i små mängder i havre och ligger oftast mellan 2 och cirka 300 µg/kg (Ryan, Kendall & Robards, 2007). Rent kemiskt är avenantramider amider med olika kanelsyror och antranilsyror.

2.5 Mältningens inverkan på fenoler och aminosyror i havre och vete

2.5.1 Fenoler

I ett experiment med rå havre mättes förändringen av fenolföreningar under blötläggning och groddning (Xu, Tian, Hu, Luo, Wang & Tian, 2009). I de stöpta och grodda fröerna sågs att de fria fenolerna och totalmängden av fenol gradvis hade

ökat och att de bundna fenolerna gradvis hade minskat. I rapporten nämner de experimentets tid i steg, tex. Stöpfung steg 1. De uppger tyvärr ingen specifik tid på hur länge de olika stegen tar men nämner att stöpfung steg 1 och 2 ligger runt 16 timmar. De har delat upp stöpfungen i tre steg och groddningen i 4 steg, där prover på fröet tas. De fria fenolerna hade ökat med 30 % under de första 16 timmarna i steg 1 och 2 av stöpfungen. I vidare stöpfung och groddning fortsatte de fria fenolerna att öka. Under de första 16 timmarna av stöpfungen minskade nivån av bundna fenoler i med 6,5 %. De räknade med att de bundna fenolerna hade minskat med på cirka 29 % från det råa fröet till det färdiggrodda. Från det råa kornet till steg 2 av stöpfungen hade en ökning av den totala stigit med 4,2 %. Från steg 3 av stöpfungen till färdiggrodd frö skedde en ökning med 59 % av den totala fenolmängden. I den totala ökningen av fenoler bidrog de fria mest. Genom att notera denna förändring kan man konstatera att både fenolföreningarna och antioxidanternas aktivitet påverkas främst under de första två stegen i mältningen men att de skedde en förändring under hela processen. Beroende på vilket steg havret var i processen skiftade fenolkomponenterna och de aktiva antioxidanterna. Fenolinnehållet och antioxidantaktiviteten var olika genom processen. Långa behandlingar hjälper inte för att få högre nivåer. Mer utförligt om ökningen och minskningen av fenoliska föreningar och avenantramider beskrivs i artikeln (Xu, Tian, Hu, Luo, Wang & Tian, 2009).

Mätningar i havre visar att halterna avenantramider minskade under stöpfungens första steg. Nivån ökade dock senare under försöket. Under stöpfungen skedde en ökning på 3,85 % och i slutet av groddningen hade en ökning på 48 % skett. I slutet av groddningen har avenantramider nått en topp. Man måste även räkna med att innehållet och sammansättningen av avenantramider skiftar beroende på process (Xu, Tian, Hu, Luo, Wang & Tian, 2009).

2.5.2 Aminosyror

I Tabell 1 ses en väldig likhet mellan havre och vete i sammansättningen av essentiella aminosyror.

Under stöpfungprocessen av spannmål ökar vattenhalten vilket stimulerar embryots andning samt återfuktar stärkelsen som finns i endospermet. Detta leder vidare till att gibberelliner produceras. De påverkar produktionen av hydrolytiska enzymer under groddningen. Under groddningsprocessen bildas ett flertal enzymer t.ex. stärkelsenedbrytande enzym, proteinnedbrytande enzymer och cytolytiska enzymer. En av de viktigaste processerna under mältningen är den enzymatiska nedbrytningen av frövitans proteiner till lösliga peptider och aminosyror. I en rapport beskrivs ett experiment på vete och hur aminosyrorna bland annat påverkas under processen, (Se Tabell 2) (Faltermaier, Zarnkow, Becker, Gastl & Arendt, 2015). Oftast finner man att aminosyror är känsliga mot värme men det finns undantag som vi kan se i Tabell 2. Det är främst fenylalanin och alanin som

faktiskt ökar (6,71% respektive 13,11%) mellan groddning och färdigt mältat vete och arginin som minskar extremt lite (med 3.64%) som är ett tecken på att de klarar en värmebehandling bättre än de andra aminosyrorerna som minskar drastiskt. I Tabell 2 kan det noteras att alla aminosyror ökar fram till groddning dag 6 för att sedan minska i det slutliga färdiga vetet. Detta beror just på att kölningen sker där i mellan och minskar innehållet på grund av värmen.

I en annan studie görs ett liknande experiment på havre. Detta resultat visas i Tabell 3. Här kan man se hur aminosyrorerna förändras i havre under mältningsprocessen. Glutaminsyra är den man kan se med högst nivå men det finns även höga nivåer av asparaginsyra i den omältade havren (Klose, Schehl & Arendt, 2009). Här ser man en klar ökning av aminosyrorerna från omältad till mältad havre. Tyvärr finns det inga siffror på hur nivåerna såg ut innan kölningen men de bör ha sjunkit som i veteexperimentet.

Tabell 1 Innehåll av fria aminosyror i helt vetekorn, vetekli och havrekli. (Mустафа, Åman, Andersson & Kamal-Eldin, 2007).

Aminosyror ($\mu\text{g/g}$)	Vetekli	Havrekli
Asparaginsyra	252 \pm 2	127 \pm 2
Serin	149 \pm 3	93 \pm 2
Histidin	23 \pm 0.2	44 \pm 2
Glycin	58 \pm 0.5	32 \pm 1
Treonin	28 \pm 1	27 \pm 0.4
Alanin	197 \pm 1	116 \pm 4
Tyrosin	34 \pm 1	23 \pm 1
Valin	42 \pm 0.3	35 \pm 0.8
Isoleucin	27 \pm 0.5	18 \pm 1
Fenylalanin	24 \pm 1	16 \pm 0.1
Leucin	23 \pm 0.8	13 \pm 0.3
Lysin	37 \pm 1	35 \pm 0.5

Tabell 2. Mängden fria aminosyror i vete före, under och efter mältingsprocessen (Faltermäier, Zarnkow, Becker, Gastl & Arendt, 2015).

Aminosyror medelvärde/100ml	Omältad vete	Mältat vete
Asparaginsyra	4,20	5,16
Glutaminsyra	2,76	3,24
Serin	0,46	5,37
Histidin	0,19	3,75
Glycin	0,61	1,97
Treonin	0,41	3,95
Alanin	0,56	4,66
Arginin	2,29	11,54
Tyrosin	0,23	4,57
Valin	0,57	5,76
Isoleucin	0,37	4,52
Fenylalanin	0,37	7,32
Leucin	0,73	7,57
Lysin	0,54	3,52

Tabell 3. Mängden fria aminosyror i omältad och mältad havre i µg/g. (Klose, Schehl & Arendt, 2009).

Aminosyror µg/g	Omältad havre	Mältad havre
Asparaginsyra	103.7 ± 5.0	189.1 ± 4.5
Glutaminsyra	254.1 ± 5.2	481.6 ± 10.5
Serin	25.4 ± 1.2	277.3 ± 6.4
Histidin	58.0 ± 2.8	322.5 ± 8.9
Glycin	21.4 ± 1.0	67.2 ± 2.7
Treonin	21.2 ± 1.0	654.3 ± 12.0
Alanin	55.0 ± 2.2	364.5 ± 9.3
Arginin	94.1 ± 4.0	735.5 ± 13.2
Tyrosin	8.0 ± 0.3	336.9 ± 6.9
Valin	46.2 ± 2.1	430.3 ± 10.1
Isoleucin	15.0 ± 0.7	245.3 ± 5.0
Fenylalanin	22.1 ± 1.1	477.5 ± 9.9
Leucin	18.5 ± 0.7	316.5 ± 9.0
Lysin	42.3 ± 2.0	356.5 ± 9.5

3. Diskussion

Väldigt lite forskning har skett på fenolkomponenter i cerealier. Fenoler kan bidra med en oönskad- eller ingen smak alls så man väljer att reducera innehållet i produkter. Fenoler i cerealier kan förvaras längre tack vare att fröet är låga vattenhalt vilket bidrar till en längre hållbarhetstid.

Att fenolsyror är stabila under värmebehandling och kan överleva tillverkningen av livsmedelsprodukter är positivt då dessa är antioxidanter och kan gynna människan. Även lignaner klarar värme till en viss nivå och bär på hälsofrämjande egenskaper, t.ex. tros de vara anti-inflammatoriska.

Det är en skillnad i innehåll av fria aminosyror mellan havre och vete vilket kan bero på art eller att fröerna kommer från olika länder. I Tabell 2 och 3 har endast de aminosyror som redovisas i båda experimenten. Samtliga aminosyror som jämfördes mellan havre och vete gav en ökning vid mältningen som var noterbar. I de färdigmältade kornen kan mältningsmetoden spela en roll för hur pass mycket aminosyrorna har ökat.

I en studie har det visat sig att kall acklimatisering av växter kan leda till en förändring av lipidsammansättningen i membranet (Thomashow, 1998). De gener som gör det möjligt att klara kyla bättre har också koder för extremt hydrofila peptider. Dessa har visat sig ha enkla aminosyrasammansättningar och de flesta har endast ett fåtal aminosyror med upprepningar (Thomashow, 1998).

Havret och vetet kom ej från samma land (Tyskland och Finland) och var inte odlade under samma år vilket kan påverka aminosyrasammansättningen. Det är kallare i Finland. Man får inte reda på om vetet är sått under höst eller vår vilket kan påverka växtens aminosyrasammansättning. Då de har utgått från olika metoder för mältningen kan detta drastiskt påverka aminosyrasammansättningen. Men man ska ta i beaktning att havre och vete är olika och därför ger olika resultat. De olika experimenten på havre och vete kunde ej jämföras direkt då aminosyrorna anges med olika mått men genom att jämföra den procentuella ökningen av fria aminosyror i vete respektive havre (Tabell 4) kan man se att många ökar relativt lika men att det också finns vissa som skiljer sig drastiskt. I vete är det främst histidin som ökar betydligt mer än i havre. I havre har treonin, tyrosin samt leucin ökat betydligt mer än i vete. Detta kan bero på metod, material och tid. För att se hur mältningsprocessen påverkar fröna skulle ett gemensamt experiment behöva utföras, med frön från samma land och år och som utsätts för samma förhållanden och processer. Detta har varit den svåra delen i detta arbete, då det inte finns någon gemensam forskning på de två sädeslagen.

Att jämföra havre och vete med det mer populära mältnings fröet korn skulle man kunna analysera fördelen med att utveckla metoder för havre och vete.

Tabell 4. Procentuell ökning av aminosyror i havre och vete under mältningen.

Aminosyror	Vete (%)	Havre (%)
Asparaginsyra	23	82
Glutaminsyra	17	90
Serin	1067	992
Histidin	1874	456
Glycin	223	214
Treonin	863	2986
Alanin	732	563
Arginin	404	682
Tyrosin	1887	4111
Valin	911	831
Isoleucin	1122	1535
Fenylalanin	1878	2060
Leucin	937	1611
Lysin	552	743

En väl fungerande mältningsprocess har länge använts på korn. Men när det kommer till andra sädeslag finns det få som prövar sig fram för att finna den bästa processen för det sädeslaget och vilken produkt som skall tillverkas. Vissa produkter har börjat komma ut på marknaden som t.ex. havre- och veteöl. Det man kan konstatera är att mältning av havre och vete bidrar till ett ökat näringsvärde tack vare den ökade mängden av fria fenoler och aminosyror. För att verkligen förstå alla effekter av mältning på antioxidanter och aminosyror och utveckling av mältningsprocessen samt hur det påverkar människan behövs ytterligare forskning. Mältning är dock en ganska dyr process vilket betyder att det fortfarande testas av forskare och företag. Men det bör finnas en framtid för mältade produkter på marknaden eftersom processen ger positiva effekter på produkten.

5. Referenslista

- Andersson, A.M., Dimberg, L., Åman, P., Landberg, R. (2014) Recent findings on certain bioactive components in whole grain wheat and rye. *Journal of Cereal Science* 59, 294-311. doi:10.1016/j.jcs.2014.01.003
- Balasundram, N., Sundram, K. & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), pp 191–203.
- Briggs, D. E. & Hough, J. S. (1981). *Malting and Brewing Science: Malt and Sweet Wort*. Springer Science & Business Media. ISBN 9780412165801.
- Cornell, H. & Hovelings, A. W. (1998). *Wheat: Chemistry and Utilization*. Pp 1-14, CRC Press. ISBN 9781566763486
- Davey, M. W., Montagu, M. V., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I. J. J., Strain, J. J., Favell, D. & Fletcher, J. (2000). Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), pp 825–860.
- Dimberg, L. (2004). Antioxidanter i havre: halten avenantramider kan påverkas både före och efter skörd. *Sveriges lantbruksuniversitet*. Faktabladnummer: 1
- Dimberg, L. H., Gissén, C. & Nilsson, J. (2005). Phenolic compounds in oat grains (*Avena sativa* L.) grown in conventional and organic systems. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(4), pp 331–337.
- Dimberg, L.H., Molteberg, E.L., Solheim, R. & Frölich, W. 1996. Variation in oat groats due to variety, storage and heat treatment. I: Phenolic compounds. *Journal of Cereal Science* 24, 263-272.
- Dykes, L., Rooney, L. W., (2007). Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World* [online], Available from: <http://www.aaccnet.org/publications/plexus/cfw/pastissues/2007/abstracts/CFW-52-3-0105.html>. [Accessed 2015-08-14].
- Faltermaier, A., Zarnkow, M., Becker, T., Gastl, M. & Arendt, E. K. (2015). Common wheat (*Triticum aestivum* L.): evaluating microstructural changes during the malting process by using confocal laser scanning microscopy and scanning electron microscopy. *European Food Research and Technology*, pp 1–14.
- Hübner, F. & Arendt, E. K. (2013). Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(8), pp 853–861. doi:10.1080/10408398.2011.562060
- Hübner, F. & Arendt, E. K. (2010). Studies on the influence of germination conditions on protein breakdown in buckwheat and oats. *Journal of the Institute of Brewing*, 116(1), pp 3–13.

- Klose, C., Mauch, A., Wunderlich, S., Thiele, F., Zarnkow, M., Jacob, F. & Arendt, E. K. (2011). Brewing with 100% oat malt. *Journal of the Institute of Brewing*, 117(3), pp 411–421.
- Klose, C., Schehl, B. D. & Arendt, E. K. (2009). Fundamental study on protein changes taking place during malting of oats. *Journal of Cereal Science*, 49(1), pp 83–91.
- Mustafa, A., Åman, P., Andersson, R. & Kamal-Eldin, A. (2007). Analysis of free amino acids in cereal products. *Food Chemistry*, 105(1), pp 317–324.
- Ryan, D., Kendall, M. & Robards, K. (2007). Bioactivity of oats as it relates to cardiovascular disease. *Nutrition Research Reviews*, 20(02), pp 147–162
- Singh, A. k, Rehal, J., Kaur, A. & Jyot, G. (2015). Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(11), pp 1575–1589
- Skoglund, M. (2008) Phenolic Compounds in Oats. Effects of steeping, germination and related enzymes. *Faculty of natural resources and agricultural sciences. Doctoral thesis No 2008:2*
- Thomashow, M. F. (1998). Role of cold-responsive genes in plant freezing tolerance. *Plant Physiology*, 118(1), pp 1–8.
- Xu, J. G., Tian, C. R., Hu, Q. P., Luo, J. Y., Wang, X. D. & Tian, X. D. (2009). Dynamic changes in phenolic compounds and antioxidant activity in oats (*Avena nuda* L.) during steeping and germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(21), pp 10392–10398.