

Möjligheten att utnyttja de unika hälsoegenskaperna i korn

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
CHRISTOFFER PERLDAL



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Abstract

Barley naturally contains high amounts of dietary fibre, however it is not widely used in health promoting purposes. Barley is traditionally used for malting in beer and whisky and it is often overlooked as a candidate for other applications. In this study five barley varieties are evaluated from a technical and a nutritional point of view. The aim of the study is to conduct a literature review regarding the technical obstacles of barley usage, as well as the nutritional benefits that comes with the usage of barley. One barley variety, SW 49368, proved to contain a great amount of the dietary fibre β -glucan. SW 49368 was proven to be suitable to use to make a crisp bread with high nutritional value, meeting the standards for health claims approved by the European Food Safety Authority (EFSA) while also addressing some of the technical issues. This study included a focus group where participants were introduced to the crisp bread and asked to give their opinion, they were then told of the nutritional benefits and asked to give a second opinion, to see if their opinions and overall the liking of the product improved.

The results of this study showed that to further incorporate barley into the food industry, the easiest way is to focus on the health aspects of barley. The development of the crisp showed that the demands of β -glucan concentration as stated by EFSA could be achieved, which opens up new paths of barley usage as source of β -glucan.

Förord

Idén att göra en hälsoprodukt där korn står i centrum och att undersöka om det finns egenskaper i korn som är outnyttjade uppstod då det klargjordes att det fanns kornsorter med extra hög β -glukanhalt. Detta examensarbete har kartlagt egenskaperna hos fem olika kornsorter där det sedan har valts att fortsätta utveckla en av dem, med målet att skapa en hälsoprodukt som uppfyller de krav som finns för att göra ett hälsopåstående som tidigare varit svårt att uppnå.

Kornsorterna erhöles av Lantmännen som även hade utfört en tidig analys av kornsorterna. Vidare analyser av kornsorter utfördes av Lyckeby Stärkelse och Eurofins AB. Det praktiska arbetet har utförts på institutionen för livsmedelsteknik vid Lunds Tekniska Högskola (LTH).

Jag är tacksam för att jag har fått möjligheten att lära mig mer om sädesslag och hur en produktutvecklingsprocess av dessa går till, då jag tror att det verkligen är viktigt att vi satsar på att ta fram fler hälsofrämjande produkter baserad på sädesslag. Jag vill speciellt tacka mina handledare Emma Nordell vid Lantmännen R&D och Lars Nilsson vid institutionen för livsmedelsteknik på LTH för er värdefulla vägledning och kunskap. Jag vill även tacka Jakob Lindblad och Mats Larsson vid Lantmännen R&D för att de har delat med sig av sina erfarenheter och sitt kontaktnät.

Speciellt tack till andra inblandade i examensarbetet:

Åke Ståhl vid Lyckeby stärkelse, för hjälpen med analys av kornsorterna och hans expertis om stärkelse.

Diana Bengtsson vid Lantmännen Lantbruk, för att ha försett mig med kornen från Lantmännen.

Thony Hedin vid Lantmännen Cerealia, för att ha delat med sig av sina erfarenheter av produktutveckling och råd under produktutvecklingsfasen.

Björn Bergenståhl vid institutionen för livsmedelsteknik, för de bra råden under produktutvecklingsfasen och utvärderingen av produkten.

Dan Johansson vid institutionen för livsmedelsteknik, för hjälp med utrustning och instrument.

Jeanette Purhagen vid institutionen för livsmedelsteknik, för hjälp med texturmätningar.

Innehållsförteckning

Abstract	2
Förord	3
1. Introduktion.....	6
2. Syfte och Problemformulering.....	7
3. Litteraturgenomgång	8
3.1. Teknisk aspekt	8
3.1.1. Stärkelse	8
3.1.2. Kornstärkelsens kemiska och funktionella egenskaper.....	9
3.1.3. Tekniska utmaningar och kombinationen korn och surdeg	12
3.2. Hälsospekt.....	14
3.2.1. Korns nutritionella egenskaper	14
3.2.2. Hälsopåståenden	16
4. Material och Metod	18
4.1. Analys av kornsorter.....	18
4.1.1. Presentation av kornsorter.....	18
4.1.2. Analys av amyloshalt, kostfiberinnehåll och granulstorlek av samtliga kornsorter	18
4.1.3. Näringsvärdesanalys och analys av totalhalt kostfiber i SW 49368	19
4.2. Produktutveckling.....	20
4.2.1. Formulering.....	20
4.3. Applikationsutvärdering	20
4.3.1. Texturmätning.....	20
4.3.2. Torrsubstansmätning.....	20
4.3.3. Fokusgrupp	20
5. Resultat.....	21
5.1. Utvärdering av kornsorter.....	21
5.1.1. Uppmätta värden	21
5.1.2. Visuell analys.....	21
5.1.3. Näringsvärdesanalys och analys av totalhalt kostfiber i SW 49368 i förhållande till hälsopåstående 2	25
5.2. Applikationsrekommendationer	25
5.3. Produktutveckling av SW 49368	26
5.3.1. Formulering för knäckebröd bakat på SW 49368.....	26
5.3.2. Utvärdering av knäckebröd bakat på SW 49368.....	27
6. Diskussion och Slutsats	30

6.1. Karaktärisering av kornsorter	30
6.2. Produktutveckling av SW 49368	33
6.3. Slutsats.....	34
7. Framtida Studier	35
8. Referenser.....	36
Appendix	39
1. Översiktsrapport kornegenskaper projektet Specialgrödor	39
2. Analysrapport Eurofins SW 49368	41
3. Transkribering Fokusgrupp	43
4. Texturmätning	46
4.1. Knäckebröd bakat på korn	46
4.2. Finn Crisp.....	47
5. Beräkningar	47
6. Receptformulering	47

1. Introduktion

Behovet av en hållbar och effektiv livsmedelsindustri ökar konstant. En växande folkmassa och ett ökat krav på kvalitén hos produkter betyder att industrin måste vara påhittig för att hitta nya lösningar och försöka utnyttja de resurser som finns att tillgå. En stor del av den mat vi konsumerar är baserad på sädeslag, där vete är den dominanta grödan. Vete har sin plats i livsmedelsindustrin på grund av sina bakegenskaper och goda smak och överglänser ofta andra alternativa sädeslag på grund av detta. Ett sädeslag som sett ett ökat intresse är korn, då flera av de hälsoegenskaper som korn besitter är önskat av konsumenterna i dagens samhälle. Stor vikt läggs idag på hur vår diet påverkar vår hälsa och de sjukdomar vi drabbas av, vilket resulterar i ett ökat intresse för produkter som anses vara hälsofrämjande (Adlercreutz, 1990). Det forskas mycket om hur sjukdomar som diabetes uppstår och hur de är sammankopplade till den västerländska dieten och även hur de kan lindras genom en förbättrad diet. Hälsofrämjande produkters roll blir allt större idag eftersom de erbjuder en produktform där livsmedel och läkemedel kan mötas, då detta ökar lättillgängligheten för en välbalanserad hälsofrämjande kost och överlag resulterar detta i en hälsosammare befolkning. I Sverige är korn i dagsläget det tredje mest odlade sädeslaget och det används främst till djurfoder och till mältning till öl- och whiskyindustrin (World-grain.com, 2018). Skulle fler användningar för korn identifieras där korn kan öppna upp möjligheter för nya produkttyper eller fler användningar där det kan ersätta dyrare sädeslag hade detta varit av stort intresse, särskilt för den svenska livsmedelsindustrin (Ogtr.gov.au, 2018).

Korn förknippas främst till öl- och whiskyproduktion eftersom dess nutritionella, kemiska och funktionella egenskaper är passande i dessa processer. I dag används korn mindre än andra sädeslag då det blir snabbt överglänst av andra sädeslag för många av de tänkbara applikationsformerna, som exempelvis bröd och andra konsumentprodukter. (Ogtr.gov.au, 2018). Anledningarna till att korn inte används lika mycket som det traditionellt gjort är många, men främst är det att andra sädeslag som vete har en annorlunda struktur som gör det bättre lämpat för bakning, då korn saknar den höga koncentration av gluten som vete besitter. Det finns många problem med västerländska dieten och flera problem kan härledas till att dieten ofta är centrerad runt lättillgängligheten i mat. Många av dessa produkter som erbjuder detta är baserade på just vete som då ger en passande struktur och en god smak. Men vete är inte ett hälsofrämjande sädeslag om det jämförs med korn och det bör därför inte vara det enda sädeslag som anses vara en kandidat till en så överlägsen majoritet av livsmedelsprodukter som det görs i dagsläget, utan flera sädeslag bör istället betraktas som kandidater. Kornets höga näringsvärde beror på dess höga halt kostfiber och dess mineraltäthet, det är därför intressant att hitta sätt för att utnyttja den potential som korn besitter. Kornets egenskaper kan uttryckas starkare genom växtförädling där det kan odlas fram korn där de egenskaper som eftersöks kan förhöjas. Kornsorter kan tas fram som bland annat har varierande stärkelsestruktur, olika strukturer på stärkelsens uppbyggnad och högre eller lägre kostfiberinnehåll. Växtförädling kan öka värdet av korn, men för att öka användandet av korn måste de tekniska utmaningarna som uppstår i en produkt baserad på korn först lösas och det är en av de aspekter som kommer att behandlas i denna studie (World-grain.com, 2018, Ogtr.gov.au, 2018).

2. Syfte och Problemformulering

I denna studie kommer det, i samarbete med Lantmännen och Kemicentrum, att undersökas de kemiska, funktionella och nutritionella egenskaper hos 5 stycken kornsorter från Lantmännen. De speciella egenskaperna som är unika för korn och som gör de intressanta för livsmedelsindustrin kommer sedan att identifieras. De 5 stycken kornsorterna väljs ut efter låg- och hög amyloshalt samt kostfiberinnehåll, eftersom dessa egenskaper är av stort intresse för en livsmedelsapplikation. Syftet med denna studie är att undersöka korns egenskaper och identifiera dess styrkor genom att främst se till tekniska egenskaper och hälsoegenskaper för att sedan koppla det till utvalda kornsorter från Lantmännen. Syftet med studien är även att ge applikationsförslag samt genomföra en produktutveckling av ett knäckebröd bakat på kornmjöl och kornsurdeg baserat på en av de utvalda kornsorterna. Produktutvecklingen baseras på den genomgående litteraturstudien som behandlar tekniska och nutritionella egenskaper i korn. Av de utvalda kornsorterna finns två sorter som har sällsynt höga nivåer av β -glukan på grund av det genetiska anlaget *amo1*. En produkt som uppfyller kraven för hälsopåståenden från European Food Safety Authority (EFSA) är ett intressant sätt för att föra in korn i industrin i en tidigare inte lika utforskad applikationsform. För att uppnå syftet och skapa en produkt som bevisar kornets styrkor som en livsmedelsprodukt behöver flera tekniska utmaningar klaras av, dessa är: 1) En produktformulering som maximerar mängden kostfiber i slutliga produkten. 2) En lösning på problemet att produkter där korn står i centrum har en bitter eftersmak. 3) Problemet att ett bröd bakat på korn har sämre bakegenskaper än andra mer utnyttjade sädeslag, då en deg av korn blir våtare, har mindre volym och blir mindre elastisk på grund av den saknade vattenbindningsförmågan som annars erhålls av det glutennätverk som en vetedeg besitter.

3. Litteraturgenomgång

3.1. Teknisk aspekt

3.1.1. Stärkelse

Stärkelse är en kolhydrat som är uppbyggd av glukosmolekylerna amylos, med en rak ogrenad helixstruktur, och amylopektin med mer grenade och längre kedjor. Stärkelsens egenskaper bygger mycket på ration mellan amylos och amylopektin, samt amylopektinets kedjestruktur. Detta är relevant för vilken slags process stärkelsen ämnas användas för, om den ska upphettas eller ej och för produktens hållbarhet (Zhu, 2017). Amylos utgörs av kedjor av alfa-D-glukosmolekyler i ett linjärt mönster av 1,4-glukosida bindningar. Amylos utgör i regel 20-30% av kornstärkelsen medan resterande stärkelse utgörs av amylopektin (Bertoft et. al., 2011). Amylopektin är också uppbyggt av långa kedjor av alfa-D-glukos som sitter bundna med glukosidbindningar, 1,4-bindningar men även med 1,6-bindningar som återfinns var 24e-30e glukosmolekyl, vilket strukturellt innebär att molekylen inte är rak som amylos. Amylopektin kan bestå av tre olika sorters kedjetyper: A, B och C. A-kedjor kan inte bära andra kedjor, B-kedjor har förmågan att bära upp B-kedjor och A-kedjor, medan C-kedjor bara har förmågan att bära kedjor med fria reducerande ändar, det finns endast en C-kedja per amylopektinmolekyl som bär upp de andra kedjorna i molekylen. För att undersöka stärkelsens funktion finns det olika metoder att tillämpa, den vanligaste är att finstrukturen hos amylopektin undersöks genom att bryta ned molekylen i mindre beståndsdelar. För att bryta ned amylopektin används isoamylas eller pullulanase vilket klyver 1,6-bindningarna och på så sätt erhålls en uppskattning av kedjelängden då den långa kedjor istället bildar fragmenten av 24-30 stycken glukosmolekyler med 1,4-glukosidbindningar sammanbundet. (Källman, 2013).

Stärkelse är uppbyggt av större partiklar som kallas för granuler, hur dessa är uppbyggda säger mycket om stärkelsens egenskaper och hur den stärkelsen bör hanteras. I en studie gjord av Leszczyński från polska Journal of Food and Nutrition Sciences, förklaras vikten av stärkelsegranulens storlek och form. Där beskrivs det att de större granulerna (15-45 μm) har högre halter av amylos än mindre granuler (0-15 μm), eftersom endospermiet växer i takt med kornets utveckling och dess amylosinnehåll ökar allt eftersom granulstorlekarna ökar (Leszczyński, 2004, Morrison and Gadan, 1987). Källman från Sveriges Lantbruks Universitet förklarar vidare hur formerna av granulerna även är relevanta. Källmans skriver att granulerna i kornstärkelse har två olika former, de större, A-granuler, är diskformade och de mindre, B-granuler, är sfäriska. Detta kan medföra att granulerna packas på olika sätt i kornets stärkelse och medför därmed olika kemiska och fysikaliska egenskaper. Förutom de geometriska skillnaderna skiljer sig även amylos- och amylopektininnehållet mellan de olika granulformerna. A-granuler innehåller till större grad mer amylos än B-granuler och medellängden av amylopektinkedjor är längre i A-granuler jämfört med B-granuler, vilket i praktiken innebär att B-granuler kan övergå till en gelstruktur, gelatiniseras, vid lägre temperaturer än A-granuler. Granulstorleken påverkas av miljön, fysiska förhållanden inne i växtcellerna, främst i amyloplasterna, och av kornets genetiska anlag. Odlingsmiljön påverkar kornstärkelsen då mer regn och högre temperaturer under tillväxten ökar medelvärdet av granulstorlekarna för både stora och små granuler. Genetiskt sett kan en kornsort ha anlag för högre amyloshalter vilket sedan kommer att bäras med i dess avkomma beroende på om anlaget

för hög amyloshalt är dominant eller recessivt om det recessiva anlaget speglas i den andra föräldern (Källman, 2013).

Vidare läggs stor vikt av karaktäriseringen av en stärkelsesort på de kemiska egenskaperna stärkelsen besitter. Zhu skriver i *Barley Starch: Composition, Structure, Properties, and Modifications* att stärkelsegranulerna förutom stärkelse består av proteiner, mineraler, kväveföreningar och lipider och att nivåerna av samtliga makro-och mikromolekyler varierar i olika kornsorter beroende på det genetiska anlaget. Zhu går vidare med att förklara vad dess roller är och vad detta innebär praktiskt för en livsmedelsproduktion. Lipidföreningar och proteiner kan enligt Zhu skapa nätverk som fungerar som skyddande hinnor på ytan av granulerna, vilket bland annat gör dem mer strukturellt stabila och står då emot storleksförändring vid upphettning. Lipidföreningar kan reagera med amylos på främst två sätt som kan komma att påverka egenskaperna hos en stärkelsesort. Det ena sättet är att lipider kan skapa inklusionskomplex tillsammans med amylos som fungerar som en förstärkning av glukoskedjan och i takt med att stabiliteten ökar kommer även stärkelsens förmåga att svälla minska. Praktiskt sett innebär detta att stärkelsens löslighet minskar, då svällning till slut resulterar i gelatinisering. Då stärkelsen brister löses de vattenlösliga amylosmolekylerna delvis upp i vatten, vilket är sättet som stärkelse fungerar på när det används som vattenbindande medel/förtjockningsmedel i livsmedelsprodukter. Det andra sättet amylos och lipidföreningar kan påverka egenskaperna hos stärkelse är genom att förstöra strukturen av molekylen genom att penetrera helixstrukturen och på så sätt skapa hål, vilket påverkar stärkelsens viskositet i en lösning då dess struktur är försvagad (Zhu, 2017).

Stärkelsegranulen är uppbyggd i olika lager av amorfa och kristallina regioner kallat lameller. De kristallina lamellerna är främst uppbyggda av amylopektin där de yttre förgreningarna formar kristallina komplex genom att forma dubbelhelixformationer. Kristallinitet klassificeras i A, B och C, där sädeslag tillhör klass A, potatis tillhör klass B och diverse grönsaker klassificeras som klass C (Källman, 2013).

3.1.2. Kornstärkelsens kemiska och funktionella egenskaper

Retrogradering är då stärkelsen blir olöslig och hårdnar, vilket sker efter att stärkelsen har gått igenom en process där den blir till en stärkelsepasta. För att den ska bli till en stärkelsepasta måste den först gelatiniseras. I boken *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages* beskriver Skibsted et. al. gelatinisering som ett fenomen som inträffar då stärkelsegranulerna befinner sig i ett system med stor mängd tillgängligt fritt vatten vid temperaturer omkring 40 °C. Stärkelsegranulerna formar då en kolloidal förening med hög vattenhalt, vilket benämns som en stärkelsepasta. Gelatinisering är ett fenomen som sker i flera steg och börjar med att strukturerna i stärkelsegranulerna försvagas och att kristalliniteten upplöses, i detta steg är det främst gelatinisering av amylos som sker. När kristalliniteten upplöses resulterar det i en storleksökning av granulerna då de binder till det fria vattnet. Nästa steg i gelatiniseringen sker då lösningen når höga temperaturer omkring 80-95 °C. Vid dessa temperaturer sker en partiell depolymerisering, polymererna bryts ned till monomerer och de långa glukoskedjorna övergår istället till att bli flera korta fragment av vattenlösliga kolhydrater. Det är detta som är stärkelsepastan, kolhydratsubstanser från de tidigare långa polymererna upplösta i vatten, samt fragment av stärkelsegranuler (Skibsted, Risbo and

Andersen, 2010). Stärkelsepasta används som förtjockningsmedel i livsmedelsindustrin och kan se olika ut beroende på vad den ursprungliga stärkelsekällan är. Zhu beskriver i sin bok hur de specifika egenskaperna för en viss stärkelsepasta är beroende av växtkällan till stärkelsen och att just korn har bra egenskaper på grund av dess större granuler, detta är alltså ännu en anledning till att expandera kornets roll i livsmedelsindustrin (Zhu, 2017).

Kvaliteten av en stärkelsepasta karaktäriseras av dess funktionalitet men även av dess stabilitet och hållbarhet. Ett problem med stärkelsepasta är att dess reologiska egenskaper försämras då den åldras. Fenomenet förklaras i en studie om resistent stärkelse av Leszczyński; Ett sätt att undersöka stärkelsepastans hållbarhet är att se till dess bindningsförmåga då vattenbindningsförmågan försämras vid åldrandet. När pastan kyls övergår den från sitt lösta tillstånd till ett mer geléaktigt tillstånd med stor vattenbindningsförmåga. Åldrandet är extra påskyndat vid lägre temperaturer närmare 0 °C. Reologiskt minskar viskositeten hos stärkelsepastan då en del av det tidigare bundna vattnet rinner ut och lägger sig som en hinna över pastan, detta är ett fenomen som kallas för syneresis. Vätska från en gel extraheras och flyter ut på toppen, likt hur en yoghurt får en vätska bestående av vassleprotein i toppen när den förvarats en tid. Anledningen till syneresis är att stärkelsen börjar retrogradera, amylos övergår delvis till sin olösliga form som resistent stärkelse och koncentrationen av icke-retrograderad stärkelse minskar på så sätt i stärkelsepastan (Leszczyński, 2004). Praktiskt innebär detta att stärkelsepastans förtjockningsegenskaper minskar då viskositeten i pastan minskar på grund av den minskade stärkelsehalten. Amyloshalt är därmed en viktig faktor vid valet av stärkelse om en produkt ska förvaras vid låga temperaturer då högre halter av amylos är mer känsliga för förvaring vid lägre temperaturer.

De fysiska egenskaperna förändras drastiskt då en stärkelse upphettas eller tillförs i ett nytt system. Källman förklarar i sin studie om kornstärkelse att vid framställning av stärkelsepasta hettas stärkelselösningen upp och storleken på granulerna ökar, vilket i praktiken betyder att granulstorleken i kornstärkelse är en avgörande faktor i dess lämplighet som stärkelsepasta då en större granul kommer att genomgå en större storleksförändring. Förutom granulstorlek är även mängden lipider en avgörande faktor, då de kan forma inklusionskomplex med amylos som förstärker molekylens stabilitet och därmed inhiberar svällningsmöjligheterna (Källman, 2013).

När vatten migrerar i en stärkelsebaserad livsmedelsprodukt eller då gelatiniserad stärkelse genomgår temperaturförändringar kan stärkelsen retrogradera, vilket innebär att polysackariderna rekristallieras. Rekristallisering av amylos sker snabbt då en gelatiniserad stärkelse kyls, detta kan observeras genom att viskositeten ökar snabbt i lösningen. Att kontrollera amylosens retrograderingshastighet är en stor utmaning för livsmedelsindustrin och ofta anpassas produkten för att kunna tolerera en viss grad av retrogradering (Fornal et. al., 1987). I boken *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages* beskriver Skibsted et.al. hur retrograderingen hos stärkelsepasta kan upptäckas, att amylopektin har en lägre grad av retrogradering än amylos samt hur detta är relevant i livsmedelsindustrin. De förklarar att retrogradering av amylopektin är en långsammare process än retrogradering av amylos, vilket är den främsta anledningen till att välja stärkelsesorter med låg amyloshalt till en produktform som exempelvis bröd som ska motstå retrogradering. När retrograderingen

börjar ske undersöks den genom att mäta kristallinitet hos stärkelsegranulerna. När stärkelsen är gelatiniserad kommer inget mönster av kristallinitet att kunna påvisas. Då en förändring sker och retrograderingen tar vid är det möjligt att genom att utsätta stärkelsen för elektromagnetisk strålning se hur ett A-klassificerat kristallint mönster formas. När stärkelsen rekristalliseras påverkas texturen markant, exempelvis då kanterna på ett bröd blir hårdare och smaken försämras. Produktens kvalitet försämras vilket gör det eftersträvansvärt att skjuta upp retrograderingen så länge som möjligt för att förlänga livslängden av produkten. När en stärkelsebaserad livsmedelsprodukt retrograderar minskar även kroppens nedbrytningsförmåga av stärkelsen då en del av stärkelsen övergår till en form av resistent stärkelse, vilket molekylärt innebär att de kristallina komplexen blir hårdare strukturellt och mindre lättillgängliga. Det finns dock tillfällen då retrogradering är önskvärt; När produkten som utvecklas önskas ha egenskaper som kommer av retrograderingen, exempelvis hårdare utsida som i ett hårt bröd, är det istället bättre att välja en stärkelse som har högre grad av retrogradering. (Skibsted, Risbo and Andersen, 2010).

I praktiken innebär retrograderingsfenomenet att det är viktigt att se över de egenskaper den färdiga produkten ska ha då en stärkelsebaserad livsmedelsprodukt. Om det är önskvärt med minskad retrogradering bör en typ av kornstärkelse med låg amyloshalt väljas, då amylos lättare retrograderar på grund av dess mindre storlek och helixstruktur, vilket innebär att molekylerna är mer fragil.

För att ta reda på en livsmedelsprodukts hållbarhet är mängden vatten i produkten centralt. Vattenaktivitet (a_w) är ett begrepp som används för att definiera den mängd vatten som finns fritt tillgängligt att reagera med andra kemiska föreningar, eller som den mängd vatten som är uppbundet och inte kan delta i kemiska reaktioner. Vattenaktiviteten definieras som ångtrycket av det vatten som befinner sig över ett ämne dividerat på ångtrycket över rent vatten; $a_w = \frac{p}{p_0}$.

Vattenaktivitet i sig kan endast beskriva situationen inuti en livsmedelsprodukt och för att kunna sätta det i ett praktiskt perspektiv behöver den relativa humiditeten (RH) inkluderas. Den relativa humiditeten är omgivningens fuktighetsgrad och avgör hur en produkt förhåller sig till sin omgivning då den förvaras. Vattenaktiviteten kommer att sträva mot ett ekvilibrium och vatten kommer därmed att transporteras i en riktning för att nå ett jämviktsläge, ett fenomen som refereras till i livsmedelsprodukter som staling. Skibsted et.al. beskriver staling som ett fenomen i bröd där vatten transporteras från brödet inre till brödets kant. Praktiskt innebär detta att brödet förlorar sin textur och att brödets kanter blir hårdare. Detta är direkt förknippat med brödets livslängd då kvalitén markant försämras då vattenaktiviteten nått ekvilibrium. Stärkelsen är kopplat till stalingfenomenet genom sin vattenbindningsförmåga, då det uppbundna vattnet bidrar till sänkt vattenaktivitet och därmed sänkt fuktmigration från brödets insida till kanterna (Skibsted, Risbo and Andersen, 2010).

För att förstå hur staling kan utnyttjas i livsmedelsindustrin behöver begreppet glasomvandling inkluderas. Skibsted et. al. beskriver glasomvandling som ett begrepp som syftar till molekylär mobilitet i en livsmedelsprodukt. Molekylär mobilitet syftar i detta fall till förmågan för en livsmedelsprodukt att forma kristallina komplex, en faktor som är direkt avgörande för texturen i en produkt. Kristallina komplex kan ofta bara existera i en form och då behöver kristallerna passa ihop, vilket endast är möjligt om molekylerna har en viss mobilitet. Glasomvandling är

tillfället då ett material skiftar mellan glastillstånd och gummitillstånd vilket resulterar i drastiska förändringar för den molekylära mobiliteten, termodynamiska och mekaniska egenskaper. Detta tillfälle inträffar vid en viss temperatur som är unik för alla material, glasomvandlingstemperaturen (T_g). Glasomvandling går att jämföra med ett gummiband som kyls, det förlorar då sitt gummiaktiga tillstånd och får istället hårda men sköra egenskaper (Skibsted, Risbo and Andersen, 2010).

Glasomvandling och vattenaktivitet är två begrepp som gemensamt kan berätta mycket om hur en livsmedelsprodukt kan förvaras och hur den påverkas vid nedfrysning och uppvärmning. Stärkelsebaserade produkters tillstånd i förhållande till glasomvandling kan vara både i glasig och i amorft gummitillstånd. I det glastillståndet är produkten högviskös och fast, medan det amorfa gummitillståndet förknippas med en mindre viskös produkt, ofta i lösningsform. Om en livsmedelsprodukt ligger på den ena sidan av skalan och exempelvis hettas upp till att passera T_g kommer den att skifta tillstånd i ett så kallat glasomvandlingstillstånd. Praktiskt innebär detta koncept att en produkt anpassas till antingen glas eller det amorfa tillståndet i förhållande till den viskositet som önskas. Den längsta förvaringstiden och bevarandet av livsmedelsproduktens kvalité sker bäst i det glastillståndet. Förvaring och kvalité kan försämrats om en produkt förvaras i det amorfa gummitillstånd, då molekylerna blir mycket rörligare i systemet, vilket kan resultera i kristallisering eller andra texturförändringar. Stärkelse påverkar dessa två fenomen genom sin vattenbindningsförmåga på så sätt att T_g ökar då vatteninnehållet i en produkt minskar, det blir då lättare att behålla systemet i det glastillståndet (Skibsted, Risbo and Andersen, 2010).

3.1.3. Tekniska utmaningar och kombinationen korn och surdeg

De tekniska utmaningar som finns med att använda korn i en livsmedelsapplikation med fokus på kostfiber och därmed hälsa är: 1) En produktformulering som maximerar mängden kostfiber i slutliga produkten. 2) En lösning på problemet att produkter där korn står i centrum har en bitter eftersmak. 3) Problemet att ett bröd bakat på korn har sämre bakegenskaper än andra mer utnyttjade sädeslag, då en deg av korn blir våtare, har mindre volym och blir mindre elastisk på grund av den saknade vattenbindningsförmågan i det glutennätverk som en vetedeg besitter.

Problemet med den bittra smaken av korn och de bristande bakegenskaperna korn besitter kan delvis kompenseras för med addition av surdeg. Användningen av surdeg är en lång tradition som har börjat större användning igen då stor del av den ökade produktkvalitén som eftersträvas med andra tillsatser istället kommer naturligt med surdeg, vilket är lämpligt då många livsmedelsproducenter strävar efter en mer ”clean label” (Gänzle and Ripari, 2016). Surdeg är en blandning av mjöl och vatten där en spontan fermentering sker på mjölets egna bakteriekultur. Bakteriekulturen är unik för varje sorts mjöl och beror på många olika parametrar, bland annat ursprungsmiljön vid odling, förvaring av mjölet, process för framtagande av mjölet, vattentyp och vattnets renhet. Surdeg används för att det introducerar en syrlig smak i produkten, samt att den även påverkar de fysiska egenskaperna hos produkten. Användandet av surdeg i bröd kan medföra en ökad volym då mjölksyrebakterier (*Lactobacillaceae*, LAB) och jäst producerar koldioxid, vilket innebär en ökad gasproduktion i brödet. Korndegen har dock svårt att bibehålla den högre gashalten inne i brödet då det är mer glutenfattigt än exempelvis vetemjöl. Hög halt fiber i brödet binder även upp en del vatten som

annars går till att stärka glutennätverket, men på grund av surdegen erhålls ändå en viss volymökning. Surdeg kan därmed förbättra den tekniska kvalitén genom volym, textur, smakupplevelse (Torrieri et. al., 2014).

Surdegens bakteriekultur utgörs främst av mjölksyrebakterier, där de vanligaste stammarna är *Lactobacillus plantarum* och *Lactobacillus sanfranciscensis*. Dessa har visats kunna producera metaboliter som har positiv effekt på både textur och retrograderingen i bröd. (Gänzle and Ripari, 2016). Dessa metaboliter är främst diverse organiska syror, exopolysaccharider (EPS) samt olika enzymer. EPS har många önskvärda effekter på brödbakningen, då de har egenskapen att öka viskoelasticiteten hos en deg, minska effekten av staling då de binder upp vattnet och öka förvaringstiden på grund av det lägre pH-värdet (3.8-4.2) som gör miljön i brödet mindre gästvänlig för mögelsporer. EPS kan även öka volymen av brödet genom en gasproduktion genom den koldioxid som bildas under fermenteringen. Smaken som surdegen ger brödet är ett resultat av de peptider och aminosyror som LAB producerar. (Torrieri et. al., 2014)

En stor skillnad mellan vetemjöl och kornmjöl är det högre innehållet av fytinsyra i korn, vilket har lett till att det har tagits fram kornsorter med lägre nivåer av fytinsyra. Ur en hälsoaspekt spelar fytinsyra en stor roll, då ett fullkornsmjöl är rikt i mineraler men absorptionen av dessa mineraler är kraftigt nedsatt på grund av fytinsyra. Fytinsyra har en stark kapacitet för att skapa olösliga saltkomplex som binder upp och minskar biotillgängligheten av mineraler. Detta är ett problem då det minskar nutritionsvärdet av ett hälsosamt kornbröd, men användandet av surdeg kan minska inhiberingen. Under fermenteringen i surdegen hydrolyseras fytinsyra till inositol som har ett lägre fosfatinnhåll. Inositol har därför en lägre bindningskapacitet till mineralerna än fytinsyra och därmed ökar biotillgängligheten av mineraler i produkten (Mariotti et. al., 2014).

Additionen av surdeg i formuleringen är ur ett tekniskt perspektiv bra för bakegenskaperna av degen genom förbättrad smak, textur, volym men även ur ett nutritionellt perspektiv genom additionen av mjölksyrebakterier också som ökar mineralabsorption.

3.2. Hälsoaspekt

Korn är rikt på kostfiber, vilket förekommer i tre olika typer; Lösliga fibrer, olösliga fibrer och resistent stärkelse (Leszczyński, 2004). De viktigaste kostfibrerna ur en hälsoaspekt är β -glukan, arabinoxylan och cellulosa som är lösliga och olösliga fibrer. Förutom kostfibrer innehåller korn även flera polyfenoliska föreningar och tocopheroler. β -glukan har påvisats kunna sänka kolesterolet i blodet (EFSA Journal 2014;12(2):3577) och även minska intensiteten av de toppar av blodsocker som inträffar efter en måltid (EFSA Journal 2011;9(6):2207). Polyfenoliska grupper har påvisats ha antioxidanta egenskaper i kroppen genom att minska förekomsten av oxidationsreaktioner i kroppen genom att binda fria syreradikaler. Tocopheroler har påvisats ha positiv effekt på Glykemiskt Index (GI) genom att minska intensiteten av plötsliga blodsockernivåförändringar och därmed ges ett lägre insulinutsöndringskrav (Goupy et. al., 1999). Ett centralt begrepp inom produkter med hälsofrämjande egenskaper där blodsockernivåerna är i fokus är GI. Livsmedelsverket definierar GI som ”Glykemiskt index, GI, är ett sätt att mäta hur snabbt kolhydrater tas upp från olika slags livsmedel [...]”. Hur snabbt kolhydrater tas upp reflekteras av hur blodsockernivåerna påverkas av intagen livsmedelsprodukt. En produkt med lågt GI har en mindre påverkan på blodsockernivåerna och har mer jämn blodsockerpåverkan vilket bidrar till hälsosammare fettomsättning och blodlipidnivåer. Blodsockrets nivåer efter måltid är direkt relaterat till insulinutsöndring för att möta glukostillförseln. En produkt med högt GI innebär stort tillskott av glukos och därmed ett större påslag av insulinutsöndring, de korta skarpa topparna innebär dessutom att mättnadskänslan försvinner snabbare. (Livsmedelsverket.se, 2018).

Korn som mals som fullkorn innehåller högre halt av kostfiber än andra sädeslag. Kostfiber bidrar till en långsammare matsmältning då det bidrar till en högre viskositet som i sin tur reducerar absorptionshastigheten i tarmkanalerna. En kornrik produkt har följaktligen en lägre påverkan på blodsockernivåerna och därmed ett lägre GI värde (Livsmedelsverket.se, 2018).

3.2.1. Kornens nutritionella egenskaper

Zhang et. al. beskriver även kostfiber i *Advance in Barley Sciences* och går specifik in på att korn som sädeslag har högre nivåer av lösliga kostfiber än havre som vanligtvis är källan till de produkter som idag finns med höga nivåer kostfiber. De förklarar i sin studie att kostfiber minskar hastigheten av bland annat glukosabsorptionen då det absorberas i tarmarna och utsöndras i blodet till kroppen, något som tros beror på löslighetsgraden hos kostfiber som β -glukan. När kostfiber sväller formar det en högviskösa gel, vilket inhiberar utsöndringen av glukos till en viss grad. (Zhang, Li and Liu, 2012). I en studie av Kati Katina et. al. vid finska VTT Technical Research Centre of Finland Ltd har den typiska västerländska dieten undersökts. Katina et. al. har kommit fram till att de flesta äter en diet som innehåller mindre än 20g fibrer/dag, medan det rekommenderas att konsumera 25-30g/dag. Att konsumera för lite fibrer kan öka chansen att drabbas av sjukdomar som fetma, kolorektal cancer, koronar hjärtsjukdom och typ 2 diabetes. (Katina et. al., 2005).

I boken *Cereal Grains-Assessing and Managing Quality* från 2016 förklarar Wrigley et. al. att β -glukan finns i cellväggarna hos växtcellerna i sädeslag. De lägger stor vikt på just huruvida korn processas helt eller inte då deras studier visar på att β -glukan är som mest koncentrerat i

de hårdare yttre strukturerna i ett kornfrö. β -glukan är en polysackarid uppbyggd av flera sockerenheter vid namn β -D-Glukopyranos. Dessa enheter är grupperade i blockform med olika mönster av (1-4)-länkade enheter eller (1-3)-länkade enheter, vilket kan användas för att spåra källan till β -glukan. Wrigley et. al. går vidare med att beskriva rollen av β -glukan har i livsmedelsindustrin då har börjat bli större, då det används mer allt eftersom fler studier som påvisar hälsoeffekterna kopplade till β -glukan publiceras. β -glukan har av EFSA blivit accepterat som en bioaktiv substans. Mer specifikt ger konsumtion av β -glukan hälsoeffekten att minska låg-densitet-lipoprotein (LDL) kolesterolet i blodet, vilket är den kolesteroltyp som ökar risken för hjärt- och kärlsjukdomar genom exempelvis ateroskleros. β -glukan har även påvisats kunna påverka minskning av blodsockertopparna efter intagen måltid (Wrigley, Batey and Miskelly, 2016, EFSA Journal 2014;12(2):3577, EFSA Journal 2011;9(6):2207).

Minskningen av LDL har visats bero på vilken viskositet β -glukan har i en lösning. Viskositeten beror på strukturen och molekylvikten av β -glukan då molekylvikten påverkar absorptionsförmågan i tarmkanalerna. Lösligheten för β -glukan är av stor betydelse för de hälsoeffekter som förknippas med konsumtionen av kostfibret. Lösligheten beror på det mönster som β -D-glukopyranos är uppbyggt i och hur starka kedjor blockformationerna skapar. Desto starkare kedjor desto svårare är det för kedjorna att brytas och lösligheten förblir då låg. I kostfiber som β -glukan bryts mönstret av de hårda (1-4)-bindningarna av (1-3)-bindningar, vilket försvagar kedjan och ger β -glukan dess höga löslighet. Jämfört med den mycket mer svårösliga cellulosan, där det inte finns (1-3)-bindningar, vilket praktiskt betyder att cellulosas egenskap som kostfiber är sämre än β -glukan. Bindningsmönstret kan analyseras genom att bryta ned polysackariderna till partiellt metylerade och acetylerade alditoler som kan analyseras genom gaskromatografisk masspektroskopi. I kromatogrammen syns då först en topp för (1-3)-bindningar och efter det en för (1-4)-bindningar som sedan kan användas till att räkna ut den relativa mängden av vardera bindningstyp, för att sedan kunna spåra källan till β -glukan (Nie, Cui and Xie, 2018), (Wrigley, Batey and Miskelly, 2016).

En viktig parameter för β -glukans nutritionella funktionalitet i kroppen är dess molekylvikt. Då olösligt β -glukan har en högre molekylvikt ökar det viskositeten mer i magsäcken, vilket bland annat gör absorptionen av näringsämnen och kolesterol långsammare. Både låg- och högmolekylärt β -glukan har dock rapporterats ha likvärdig effekt i minskningen i blodlipidkoncentration (Mariotti et. al., 2014).

Resistent stärkelse är stärkelse som förekommer i en form som inte bryts ned av amylaset i tunntarmen utan istället transporteras vidare till tjocktarmen. Resistent stärkelse definieras som summan av stärkelsen och de produkter som produceras under stärkelsens nedbrytning som inte absorberas i tunntarmen utan istället absorberas i tjocktarmen. Resistent refereras till som den tredje formen av kostfiber och har liknande effekter som de andra två, olösliga och lösliga fibrer. Nedbrytningen i tjocktarmen förklaras av Leszczyński där han beskriver processen enligt följande: Nedbrytningen sker i tjocktarmen genom fermentering av en annan bakterieflora än den som finns i magsäcken och tunntarmen och restprodukterna efter nedbrytning består till stor del av de kortkedjiga fettsyrorna propionsyra, ättiksyra och smörsyra. Dessa är essentiella i en fördelaktig selektion av tarmfloras bakteriekultur samtidigt som de påvisats minska nivåer av kolesterol, triglycerider, urea i blodet och minska risken för kolorektal cancer (Leszczyński,

2004). Det finns 5 typer av resistent stärkelse. Typ 1 är fysiskt otillgänglig stärkelse, typ 2 är granulär stärkelse med B-och C-polymorfism, typ 3 är retrograderad stärkelse, typ 4 är kemiskt modifierad stärkelse och typ 5 är amylos-lipid komplexen som nämnts under kapitel 2.1.2. Retrograderad stärkelse räknas som resistent stärkelse för att dubbelhelixkomplexen som bildas vid retrograderingen inte besitter det aktiva säte som amylaset kräver för att hydrolysera stärkelsen (Leszczyński, 2004). När nedbrytningsbar stärkelse bryts ned i magsäcken och tunntarmen bryts det snabbt ned och absorberas sedan som glukos, vilket triggar hyperglykemiskt svar och insulinutsöndring, vilket sedan kan övergå i hypoglykemi. Då insulinutsöndringen tvingas att anpassas efter en allt för frekvent cykling av hyper-och hypoglykemiska förhållanden kan det resultera i insulinresistens och eventuellt diabetes typ 2. Resistent stärkelse transporteras istället förbi magsäcken och tunntarmen där det istället bryts ned till kortkedjiga fettsyror. De kortkedjiga fettsyrorerna som produceras vid nedbrytningen av resistent stärkelse diskuteras i en studie gjord av Birt et. al. Birt et.al. skriver att de kortkedjiga fettsyrorerna har visats ha en viktig funktion i reduceringen av förstadier till kolorektal cancer, reglering av metabolismen av makromolekyler och ökad kontroll av hormonutsöndringar i kroppen.

Resistent stärkelse kan fungera som en form av prebiotika, vilket definieras av Gibson et. al. som ”en selektivt fermenterad ingrediens som möjliggör specifika förändringar, både i kompositionen och/eller aktiviteten i den gastrointestinala mikrofloran, som ger fördelar”. Funktionen av prebiotika beror i stort på probiotika, vilket definieras av World Health Organization som ”Probiotika är levande mikroorganismer som vid konsumtion av lämpliga mängder har gynnsamma effekter på hälsan” (WHO, 2006). Om en produkt innehåller prebiotika och probiotika kallas den för symbiotika. Syftet med en symbiotisk produkt är därmed att främja de hälsofördelar som kan fås vid konsumtion av probiotika, genom att ge näring till de hälsofrämjande mjölksyrebakterierna och att underlätta för transportereringen genom magsäck och tunntarm till tjocktarmen genom de prebiotiska egenskaperna.

I en studie gjord av Pascal Goupy et.al. från det franska Institut National de la Recherche Agronomique undersöks, identifieras och bevisas den antioxidanta effekten av olika polyphenoliska föreningar, alfa-tocopheroler (Vitamin E) och kartenoider. Polyphenolers antioxidanta effekt kommer från dess förmåga att förhindra lipidoxidation, som reduktionsmedel och genom att ta hand om och binda upp fria syreradikaler. Goupy et. al. går vidare med att beskriva alfa-tocopherols antioxidanta förmåga som en syreradikaljagare och att det förhindrar att membran uppbyggda av fleromättade fettsyror bryts ned. (Goupy et. al., 1999, Livsmedelsverket.se, 2018)

3.2.2. Hälsopåståenden

De värden som erhålls från Lantmännen indikerar att de dubbelrecessiva kornsorterna har sällsynt höga nivåer β -glukan. En produkt som uppfyller kraven för hälsopåståenden från EFSA är ett intressant sätt för att föra in korn i industrin i en tidigare inte lika utforskad applikationsform.

2006 godkände EFSA hälsopåståendet att ” β -glukan från korn har visats minska kolesterolhalten i blodet. En hög kolesterolhalt är en riskfaktor för utveckling av hjärt- och kärlsjukdomar. För uppnå denna hälsoeffekt bör minst 3g β -glukan konsumeras per dag. För att

få märka sin produkt med detta hälsopåstående krävs enligt EFSA: ”Minst 3g av korn β -glukan bör konsumeras per dag för att kunna uppnå den påstådda effekten. Denna mängd kan rimligtvis konsumeras som den av en balanserad kost. Den ämnade målgruppen är vuxna som vill minska sina blodkolesterolnivåer” (EFSA Journal 2014;12(2):3577). Detta hälsopåstående kommer att refereras till som hälsopåstående 1 i denna studie.

År 2012 gav Europeiska Kommissionen tillstånd för ett hälsopåstående som lyder: ” β -glukan som del av en måltid bidrar till att minska blodsockerhöjningen efter måltiden om livsmedlet innehåller minst 4 gram β -glukan per 30 gram tillgängliga kolhydrater i en angiven portion”. (EFSA Journal 2011;9(6):2207). Detta hälsopåstående kommer att refereras till som hälsopåstående 2 i denna studie.

4. Material och Metod

I denna studie undersöks applikationsmöjligheterna av 5 olika kornsorter från Lantmännen som valts utefter deras egenskaper som representerar intressanta egenskaper och ytterligheter av dessa hos korn.

4.1. Analys av kornsorter

4.1.1. Presentation av kornsorter

Kornsorterna har tidigare kategoriserats av Lantmännen utefter amylos/amylopektin ration. Lantmännen har även gjort en grov uppskattning av mängden kostfiber som korn kunde förväntas innehålla baserat på dess genetiskt anlag, se tabell 1 och appendix 1. Kategorierna som kornsorterna fördelas efter är de intressanta egenskaperna som skiljer korn från andra sädesslag samt stärkelsekaraktären som skiljer mellan de olika kornsorterna.

*Tabell 1: De kornsorter som undersöks i denna studie. Namnet på de utvalda kornsorterna, dess speciella egenskap som är anledningen till varför de valdes ut, samt en kommentar som förklarar varför kornsorten är intressant, till exempel huruvida sorten förväntas ha höga halter kostfiber genom det genetiska anlaget *amo1*, även kallat dubbelrecessivitet. Egenskaperna är baserade på data erhållen från Lantmännen, se appendix 1.*

Namn	Egenskap	Kommentar
Lisen 1021-21	0-amylos	Godkänd enligt särskiljbarhet, stabilitet och enhetlighet (DUS)
Karmosé 2021-33	Hög amyloshalt	Godkänd enligt DUS
SW 11-19184	0-amylos	Påstods endast innehålla amylopektin efter grov uppskattning
SW 49368	Låg amyloshalt	Dubbelrecessiv
SW 49427	Hög amyloshalt	Dubbelrecessiv

4.1.2. Analys av amyloshalt, kostfiberinnehåll och granulstorlek av samtliga kornsorter

De intressanta egenskaperna som ligger i fokus i denna studie är amyloshalt som definierar användningsområdet för stärkelsen, kostfiber och granulstorleken hos kornstärkelsen. Analysmetoderna som användes för att analysera dessa egenskaper utfördes av Lyckeby Stärkelse och presenteras i tabell 2.

Tabell 2: Analysmetoderna som användes för att analysera amyloshalt, β -glukaninnehåll samt granulstorleken. Kornsorterna maldes och analyserades av Lyckeby Stärkelse.

Egenskap	Analysmetod	Beskrivning
Amyloshalt	Amylopektinratioanalys	Stärkelsen löses upp i dimetylsulfoxid och bryts sedan ned med isoamylas till linjära fragment, dessa fragment analyseras sedan

		genom gelpermeationskromatografi på en kolonn av Sepharose CL-6B.
β-glukanbestämning	Komplexbindning med Calcofluor.	β-glukan uppmäts spektrofotometriskt efter att ha inbindit till Calcofluorreagens som då avger ett fluorescensljus.
Granulstorlek	Mikroskopering efter infärgning av stärkelsegranulerna med jodlösning.	När jod inbinder till amylos bildas en blå fluorescensfärg, vilket kan observeras med ljusmikroskop. Vid avsaknad av amylos är granulerna rödbruna.

4.1.3. Näringsvärdesanalys och analys av totalhalt kostfiber i SW 49368

Analyser visade på hög nivå β -glukan i SW 49368, den valdes därmed att gå vidare med i en produktutvecklingsprocess. En näringsvärdesanalys och en analys av totalhalt kostfiber genomfördes för att definiera de exakta egenskaperna i korn SW 49368 och därmed underlätta i produktutvecklingsprocessen. SW 49368 maldes på Kemicentrum vid LTH och skickades för omfattande näringsvärdesanalys och analys av totalhalt kostfiber till Eurofins AB. Ämnen och analysmetoderna presenteras i tabell 3.

Tabell 3: Metoder för näringsvärdesanalys och analys av totalhalt kostfiber. Alla analyser utfördes av Eurofins AB.

Ämne i SW 49368	Analysmetod
Fruktos, galaktos, glukos och laktos	Jonkromatografi, detektion med elektrolytisk konduktivitetdetektion.
Maltos och sackaros	Högpresterande anjonbyteskromatografi, detektion med elektrokemisk detektor.
Råprotein	Kjeldahl
Fettsyraprofil	Gaskromatografi, detektion med flamjonisationsdetektor
Kostfiber	Enzymatisk-gravimetri
Vattenhalt, aska och råfett	Gravimetri

Natrium	Induktivt	kopplad	plasma
	emissionsspektroskopi		

4.2. Produktutveckling

4.2.1. Formulering

Ett knäckebröd bakades av den utvalda kornsorten SW 49368 efter recept enligt appendix 6.

Produktutvecklingen bestod i justering i parametrar i grundreceptet där följande parametrar justerades och bestämdes, resultatet kan observeras i appendix 6

- Mjölration Korn: Vetemjöl
- Vattenmängd
- Surdegskomposition och mängd surdeg
- Jästtider

4.3. Applikationsutvärdering

4.3.1. Texturmätning

Texturmätning görs för att undersöka brytningspunkten för knäckebrödet. Det gjordes även en jämförelsestudie mellan surdegsknäckebrödet och Finn Crisp från Lantmännen, då texturen av Finn Crisp är den textur som eftersträvades under produktutvecklingen. Texturmätningen gjordes med Perten TVT-300XP texturanalysinstrument, specifikt till mätningen användes probe 671170 med höjden 55mm (Break probe in aluminium) och rig 675040 med höjden 62mm (Three point bend rig). Texturmätningen gjordes enligt rekommenderad metod för Perten texturanalysinstrument. 5 stycken Finn Crisp och 10 stycken kornknäckebröd analyserades.

4.3.2. Torrsubstansmätning

Mätningen utförs för att visa den slutliga vattenhalten i surdegsknäckebrödet för att undersöka hur stor mängd β -glukan som surdegsknäckebrödet innehåller som färdig produkt, under antagandet att β -glukans nedbrytning under bakkingsprocessen försummas. Torrsubstansmätningen utfördes med en Mettler Toledo Balance med en LJ16 Moisture Analyser på Kemicentrum vid Lunds Tekniska Högskola.

4.3.3. Fokusgrupp

En fokusgrupp appliceras på en produktutvecklingsfas i slutskedet och där syftet med fokusgruppen är att en grupp individer utfrågas kring deras uppfattningar, attityder och åsikter mot ett koncept eller en produkt. Det är en metod som används för att förstå varför människor tycker som de gör. Fokusgruppen genomfördes med 8 deltagare mellan åldrarna 23-28 år. Syftet med fokusgruppen var att se huruvida en konsuments åsikt influeras av att en produkt har uppfyllt kraven för hälsopåståenden. Deltagarna fick först smaka på veteknäckebrödet Crisp n' Wheat (Wasa, 2018), ett veteknäckebröd bakat i en liknande process som knäckebrödet bakat på SW 49368 och sedan knäckebrödet bakat på SW 49368. För transkriberingen från fokusgruppen, se appendix 3.

5. Resultat

5.1. Utvärdering av kornsorter

5.1.1. Uppmätta värden

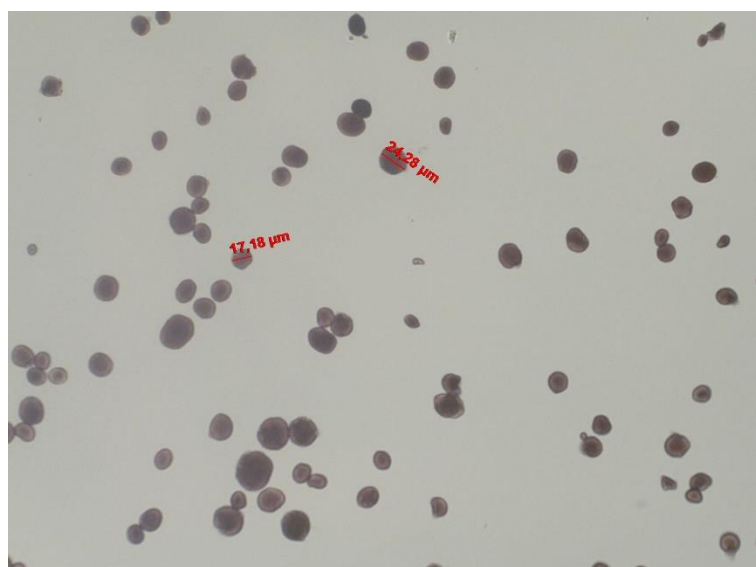
Resultaten från analyserna för amyloshalt och β -glukan utförda med analyserna presenterade i tabell 2 presenteras i tabell 4.

Tabell 4: Resultaten från analyserna för amyloshalt och β -glukaninnehåll enligt tabell 2, utförda av Lyckeby Stärkelse.

Namn	Amyloshalt (%)	β -glukan (% av TS)
Lisen	<0,5	6,5
Karmosé	33,7	5,9
SW 11-19184	<0,5	6,4
SW 49368	<0,5	11,4
SW 49427	19,4	4,1

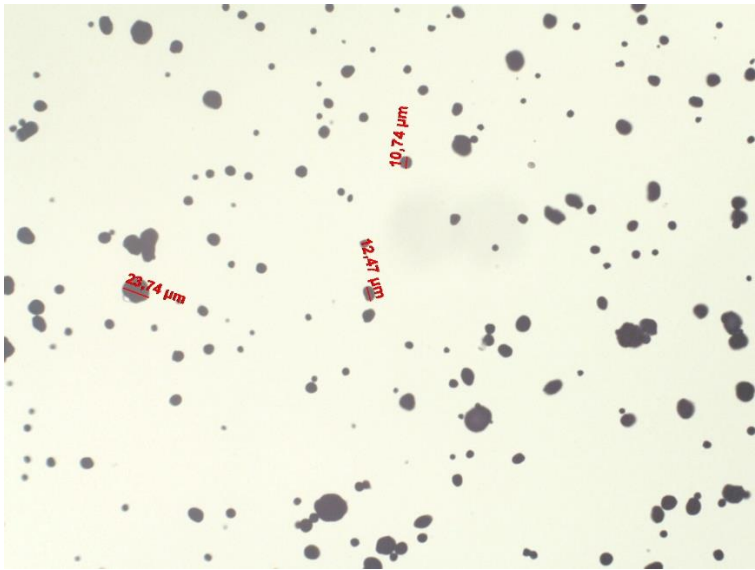
5.1.2. Visuell analys

Kornstärkelsen analyserades på Lyckeby Stärkelse där den isolerade stärkelsen analyserades visuellt med ljusmikroskop efter infärgning med jod-lösning. Stärkelsegranulernas utseende går att observeras i figur 1-5 där kornsorterna presenteras i följande ordning: Lisen, Karmosé, SW 11-19184, SW 49368, SW 49427.



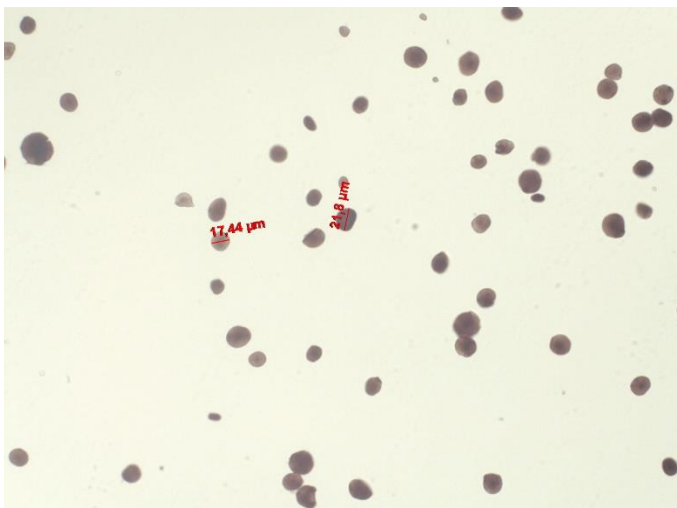
Figur 1: Kornstärkelsen i Lisen har först isolerats och sedan analyserats med ljusmikroskop, där sedan en jod-lösning har tillsatts enligt given analysmetod i tabell 2. De röda markeringarna visar storleken på granulerna vars medelvärde presenteras i tabell 5 för vardera kornsort.

Granulerna som observeras i figur 1 är rödbrunfärgade som de är för en kornsort med det genetiska anlaget för 0-amylos, utan inslag av blå-färgade granuler.



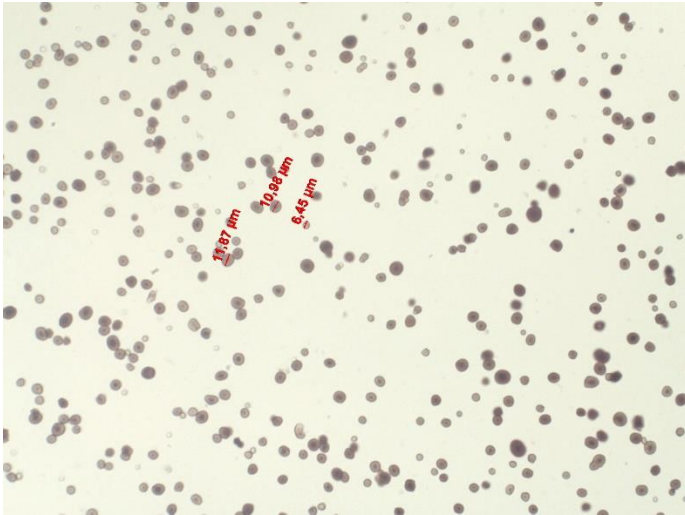
Figur 2: Kornstärkelsen i Karmosé har först isolerats och sedan analyserats med ljusmikroskop, där sedan en jod-lösning har tillsats enligt given analysmetod i tabell 2. De röda markeringarna visar storleken på granulerna vars medelvärde presenteras i tabell 5 för vardera kornsort.

Den Karmosé som erhöles av Lantmännen har potentiellt blivit blandad med en annan sort, då den Karmosé som kan observeras i figur 2 består av två olika storleksordningar av granuler. Karmosé har vanligtvis endast de mindre granulerna som visas. De större granulerna som visas i de ljusmikroskopiska bilderna kan vara från en annan kornsort, men på grund av att majoriteten av granulerna är av den mindre storleksordningen kommer Karmosé behandlas som en ren sort.



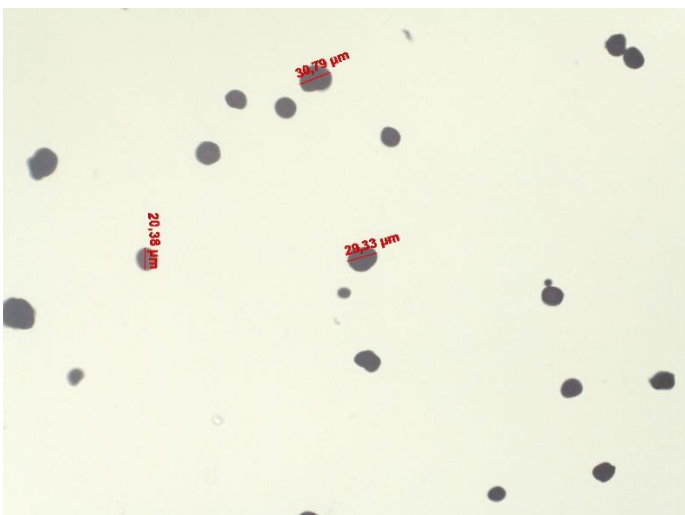
Figur 3: Kornstärkelsen i SW 11-19184 har först isolerats och sedan analyserats med ljusmikroskop, där sedan en jod-lösning har tillsats enligt given analysmetod i tabell 2. De röda markeringarna visar storleken på granulerna vars medelvärde presenteras i tabell 5 för vardera kornsort.

Kornsort SW 11-19184 från Lantmännen är potentiellt från ett orent utsäde. Det går i figur 3 att observera rödbruna granuler som tyder på 0-amylos, men det går även att se blåfärgade granuler som tyder på högre amyloshalt. Denna sort hade tidigare uppskattats att ha 0-amylos, men förekomsten av blåfärgade granuler tyder snarare på en uppblandning med en annan sort.



Figur 4: Kornstärkelsen i SW 49368 har först isolerats och sedan analyserats med ljusmikroskop, där sedan en jod-lösning har tillsats enligt given analysmetod i tabell 2. De röda markeringarna visar storleken på granulerna vars medelvärde presenteras i tabell 5 för vardera kornsort.

Kornsort SW 49368 kan observeras i figur 4 och dess dubbelrecessiva anlag kan observeras genom den stora mängden granuler och genom att granuler med anlag för hög amyloshalt och granuler med låg amyloshalt är närvarande.



Figur 5: Kornstärkelsen i SW 49427 har först isolerats och sedan analyserats med ljusmikroskop, där sedan en jod-lösning har tillsats enligt given analysmetod i tabell 2. De röda markeringarna visar storleken på granulerna vars medelvärde presenteras i tabell 5 för vardera kornsort.

Granulerna som visas i figur 5 visar kornsort SW 49427 som förväntas ha det dubbelrecessiva anlaget. Granulerna färgas med blå färg och deras storlek är större än vad en dubbelrecessiv sort karakteriseras av. Denna kornsort bör färgas med en intensivare blå färg då sorten bör ha

hög amyloshalt. En dubbelrecessiv kornsort bör dock ha två olika granulyper, se figur 4. β -glukanhalten är även lägre än för en typisk dubbelrecessiv sort, se SW 49368 i tabell 2.

Medelstorleken för granulerna samt en sammanfattning av de visuella observationerna presenteras i tabell 5. De visuella analyserna av figur 1-5 samt data som presenteras i tabell 4 och 5 fungerar som underlag till applikationsrekommendationerna i tabell 6.

Tabell 5: Medelstorleken av stärkelsegranulerna och den observerade infärgningen från figur 1-5 för Lisen, Karmosé, SW 11-19184, SW 49368, SW 49427.

Namn	D50 (Medelstorlek granuler, μm)	Infärgning	Kommentar
Lisen	18,1	Rödbrunfärgade granuler utan inslag av blåfärgade.	De uppmätta värdena och den visuella analysen tyder på att Lisen är enligt förväntan.
Karmosé	13,6	Blåfärgade granuler	Potentiellt orent utsäde. Visuell analys tyder på skilda granulstorleksordningar
SW 11-19184	18,3	Rödbrunfärgade granuler med inslag av fåtal blåfärgade granuler	Potentiellt orent utsäde.
SW 49368	11,1	Brunfärgade granuler tyder på ren amylopektin. De mindre granulerna är blåfärgade	Dubbelrecessiv, indikeras av infärgningen och β -glukanhalten, se tabell 2
SW 49427	19,4	Blåfärgade granuler	Stora granuler och för svag infärgning, indikerar att sorten inte är dubbelrecessiv eller har en sällsynt hög nivå amylos.

5.1.3. Näringsvärdesanalys och analys av totalhalt kostfiber i SW 49368 i förhållande till hälsopåstående 2

För att uppfylla kraven för hälsopåstående 2 krävs 4 g β -glukan per 30 g tillgängliga kolhydrater. Näringsvärdesanalysen och analys av totalhalt kostfiber i SW 49368, enligt tabell 3, gav att SW 49368 innehåller 46,4 g kolhydrater per 100g kornmjöl och 10% β -glukan (m/m). En produkt baserad på SW 49368 verkar därmed kunna uppfylla kraven för hälsopåstående 2, beroende på hur stor andel kornmjöl som kan användas. För fullständig analysrapport se appendix 2.

5.2. Applikationsrekommendationer

Baserat på litteraturgenomgången, den visuella analysen av figur 1-5 och data presenterad i tabell 4 och 5 visas applikationsrekommendationer kornsorter nedan i tabell 6.

Tabell 6: Applikationsrekommendationerna för Lisen, Karmosé, SW 11-19184, SW 49368 och SW 49427. En kommentar för varje rekommendation görs baserat på litteraturgenomgången, på den visuella analysen av vardera kornsorter i figur 1-5 samt data som presenterats i tabell 4 och 5.

Kornsort	Rekommendation	Kommentar
Lisen	Stärkelsekorn till foderindustrin.	Stärkelse som består av stor del A-stärkelse passar till foderindustrin där detta är en önskad egenskap
Karmosé	Karmosé som bas för prebiotika i en symbiotisk produkt. Probiotiska produkter kan förbättras genom att addera prebiotika som underlättar, förser näring för tillväxt och förhöjer effekten av de goda bakterierna i tjocktarmen. Tillsammans refereras dem till som symbiotika	Ytterligheten i Karmosé är de höga amyloshalterna, samtidigt som den har relativt höga nivåer kostfiber. Detta kombinerat med studien av Djurle om Karmosés höga halt resistent stärkelse gör den till en kandidat för en symbiotisk produktformulering. (Djurle, Andersson and Andersson, 2018)
SW 11-19184	På grund av det orena utsädet kommer inte en rekommendation av denna kornsort att göras.	Ytterligheten med denna kornsort var att den inte bestod av någon amylos. På grund av det uppmätta värdet på 18,3% amylos är den inte längre relevant.

SW 49368	Hälsoprodukt med fokus på β -glukan baserad på SW 49368	Den höga nivån fiber är intressant för att uppfylla svåruppnåeliga hälsopåståenden. Den låga amyloshalten är även fördelaktig i bakning.
SW 49427	Analysen av denna kornsort motsvarade inte de förväntade egenskaperna. De egenskaper som kunde konstateras hade passat som kornmalt till öl- och whiskyindustrin.	Den låga nivån av β -glukan är fördelaktig i öl- och whiskyindustrin där låg nivå är önskad, hög nivå β -glukan täpper till filter.

Analysresultat indikerar att SW 49368 är intressant att utveckla vidare. Det höga β -glukaninnehållet gör även SW 49368 intressant ur en hälsoaspekt.

5.3. Produktutveckling av SW 49368

5.3.1. Formulering för knäckebröd bakat på SW 49368

Baserat på värdena erhållna från näringsvärdesanalysen och analys av totalhalt kostfiber i SW 49368, se appendix 2, kan en formulering för ett knäckebröd tas fram där hälsopåståendena 1 och 2 uppnås. Analysresultaten visar en högre nivå β -glukan än vad som krävs för att uppfylla kraven för hälsopåstående 1 och 2, vilket innebär att vetemjöl kan adderas för att uppnå en bättre textur, smak och generellt bättre konsumentupplevelse.

För att uppnå hälsopåstående 2 krävs det 4g β -glukan per 30g tillgängliga kolhydrater (EFSA Journal 2011;9(6):2207). Enligt det analyserade kornmjölet består det av 46,4g kolhydrater och 10,3 % β -glukan (m/m) med en vattenhalt på 8,61%, se appendix 2. En tidigare analys av mjölet indikerar dock en β -glukanhalt på 11,4%, se tabell 4. För att uppnå kraven för hälsopåstående 2 krävs att en koncentration av 0,13g β -glukan per g tillgängliga kolhydrater, se beräkning 2 i appendix 5. För att vara säker på att kvoten uppfylls kommer 10% β -glukan (m/m) att användas i beräkningarna, då en analys av mängden kolhydrater ej genomfördes vid det tidigare tillfället som uppmätte 11,4%.

100g kornmjöl av SW 49368 innehåller 10g β -glukan och 46,4 g kolhydrater. Ett gram kolhydrater innehåller därmed 0,22g β -glukan, enligt beräkning 1 i appendix 5.

Detta lämnar plats för att addera vetemjöl, vars bakegenskaper drastiskt förbättrar smakupplevelsen och strukturen på knäckebrödet på grund av glutennätverk samt de högre proteinhalterna.

Lantmännens Kärnvetemjöl innehåller 70g kolhydrater per 100g mjöl (Cerealiofoodservice.se, 2018). Följande mängd vetemjöl kan användas i knäckebrödet för att mängden β -glukan fortfarande ska uppnå 4g/30g:

Totalt innehåller en mjölmix av 70% korn och 30% vetemjöl, enligt beräkning 3 i appendix 5, 54g kolhydrater per 100g mjöl:

Om mängden β -glukan i vetemjöl försummas finns det 0,13g β -glukan per gram kolhydrater i den färdiga produkten, då vattenhalten i det färdiga knäckebrödet uppmätts till ett lägre värde som mjölet, se beräkning 4 i appendix 5.

Ett knäckebröd med 70% kornmjöl och 30% vetemjöl uppnår därmed kraven för hälsopåstående 2 under antagandet att vatten torkas ur knäckebrödet jämförbart till mjölets nivåer.

Knäckebrödet bakades enligt den framtagna receptformuleringen, se appendix 6.

350 g mjöl och surdeg, varav 66% var en mjölmix av 70% kornmjöl SW 49368 och 30% Lantmännen kärnvetemjöl, 33% var en surdegsblandning av 70% kornmjöl SW 49368 och vatten och 30% Lantmännen kärnvetemjöl och vatten. Surdegarna startades med en försumbar starter av Lantmännens Rågmjöl och vatten som gradvis byttes ut till kornmjöl och vetemjöl då surdegarna matades under en 3 veckors period. Detta recept baserades på studien av Mariotti et. al. som utforskade möjligheterna att göra ett kornbröd bakat på korn och vetemjöl och surdeg gjord på både korn och vetemjöl (Mariotti et. al., 2014).

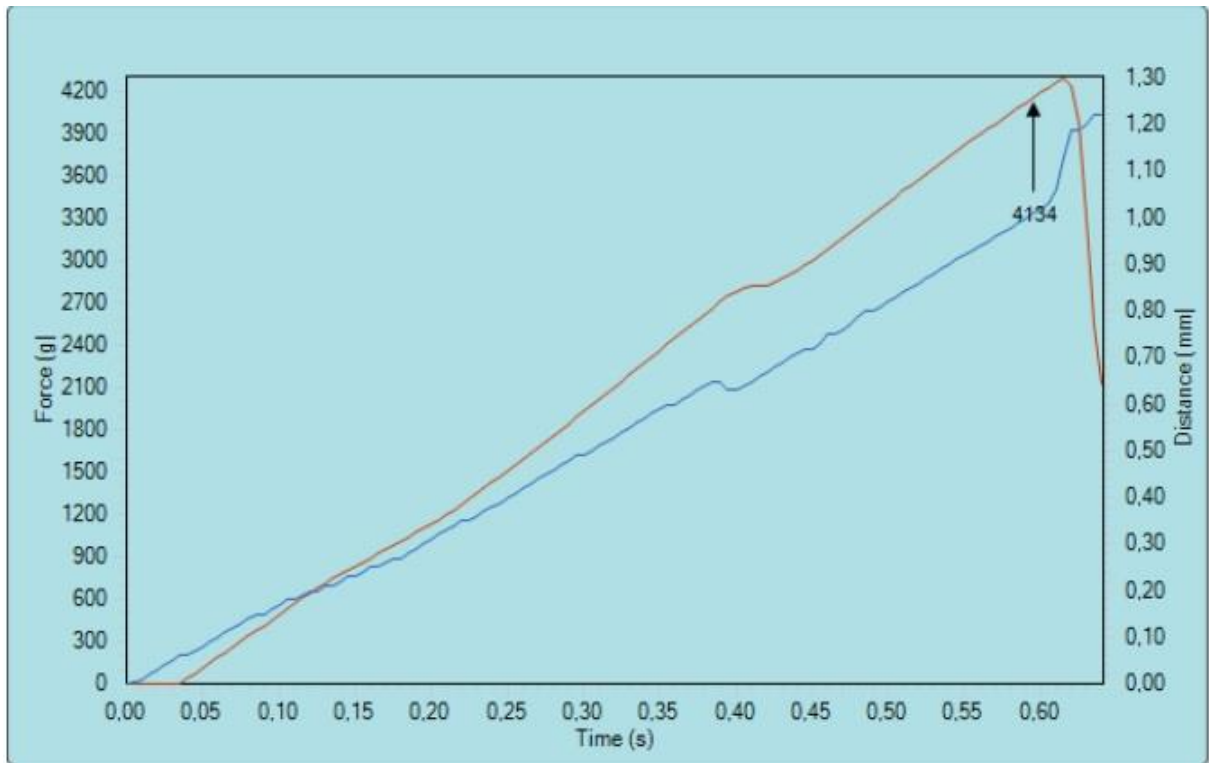
5.3.2. Utvärdering av knäckebröd bakat på SW 49368

5.3.2.1. Fokusgrupp

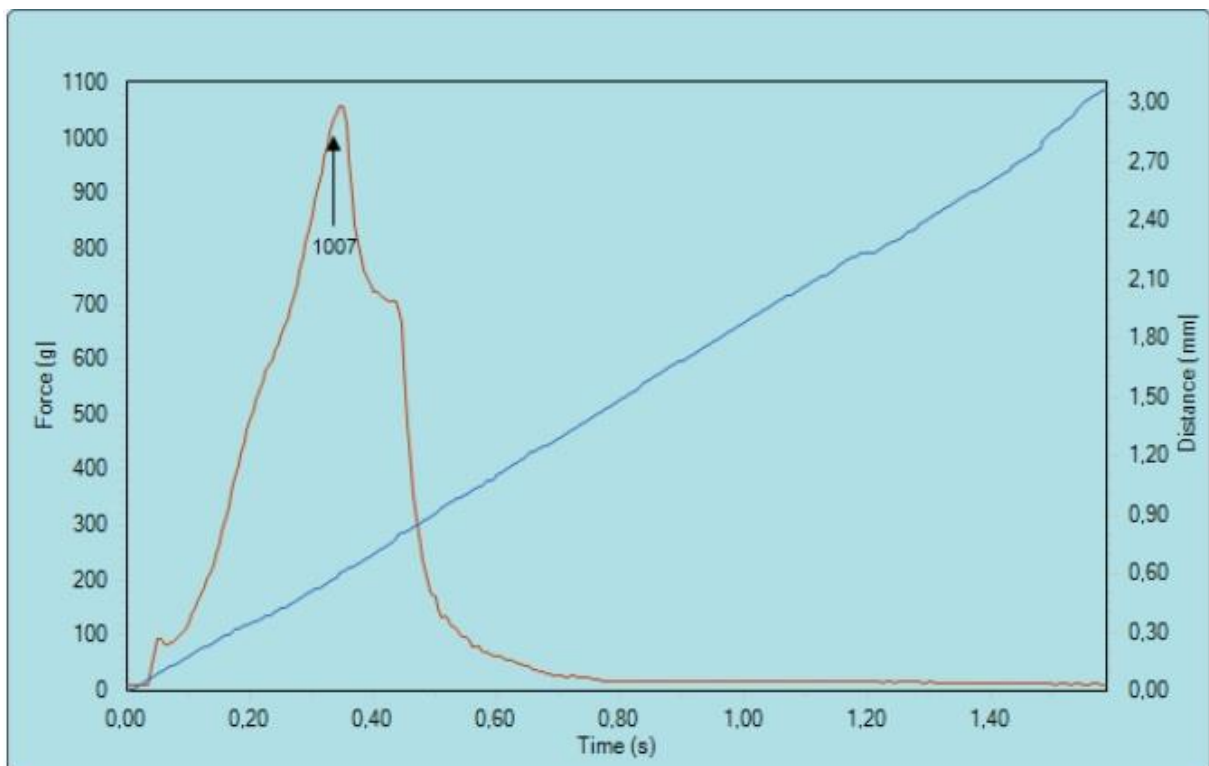
Transkriberingen från fokusgruppen presenteras i appendix 3. Knäckebrödet uppfattades vara gott men för hårt. Överlag tyckte deltagarna i fokusgruppen om knäckebrödet. Samtliga deltagare var konsumenter av knäckebröd, dock varierade det stort mellan deltagarna hur ofta knäckebröd konsumerades. Deltagarna hade olika åsikt av additionen av surdeg, men de verkade tycka om smaken då de fick reda på vad knäckebrödet innehöll. Deltagarna fick smaka på knäckebrödet bakat på SW 49368 utan att först veta om de hälsofrämjande effekterna och bads ge ett omdöme om knäckebrödet. Deltagarna fick sedan höra om de hälsofrämjande effekterna och ombads sedan ge ett andra omdöme för att se om det hade förändrats, på så sätt kunde vikten av hälsopåståendena observeras hos deltagarna. Fokusgruppen visade att de hälsofrämjande effekterna förbättrade omdömet av knäckebrödet.

5.3.2.2. Texturmätning

Resultaten från texturmätningarna visas nedan i figur 6 och 7.



Figur 6: I figur 6 presenteras resultaten från texturmätningen av knäckebrödet bakat på SW 49368 och Lantmännen Kärnvetemjöl (70:30 förhållande). Den vänstra axeln representerar den kraft som krävs för att bryta kornknäckebrödet, den högra axeln representerar probens förflyttning och x-axeln tiden som förflutit. Den bruna linjen representerar brytningskraften som krävs och den blå är probens förflyttning. Proben rörde sig med en hastighet av ca 1,67 mm/s.



Figur 7: I figur 7 presenteras resultaten från texturmätningen av Finn Crisp som gjordes för att jämföra med kornknäcket. Den vänstra axeln representerar den kraft som krävs för att bryta Finn Crisp, den högra axeln representerar probens förflyttning och x-axeln tiden som förflutit. Den bruna linjen representerar brytningskraften som krävs och den blå är probens förflyttning. Proben rörde sig med en hastighet av ca 1,67 mm/s.

I figur 6 och 7 kan brytningspunkten för kornknäckebrödet samt Finn Crisp observeras. Kornknäckebrödet kräver högre kraft för att brytas än Finn Crisp gör, vilket kan härledas till flera aspekter bland annat korns bakegenskaper jämfört mer råg, tjockleken på kornknäckebrödet som var tjockare, se appendix 4.1 och 4.2, samt processen kornknäckebrödet gjordes i jämfört med Finn Crisp.

5.3.2.3. Torrsubstans i bakat kornknäckebröd

Torrsubstansen i det färdiga knäckebrödet uppmättes enligt given metod till att ha en vattenhalt på 6,5%, vilket överensstämmer med de antaganden som gjordes i formuleringen. Det lämnar potentiellt utrymme till att använda en högre halt vetemjöl, men på grund av stor varians i processen kan inte en vattenhalt på 6,5% garanteras vid varje bakning.

6. Diskussion och Slutsats

6.1. Karaktärisering av kornsorter

Det finns flera sätt för industrin att inkorporera korn och dess egenskaper i befintliga produkter samt att komma på nya formuleringar där korn står i centrum. Baserat på den genomgående litteraturstudien som behandlar de tekniska och nutritionella aspekterna med korn är det enklaste sättet att lyfta fram korn ytterligare till marknaden är genom hälsoaspekten. Detta eftersom flera unika egenskaper hos korn är ouppnåeliga för andra sädeslag. I denna studie har flera intressanta kornsorter analyserats och karaktäriserats utefter deras egenskaper. Det som främst undersökts är stärkelsens struktur och kostfiberhalt, i förhoppningen om att analyserna av kornsorterna kan användas som underlag för att skapa en produkt baserad på en av kornsorterna. Kostfiber speciellt är en stor fråga, då kostfibret β -glukan av EFSA har godänts ha en roll i minskningen av LDL-kolesterol i blodet och att β -glukan påvisats ha en roll i minskningen av blodsockertoppar efter intagen måltid (EFSA Journal 2014;12(2):3577, EFSA Journal 2011;9(6):2207).

Lisen är en certifierad kornsort enligt särskiljbarhet, stabilitet och enhetlighet (DUS) som idag används som stärkelsekorn till foderindustrin. Den visuella analysen av Lisen som gjordes med infärgning med jod-lösning och observerades ljusmikroskopiskt indikerar att stärkelsen i Lisen har låg halt av amylos med relativt små granuler, se figur 1. Den mindre medelstorleken av granuler hos stärkelsen samt den låga amyloshalten i Lisen tyder på att granulerna är av B-typen och därmed gelatiniseras lättare. Som stärkelsekorn i foderindustrin är detta önskvärda egenskaper då den lägre amyloshalten ger upphov till en längre förvaringstid då retrogradering till olöslig stärkelse inte sker i lika stor utsträckning. Den större granulmedelstorleken öppnar upp frågan huruvida Lisen hade passat som källa till en stärkelsepasta för förtjockningsmedel, då en större granulstorlek är förknippat med lägre gelatiniseringstemperatur och högre gelatininsieringsentalpi, vilket är en eftersökt egenskap då det underlättar för att gelatiniseringsprocessen ska påbörjas enligt Skibsted et. al. Lisens passform i denna applikationsform är dock minimerad på grund av de låga amyloshalten, då gelatiniseringsprocessen i början domineras av gelatiniseringen av den upplösta amylosen i en stärkelse. En stärkelsesorts passning för applikationsformen stärkelsepasta som nämnt beroende på hur effektiv gelatiniseringsprocessen kan bli, vilket i Lisens fall faller på det lägre nivåerna av amylos.

Ur en hälsoaspekt har Lisen inte de egenskaper som krävs för att kunna vara konkurrenskraftig mot andra kornsorter, då den egenskap som främst ses till ur en hälsoaspekt är mängden β -glukan i korn. Lisen har enligt tabell 4 en β -glukanhalt på 6,5 %, vilket är relativt högt för en kornsort med det normala genetiska anlaget. SW 49368 har på grund av dess genetiska anlag, *amo1*, en fördubblad halt av β -glukan, vilket gör att en kornsort med marginellt högre mängd β -glukan än vad som anses vara standard för korn (5-6%). Det finns inte studier som visar på att kornstärkelsen i Lisen på att skulle ha en förhöjd nivå av resistent stärkelse, vilket utesluter applikationsformen som källa till just resistent stärkelse. Som stärkelsekorn till foderindustrin är det däremot viktigt att stärkelsen är lättnedbrytbar, då foder främst är menat att ge näring. Som stärkelsekorn till foderindustrin är det viktigt att stärkelsen är näringsrik. Mineraler som är uppbundna i saltkomplex på grund av fytinsyras bindningskapacitet kan frigöras till en större

grad om fytinsyra bryts ned till Inositol, vilket kan uppnås om stärkelsen behandlas och fermenteras med kontrollerad mjölktsyrekultur, det krävs dock en balanserad process så att mjölksyrebakteriernas fermentering ger en effekt men samtidigt inte konsumerar för mycket av stärkelsen i kornet (Mariotti et. al., 2014).

Som slutsats kan det om Lisen sägas att den redan har en tydlig roll inom livsmedelsindustrin som stärkelsekorn till foderindustrin, men det finns potentiellt utrymme för förbättringar som kan ge Lisen ett högre näringsvärde.

Karmosé är också en certifierad kornsort enligt DUS som idag används till produkter där det söks en stärkelse med hög amyloshalt. Den visuella analysen av Karmosé kan observeras i figur 2, där det kan konstateras att Karmosé eventuellt har blandats med en annan kornsort genom att se på storleksfördelningen av stärkelsegranulerna. Det är tydligt i figur 2 att det förekommer två olika storleksordningar av stärkelsegranuler, där de mindre hör till B-klassen och de större till A-klassen. Det potentiellt orena utsädet kan komma att påverka den uppmätta halten av amylos, halten β -glukan och medelstorleksfördelningen av stärkelsegranulerna i tabell 4 och 5. Efter godkännande av Lyckeby Stärkelse kan dock Karmosé behandlas som en ren sort i denna studie, då de uppmätta värdena nästan återspeglar de faktiska värdena av helt ren Karmosé. Storleksordningen av stärkelsegranulerna i Karmosé är vanligtvis klassade som B, vilket gör att Karmosé inte är lika passande som stärkelse för applikationen förtjockningsmedel. Karmosé har dessutom en hög amyloshalt vilket eliminerar möjligheten att använda sig av Karmosé i brödbakning, då retrogradering sker snabbare i ett bröd bakat på en stärkelsekälla med högre amyloshalt. Ur en hälsoaspekt är det dock möjligt att hitta användning för Karmosé. Karmosé har tidigare studerats i en studie av Djurle i *Journal of Cereal Science*, där Karmosé visades innehålla höga nivåer av resistent stärkelse, vilket i kombination med sin höga amyloshalt är intressant (Djurle, Andersson and Andersson, 2018). När amylos är svårare att bryta ned på grund av den resistenten bryts den inte ned i magsäcken eller i tunntarmen. Den transporteras istället vidare till tjocktarmen där den bryts ned av en annan bakterieflora än den som finns i magsäcken och tunntarm. I tjocktarmen bryts amylos ned till kortkedjiga fettsyror som propionsyra och smörsyra, vilka i sin tur arbetar med att förebygga infektioner i tjocktarmen. Det finns även indikationer på att fettsyror kan verka förhindrande mot cancer i tjocktarmen. Dessa kortkedjiga fettsyror har visats vara viktiga näringskällor för kolonepitelceller och de regulatoriska T-cellerna i immunförsvaret. Dessa är i sin tur nödvändiga för att underhålla den immunologiska självtoleransen och begränsning av de inflammatoriska svarssystemen (Birt et. al., 2013). Skulle dessa funktioner fungera sämre ökar det risken att drabbas av autoimmuna sjukdomar vilket kan i sin tur kan öka risken för cancer i tjocktarmen. En slutsats att dra om Karmosé är att den kan vara av intresse för livsmedelsindustrin, speciellt är det intressant att undersöka hur bra den fungerar som bas i en prebiotisk produkt. Detta på grund av att den är relativt rik på fiber samtidigt som Karmosé är en kornsort med hög halt amylos varav stor andel resistent stärkelse. Dessa är alla egenskaper som söks efter i symbiotiska produkter, vilket är produkter som innehåller både probiotika, goda bakterier, och prebiotika som är fibrer som bland annat underlättar transporten av bakterierna genom kroppen och samtidigt förser dem med näring (Gibson et. al., 2004).

SW 11-19184 var en av de utvalda kornsorterna på grund av att stärkelsen i korn påstods innehålla endast amylopektin, då det gjordes en grov uppmätning på Lantmännen till 0% amylos. När SW 11-19184 analyserades av Lyckeby Stärkelse konstaterades det dock att utsädet var orent, vilket kan observeras i figur 3. Stärkelsegranuler av endast amylopektin eller låga halter amylos ger inte en blå infärgning, då den blå färgen kommer från en fluorescens signal från den kemiska reaktionen då jod binder in till amylos, se analysmetod i tabell 2. I figur 3 kan två olika granul typer observeras, en typ som får en rödbrun infärgning då jod-lösning tillsätts, vilket är den färg granul typen har vid avsaknad av amylos. Det går även att observera blå granuler som då tyder på en högre amyloshalt, eftersom den reaktionen då jod binder in till amylos har skett. En slutsats som går att dra om SW 11-19184 är att en kornsort vars stärkelse endast innehåller amylopektin är intressant framförallt inom brödindustrin där amyloshalten är direkt korrelerat till hållbarheten av ett bröd genom retrograderingsfenomenet. SW 11-19184 kan därmed vara relevant för livsmedelsindustrin, om analys först görs på ett rent utsäde för att kunna karaktärisera dess kemiska, nutritionella och funktionella egenskaper och undersöka om den verkligen inte innehåller amylos.

SW 49368 valdes ut på grund av den dubbelrecessiva genen *amo 1*, vilket gör att den har ett dubbelt anlag av β -glukan. SW 49368 var en av två dubbelrecessiva korn som valdes ut, där SW 49368 hade låg amylosnivå. Den visuella analysen av SW 49368 visade på en stärkelsegranul storleksordning i klass B och en väldigt stor mängd granuler, vilket kan observeras i figur 3. Den stora mängden stärkelsegranuler är ett resultat av det genetiska anlaget och är typiskt för en dubbelrecessiv kornsort. Den låga amyloshalten och den mindre storleksordningen på stärkelsegranulerna gör att SW 49368 inte passar bra i applikationsformen förtjockningsmedel. Den låga amyloshalten är dock en önskad egenskap då stärkelsen ska användas i bakning, då den låga amyloshalten minskar retrograderingsproblem. Analysresultaten gav att SW 49368 innehöll höga nivåerna av kostfiber, vilket presenteras i tabell 4 och appendix 2. Detta gav stöd för teorin om möjligheten att skapa en produkt som uppfyller hälsopåstående 2. Utmaningarna med att skapa en produkt som uppfyllde hälsopåstående 1 och 2 var först att komma på en produktform med så pass hög halt kornmjöl att det var möjligt att nå 4g β -glukan per 30g tillgängliga kolhydrater, som hälsopåstående 2 kräver. Hälsopåstående 1 är enklare att uppnå om kraven för hälsopåstående 2 redan är uppfyllda, då hälsopåstående 1 kräver att konsumenter konsumerar en viss mängd β -glukan, snarare än att produkten måste innehålla en viss koncentration β -glukan per mängd tillgängliga kolhydrater (EFSA Journal 2014;12(2):3577, EFSA Journal 2011;9(6):2207). En slutsats att dra om SW 49368 är att det har en stor potential som bas för diverse hälsoprodukter, där det höga innehållet kostfiber står i centrum.

SW 49427, likt SW 49368 valdes ut på grund av den dubbelrecessiva genen *amo 1*. Analysen från Lyckeby Stärkelse visade dock en annan bild, vilket kan observeras i figur 5 där infärgningen av stärkelsegranulerna visar sig få en blå färg som är för svag för att innehålla höga nivåer amylos. I figur 5 kan det även observeras att det typiska dubbelrecessiva mönstret av stärkelsegranuler som går att se i de ljusmikroskopiska bilderna tagna av SW 49368 i figur 4 inte finns. SW 49427 visade sig istället innehålla en sällsynt låg nivå av β -glukan, se tabell 4, vilket är en egenskap som eftersöks inom öl- och whiskyindustrin. SW 49427 utsågs som en intressant kornsort efter sina höga nivåer av β -glukan och som kornstärkelse med hög

amyloshalt efter en grov uppmätning på Lantmännen. Efter att dessa egenskaper inte återspeglats av analyserna, se tabell 4 och figur 5, är det svårt att dra en slutsats om SW 49427. Det är svårt att avgöra huruvida kornet verkligen återspeglar dess egentliga egenskaper, om utsädet kontaminerats, eller om fel sort har erhållits.

6.2. Produktutveckling av SW 49368

Produktutvecklingsfasen av SW 49368 slutade i ett knäckebröd bakat på ett enkelt recept innehållandes mjöl, surdeg, vatten, salt, socker och jäst, då knäckebröd generellt innehåller <10% vatten var detta en av de produkttyper som kunde ha störst mängd mjöl samtidigt som det var enkelt att testa under de förutsättningar som fanns den tillgängliga utrustningen för denna studie. Vattenhalten testades efter produktformulering och uppmättes till mindre än 10%, vilket validerar de antagningar som gjordes under produktutvecklingen av knäckebrödet bakat på SW 49368

En av utmaningarna med en produkt där korn står i centrum är smaken, då smaken av korn generellt anses vara för besk och maltig för exempelvis ett knäckebröd. Surdeg visade sig genom fokusgruppen, se appendix 3, maskera smaken av korn då smak var en av de egenskaper med knäckebrödet som deltagarna tyckte mest om. En annan utmaning som en produkt baserad på korn är att bakegenskaperna är sämre än andra sädesslag, på grund av avsaknaden av glutennätverk och lägre nivåer proteiner. Efter näringsvärdesanalys och analys av totalhalt kostfiber i SW 49368 visade sig korn SW 49368 innehålla 10% β -glukan (m/m), vilket i förhållande till de 46,4g tillgängliga kolhydraterna, se appendix 2, gör det möjligt att kompensera med vetemjöl i receptformuleringen, samtidigt som hälsopåstående 2 fortfarande uppfylldes. Problem som annars kan uppstå med ett knäckebröd bakat endast på korn som dålig vattenbindningsförmåga, vilket resulterar i en våt degmassa eller ett knäckebröd med för liten volym på grund av dålig gasbindningsförmåga kompenseras därmed för till en viss utsträckning med additionen av vetemjöl. En vetehalt på 30% i knäckebrödet medför ett svagt glutennätverk, men en stor förändring i bakegenskaper. Dessa bakegenskaper blir ytterligare förstärkta genom den ökade produktionen av koldioxid i degen genom mjölksyrebakteriernas fermenteringsprocess i surdegen och jästen. Den koldioxid som produceras försvinner inte lika mycket under processen, utan den hålls kvar i degen till större grad genom glutennätverket.

Fokusgruppen ansåg att knäckebrödet hade en god smak som många härledde till surdegen, vilket bevisar teorin om att de peptider och aminosyror som mjölksyrebakterierna producerar döljer smaken av korn så pass att konsumenten kan uppleva produkten som god (Torrieri et. al., 2014). Flera deltagare ansåg att knäckebrödet var för hårt, speciellt i jämförelse med Crisp n' Wheat som var det veteknäckebröd deltagarna fick testa först, men jämfört med det egenbakade knäckebrödet upplevdes det inte vara lika hårt. Fokusgruppen upplevde av hårdheten kan bero på fler aspekter som har med korn att göra, men även på bakkingsprocessen för knäckebrödet. En av de negativa bakegenskaperna med korn är, som tidigare nämnt, att volymen blir mer kompakt och därmed kan upplevas vara hårdare, detta är ytterligare förstärkt av att SW 49368 är rikt på kostfiber som har den effekten att det gör knäckebrödet ännu hårdare (Gänzle and Ripari, 2016). Detta problem är svårt att komma runt och samtidigt uppfylla kraven för hälsopåstående 2, då den mängd vetemjöl som användes i receptet ger en β -glukan halt på precis 4g / 30g tillgängliga kolhydrater, se beräkning 4. Problemet går dock att minska genom

en förbättrad bakningsprocess, där det ges möjlighet att få in mer luft i degen samt göra knäckebröden tunnare.

I figur 6 och 7 visas den kraft som krävs för att bryta kornknäcket jämfört med Finn Crisp. Finn Crisp kräver en kraft på 1100 g för att brytas medan knäckebrödet kräver närmare 4200g. Detta kan bero på att råg ger en mindre kompakt struktur än korn, men även på att processen som knäckebrödet bakats i inte är optimal då knäckebrödet potentiellt kan göras tunnare. I appendix 4.1 och 4.2 visas tjockleken som ett medelvärde av 5 stycken Finn Crisp och 10 stycken kornknäckebröd. Kornknäckebrödet och Finn Crisp rapporteras där ha likvärdig tjocklek på ungefär 3,5 mm, vilket var det enda sättet jämförelsen kunde genomföras med det tillgängliga instrumentet. Den egentliga tjockleken av Finn Crisp är upp till 3 gånger tunnare än knäckebrödet. Tjockleken är en av de viktigaste parametrarna som avgör den kraft det krävs för att bryta produkten, det är dock inte ett linjärt samband mellan kraft som krävs för brytning och tjocklek. Skulle knäckebrödet bakas i en liknande process som Finn Crisp och därmed bli tunnare kan det upplevas mjukare på grund av det minskade kravet på kraft för brytning, men det kan fortfarande kräva mer kraft än det gör för att bryta just Finn Crisp. En slutsats att dra från detta är dock att hade kornknäckebrödet bakats tunnare i en mer optimerad process hade fokusgruppen inte uppfattat det som lika hårt, då det krävts mindre kraft för att knäckas.

6.3. Slutsats

Syftet med denna studie var att undersöka korns egenskaper och identifiera dess styrkor genom att främst se till tekniska egenskaper och hälsoegenskaper för att sedan koppla det till utvalda kornsorter från Lantmännen. Denna studien har visat att ur ett tekniskt perspektiv och ett hälsoperspektiv är det tydligt att korn har en roll inom industrin och att korn inte utnyttjas till sin fulla potential. Traditionell ser korn främst användning som kornmalt till öl- och whiskyindustrin, men litteraturgenomgången och produktutvecklingen av ett av de utvalda kornen visar att det finns flera användningsområden för korn. Framförallt finns möjligheter för korn som tillsats i eller bas för hälsoprodukter där korns egenskaper träder fram och snabbt överglänsar andra sädeslag. Studien visar att det finns höga nivåer β -glukan i korn SW 49368 som valdes ut och att det finns potential för hälsoprodukter där detta korn står i centrum. Ett knäckebröd bakades av korn SW 49368 och Lantmännen Kärnvetemjöl och anseddes av en fokusgrupp vara gott, där hälsoaspekten visades vara viktig för deltagarna och att de hälsopåståenden som kan göras för knäckebrödet höjer omdömet. Studier tyder på att diet är i högsta grad förknippat med hälsa, vilket baserat på den litteraturgenomgång som genomförts och de resultat som kommit fram till i denna studie innebär att korn är bra för hälsan.

7. Framtida Studier

Baserat på studien av Mariotti kan det undvikas att mjölksyrebakterierna bryter ned β -glukan i lika stor utsträckning genom att tillsätta en specifik bakteriekultur som inte bryter ned β -glukan. Enligt studien kan det variera mellan 10-30% nedbrytning beroende på vilken mjölksyrebakteriekultur som används. För att undersöka nedbrytningskapaciteten hos olika mjölksyrebakterier kan en genomisk analys utföras för att identifiera de mjölksyrebakterier som inte bryter ner β -glukan (Mariotti et. al., 2014). De bakteriestammar som inte bryter ned β -glukan kan identifieras för att underlätta fortsatt utveckling av produkter med hög nivå β -glukan med addition av surdeg.

Det kan vara intressant att grundligt undersöka β -glukanets molekylvikt i korn mer detaljerat inför möjliga hälsopåståendeförändringar av EFSA. Vikten av β -glukanets molekylvikt bör studeras noggrannare eftersom det i dagsläget finns för lite information angående dess relevans, det kan därför vara intressant att få mer klarhet i de nutritionella interaktionerna som beror på molekylvikten. Molekylvikten bidrar till en högre viskositet, vilket kopplas till den långsammare absorptionen av näringsämnen i tarmkanalerna. Det finns dock möjlighet att β -glukan har andra hälsoeffekter där molekylvikten inte spelar roll, där bland annat Mariotti et. al. tycker att det är viktigt att det undersöks djupare.

Det kan även vara intressant att undersöka möjligheten att göra andra produkter baserat på korn SW 49368 som uppnår kraven för hälsopåstående 2. Hälsopåstående 2 kräver att produkten konsumeras i samband med måltiden i fråga vars blodsockersvar ska jämnas ut, en produkt som vanligtvis konsumeras i samband med måltid eller som måltidsersättning är bra anpassad, exempelvis en bar.

Det finns användning för Karmosé som prebiotika i symbiotisk produkt då det höga amylosinnehållet i kombination med en stor del resistent stärkelse i Karmosé och det naturligt höga fiberinnehållet i korn gör Karmosé bra lämpad för en sådan produkt. Det hade därför varit intressant att undersöka om det går att utveckla en sådan produkt baserad på Karmosé.

8. Referenser

- Adlercreutz, H. (1990). Western diet and Western diseases: Some hormonal and biochemical mechanisms and associations. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 50(sup201), pp.3-23.
- Bertoft, E., Källman, A., Koch, K., Andersson, R. and Åman, P. (2011). The building block structure of barley amylopektin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 49(5), pp.900-909.
- Birt, D., Boylston, T., Hendrich, S., Jane, J., Hollis, J., Li, L., McClelland, J., Moore, S., Phillips, G., Rowling, M., Schalinske, K., Scott, M. and Whitley, E. (2013). Resistant Starch: Promise for Improving Human Health. *Advances in Nutrition*, 4(6), pp.587-601.
- Cerealiafoodservice.se. (2018). *KÄRNVETEMJÖL KUNGSÖRNEN*. [online] Available at: <http://cerealiafoodservice.se/Produktsida/?productId=8744> [Accessed 6 Jun. 2018].
- Djurle, S., Andersson, A. and Andersson, R. (2018). Effects of baking on dietary fibre, with emphasis on β -glucan and resistant starch, in barley breads. *Journal of Cereal Science*, 79, pp.449-455.
- Food and Agriculture Organization and World Health Organization Expert Consultation. Evaluation of health and nutritional properties of powder milk and live lactic acid bacteria. Córdoba, Argentina: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization; 2001. Available from: <http://www.fao.org/3/a-a0512e.pdf> [Accessed 6 May 2018]
- Fornal, Ł., Soral-Śmietana, M., Śmietana, Z. and Szpendowski, J. (1987). Chemical Characteristics and Physicochemical Properties of the Extruded Mixtures of Cereal Starches. *Starch-Stärke*, 39(3), pp.75-78.
- Gibson, G., Probert, H., Loo, J., Rastall, R. and Roberfroid, M. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, 17(02), p.259.
- Goupy, P., Hugues, M., Boivin, P. and Amiot, M. (1999). Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts and of isolated phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(12), pp.1625-1634.
- Gänzle, M. and Ripari, V. (2016). Composition and function of sourdough microbiota: From ecological theory to bread quality. *International Journal of Food Microbiology*, 239, pp.19-25.
- Katina, K., Arendt, E., Liukkonen, K., Autio, K., Flander, L. and Poutanen, K. (2005). Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), pp.104-112.
- Källman, A. (2013). *Barley starch*. Uppsala: Department of Food Science, Swedish University of Agricultural Sciences.

Leszczyński, W. (2004). *Resistant starch-classification, structure, production*. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 13(54), 37-50.

Livsmedelsverket.se. (2018). *GI och GL*. [online] Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/kolhydrater/gi-och-gl> [Accessed 17 May 2018].

Livsmedelsverket.se. (2018). *Vitamin E*. [online] Available at: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/vitaminer-och-antioxidanter/vitamin-e> [Accessed 17 May 2018].

Mariotti, M., Garofalo, C., Aquilanti, L., Osimani, A., Fongaro, L., Tavoletti, S., Hager, A. and Clementi, F. (2014). Barley flour exploitation in sourdough bread-making: A technological, nutritional and sensory evaluation. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), pp.973-980.

Nie, S., Cui, S. and Xie, M. (2018). Cereal β -Glucan. *Bioactive Polysaccharides*, pp.445-482.

Ogtr.gov.au. (2018). *Barley* [online] Available at: [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/barley-3/\\$FILE/biologybarley08.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/barley-3/$FILE/biologybarley08.pdf) [Accessed 20 Feb. 2018].

Scientific Opinion on the modification of the authorisation of a health claim related to plant sterol esters and lowering blood LDL-cholesterol; high blood LDL-cholesterol is a risk factor in the development of (coronary) heart disease pursuant to Article. (2014). *EFSA Journal*, 12(2), p.3577.

Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to β -glucans from oats and barley and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 1236, 1299), increase in satiety leading to a reduction in energy intake (ID 851, 852). (2011). *EFSA Journal*, 9(6), p.2207.

Tang, H., Watanabe, K. and Mitsunaga, T. (2002). Structure and functionality of large, medium and small granule starches in normal and waxy barley endosperms. *Carbohydrate Polymers*, 49(2), pp.217-224.

Skibsted, L., Risbo, J. and Andersen, M. (2010). *Chemical deterioration and physical instability of food and beverages*. Oxford: Woodhead Pub., pp.296-323.

Torrieri, E., Pepe, O., Ventorino, V., Masi, P. and Cavella, S. (2014). Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. *LWT-Food Science and Technology*, 56(2), pp.508-516.

World-grain.com. (2018). *Focus on Sweden | World Grain*. [online] Available at: <http://www.world-grain.com/Departments/Country-Focus/Country-Focus-Home/Focus-on-Sweden.aspx> [Accessed 15 Feb. 2018].

Wrigley, C., Batey, I. and Miskelly, D. (2016). *Cereal Grains*. Kent: Elsevier Science.

Wasa | since 1919. (2018). *Wasa| Produkter | Övrigt | Crisp'n Wheat*. [online] Available at: <https://www.wasabrod.se/produkter/ovrigt/crisp-n-wheat/> [Accessed 6 Jun. 2018].

Zhang, G., Li, C. and Liu, X. (2012). *Advance in Barley Sciences*. Dordrecht: Springer, pp.141-151.

Zhu, F. (2017). Barley Starch: Composition, Structure, Properties, and Modifications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(4), pp. 558-579.

Appendix

1. Översiktsrapport kornegenskaper projektet Specialgrödor

SWNam n	Godk änd?	Specialkvalité	% Amylos i prov	Kommentar	Tillgä nglig mäng d:	Att analy sera
Cindy	J	Waxy			15-20 kg	
Cindy- FO	J	Waxy		Grenade amylopektin. Mjuk. Vaxartad. Högamylopektin.	15-20 kg	
Cinnam on-FO	J	0-amylos		FO betyder uppförökning. Att de har använt utsäde för uppförökning?	15-20 kg	
Karmos é	J	Högamylos		Stärkelsen säger att det finns 34% amylos. Hitta AC38 för analys också.	15-20 kg	X X
Lisen	J	0-amylos	2,3	Få ut analysrapporter om Lisen	15-20 kg	X
Magdale na	J	Waxy			15-20 kg	
Margare ta	J	Waxy			15-20 kg	
Margare ta	J	Waxy			15-20 kg	
SW 07- 17579	N	Waxy (0- amylos?)	4,6			
SW 07- 17684	N	Waxy				
SW 07- 18455	N	Fytinfri P 0,5				
SW 07- 19139	N	Fytinfri P 0,1				
SW 07- 22630	N	Waxy?				
SW 07- 22630	N	Waxy?				
SW 07- 22630	N	Waxy?				
SW 08- 16679	N	Waxy				
SW 08- 17120	N	Waxy				
SW 08- 21505	N	Fytin 1,6				
SW 11- 18870	N	Waxy. 0- amylos.				

SW 11-18874	N	Waxy		
SW 11-18922	N	Waxy. amylos.	0-3,7	
SW 11-18962	N	Waxy. amylos.	0-	
SW 11-18993	N	Waxy. amylos.	0-0,46	
SW 11-19184	N	Waxy. amylos.	0	Är detta verkligen 0? Per definition högamylopektin. X
SW 11-19284	N	Waxy?	3,25	
SW 11-19284	N	Waxy. amylos.	0-3,203276321	
SW 11-19303	N	Waxy?	3,2	
SW 11-19303	N	Waxy?	1,396194227	
SW 11-19316	N	Waxy?	2,767456413	
SW 11-19316	N	Waxy. amylos.	0-0,461242736	
SW 26814-05	N	Lågfytin BFF	DH	
SW 49368	N	Dubbelrec betaglukan	Hög	19,92787605
SW 49368	N	Dubbelrec betaglukan	Hög	2,317710256
SW 49368	N	Dubbelrec betaglukan	Hög	1,386479157 X
SW 49427	N	Dubbelrec betaglukan	Hög	18,50478318
SW 49427	N	Dubbelrec betaglukan	Hög	30,65490181 Skicka på GI-analys därefter? X
SW 49427	N	Dubbelrec betaglukan	Hög	26,06229223 tidiga
SW 59328	N	Waxy		1,843142428
SW 8165-9	N	Lågfytin BFF	DH	
SW Cinnoberr	J?	Naken. Waxy		3,723184604 15-20 kg

2. Analysrapport Eurofins SW 49368



Rapport utförd av
ackrediterat laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Eurofins Food & Feed Testing Sweden
(Lidköping)
Box 887
Sjöhagsg. 3
SE-53119 Lidköping
www.eurofins.se

Lantmännen Ek för
Emma Nordell
S:t Göransg. 180 A
106 54 STOCKHOLM

AR-18-LW-020691-01



EUSELI-00191791

Kundnummer: LW9727264

Analysrapport

Provnummer:	525-2018-04170104
Provmärkning:	Kommjöi SW 49368, dubbelrecessiv, rågamylos
Provet ankom:	2018-04-17
Analysrapport klar:	2018-05-03
Analyserna påbörjades:	2018-04-17

Analys	Resultat	Enhet	Mått.	Metod/ref	Lab	
LP06U	Vattenhalt	8.81	g/100 g	± 10%	NMKL 23	EUSELI
LP06V	Aska	2.27	g/100 g	± 10%	NMKL 173	EUSELI
LP021	Råprotein enl. Kjeldahl (N×6.25)	14.8	g/100 g	± 10%	NMKL 6:2003	EUSELI
LP06X	Råfett enl. SBR mod.	4.83	g/100 g	± 10%	SLV VF 1980	EUSELI
LP06Z	Kolhydrater (beräknad)	48.4	g/100 g		(EU) nr 1169/2011	EUSELI
LP072	Energivärde kJ (beräknad)	1404	kJ/100 g		(EU) nr 1169/2011	EUSELI
LP072	Energivärde kcal (beräknad)	338	kcal/100 g		(EU) nr 1169/2011	EUSELI
LP05C	Kostfiber	23.1	g/100 g	± 15%	AOAC 985.29	EUSELI
LP00D	Fruktos	0.08	g/100 g	± 25%	AOAC 982.14, mod.	EUSELI
LP00F	Glukos	<0.04	g/100 g	± 25%	AOAC 982.14, mod.	EUSELI
LP00J	Laktos	<0.04	g/100 g	± 25%	AOAC 982.14, mod.	EUSELI
LP00L	Maltos	<0.04	g/100 g	± 25%	AOAC 982.14, mod.	EUSELI
LP00Q	Sackaros	1.38	g/100 g	± 15%	AOAC 982.14, mod.	EUSELI
LP00E	Galaktos	<0.04	g/100 g	± 25%	AOAC 982.14, mod.	EUSELI
LW0U5	* Socker totalhalt (beräknad)	1.46	g/100 g			EUSELI
LP056	Summa mättade fettsyror	28.8	% av fettsyror		Internal Method - GC-FID	EUSELI
LP056	Summa enkelomättade fettsyror	14.1	% av fettsyror		Internal Method - GC-FID	EUSELI
LP056	Summa fleromättade fettsyror	68.1	% av fettsyror		Internal Method - GC-FID	EUSELI
LW0U4	* Beräkningsfaktor fettsyra	0.868				EUSELI
LW0U4	* Summa mättade fettsyror (beräknad)	1.24	g/100 g			EUSELI
LW0U4	* Summa enkelomättade fettsyror (beräknad)	0.86	g/100 g			EUSELI
LW0U4	* Summa fleromättade fettsyror (beräknad)	2.88	g/100 g			EUSELI
SLC18	Natrium Na	6.3	mg/100 g	± 20%	NMKL No 161 1998 mod	EUSELI2

Laboratorier/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Förklaringar

* Ej ackrediterad analys

Mått: Mätosäkerhet

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Underlag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar kan lämnas på begäran. Upplysning om mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport är endast åtrogen i sin helhet, om inte uttömliga laboratorier i förväg skriftligen godkänt ämnet. Resultaten relaterar endast till det inlämnade provet.

AR-003 v60
1.75 130516

Sida 1 av 2

AR-18-LW-020691-01



EUSELI-00191791

LW04E	* NaCl ber. ur Natrium halt	0.01 g/100 g		EUSELJ
HEC1C	* Högmolekylära Betaglukaner (Cerialier)	10.3 % (m/m)	Intern metod	EUNLHE

Mariana Eriksson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Utförande Laboratorium

EUNLHE	Eurofins Food Testing Netherlands (Heerenveen)
EUSELJ	Eurofins Food & Feed Testing Sweden (Lidköping)
EUSELI2	Eurofins Environment Sweden, Lidköping

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Förklaringar

* Ej ackrediterad analys

Mått: Mätosäkerhet

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar kan lämnas på begäran. Upplysning om mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det inlämnade provet.

AR-003 v80
1.75.130518

Sida 2 av 2

3. Transkribering Fokusgrupp

Gillar ni knäckebröd?

1. *Ja*
2. *Ja*
3. *Ja*
4. *Konsumerar ibland men är inte en preferens*
5. *Ja*
6. *Gillar mycket, konsumerar frekvent och mycket*
7. *Ja*
8. *Ja*

Vad gillar ni med knäckebröd?

1. *Enkelheten*
2. *Nutritionella aspekten*
3. *Texturen*
4. *Hållbarhet och billigt*
5. *Enkelt och finns ofta hemma som supplement*
6. *Samtliga aspekter*
7. *Tycker om det som mellanmål*
8. *Högt fiberinnehåll, mättande och gillar fibersmaken*

Hur konsumerar ni knäckebröd?

1. *Konsumerar till frukost*
2. *Inget speciellt tillfälle*
3. *Frukost med ägg och kaviar på*
4. *Mellanmål med ost och smör på*
5. *Inget speciellt tillfälle*
6. *Till frukost och mellanmål*
7. *Till middag ibland*
8. *Mellanmål*

Gillar ni någon speciell kommersiell produkt?

1. *Vasa sport*
2. *Husman*
3. *Runda, dalaknäcke*
4. *Mjukare knäckebröd, gärna frön*
5. *Konsumerar mest rågrutor*
6. *Äter inget speciellt märke, vanligt, inget specifikt*
7. *Tycker om frön i knäcke och på*
8. *Tycker om fröknäcke*

Tycker ni om surdegsbröd?

1. *Tycker att det är överdrivet tryck på det och att det verkar vara trendigt på marknaden*

2. *Gott, tycker om smaken.*
3. *Tycker inte om det*
4. *Ingen åsikt*
5. *Sticker inte ut så mycket, ingen framträdande smak*
6. *Förstår inte poängen av att addera surdegen.*
7. *Gott, tycker om smaken*
8. *Spännande smak, romantiskt med att man lagt ner tid på det och det känns fint ur en traditionell och historisk synvinkel*

Vete 1 (exempel)

1. *Gott*
2. *Bra smak*
3. *Smaken är god*
4. *Fastnar i tänderna men det är gott*
5. *Ingen åsikt*
6. *Luftigt och fluffigt och en bra struktur på det, ser ut som att det har blivit pressat*
7. *Ingen åsikt*
8. *Känns som en blandning av knäckebröd och rån, tråkigt utseende*

Vete 2 (egenbakat)

1. *Tycker att det är för hårt*
2. *Det är gott*
3. *Surdegen träder fram, men man behöver veta om att det innehåller surdeg för att tänka på det.*
4. *Känns som att man ska tappa tänderna, syrligt från surdeg, det är matigt men för hårt.*
5. *Texturen känns för hård*
6. *Tycker om knäckebrödet, det har en rostad känsla.*
7. *Smakar hemmagjort och den hårda strukturen är att föredra.*
8. *Fullkornssmaken och surdegen går bra ihop, gott!*

Korn 1 (egenbakat)

1. *Brödet är hårt, det känns som att det hade varit godare om det var tunnare för det hade varit sprödare då.*
2. *Det var gott men lite för hårt.*
3. *Smakar som finn crisp, bra struktur till en början men det var mjöligt i munnen.*
4. *Det ser gott ut när det serveras och påminner om finn crisp i smaken och färgen. Tycker om smaken väldigt mycket. Smaken är att föredra över det föregående knäckebrödet (Vete 2). Det är dock lite för mjöligt i munnen och det delar sig på fel ställen i munnen.*
5. *Det är mättande, gillar högt fiberinnehåll.*
6. *Det ser gott ut!*
7. *Tyckte om smaken men det påminde om "allbran" vilket förknippas med tråkig smak.*
8. *Det ser nyttigt ut och smaken var god, det var dock för hårt och hade gärna haft en bättre ytstruktur så att smör lättare kan fastna.*

Berättar om hälsopåståendena, får detta dig att ändra åsikt?

1. *Tycker om det mer efter att ha fått veta hur detta kan påverka hälsan positivt.*
2. *Tycker om det mer*
3. *Köper främst för smak, hälsopåståendet är inte lika viktigt*
4. *Köper främst för smak och tycker inte att hälsopåståendet förändrar tidigare åsikter.*
5. *Ingen åsikt*
6. *Ingen åsikt*
7. *Tror att det har mer att göra med marknadsföring som resultat av hälsopåståendet. Ser potential.*
8. *Ingen åsikt*

När frågan om deltagarna skulle tänka sig bli ett mervärde för en hälsoprodukt som ett kornknäckebröd hade endast 2 deltagare kunnat tänka sig det. Flera nämnde att de antagligen hade sett på det annorlunda om det gällde deras barn med diabetes eller en liknande kostpåverkande sjukdom.

4. Texturmätning

4.1. Knäckebröd bakat på korn

Perten Instruments TexCalc				
Test Result Comparison Report				
			2018-05-29	15:26:32
Test ID	Height (mm)	Weight (g)	Break point	Strength (g/mm)
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 000	3,08	4	5 570	139
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 001	3,61	4	4 119	103
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 002	4,80	3	3 995	100
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 003	2,81	3	3 569	89
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 004	3,82	4	6 637	166
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 005	4,81	3	4 134	103
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 006	5,61	4	4 485	112
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 007	4,67	2	3 985	100
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 008	3,63	3	3 537	88
Test ID	Height (mm)	Weight (g)	Break point	Strength (g/mm)
Metod 2 - KornKnäcke_201805290 009	3,21	3	3 811	95
Mean	4,005	3,3	4 384,2	109,5
SD	0,9156	0,67	980,14	24,55

296,7 x 209,9 mm

4.2. Finn Crisp

Perten Instruments TexCalc				
Test Result Comparison Report				
2018-05-29 15:13:34				
Test ID	Height (mm)	Weight (g)	Break point	Strength (g/mm)
Metod 2 - Finn crisp_201805290000	3,40	6	1 250	31
Metod 2 - Finn crisp_201805290001	3,42	6	1 007	25
Metod 2 - Finn crisp_201805290003	3,21	5	1 145	29
Metod 2 - Finn crisp_201805290004	3,31	6	1 232	31
Metod 2 - Finn crisp_201805290005	3,25	6	1 255	31
Metod 2 - Finn crisp_201805290006	3,24	6	1 121	28
Mean	3,305	5,8	1 168,3	29,2
SD	0,0878	0,41	97,00	2,40

5. Beräkningar

$$\frac{10}{46,4} \approx 0,22g \text{ Beta} - \text{glukan (1)}$$

$$\frac{4}{30} \approx 0,13g \text{ Beta} - \text{glukan (2)}$$

$$0,7 \times 46,4g + 0,3 \times 70g \approx 54g \text{ kolhydrater (3)}$$

$$\frac{10 \times 0,7}{54g} \approx 0,13g \text{ Beta} - \text{glukan per g kolhydrater (4)}$$

6. Receptformulering

175g vatten

350g Mjölmix (70:30 kornmjöl SW 49368:Lantmännen Kärnvetemjöl, varav 33% av mjölmixen bestod av surdeg 70:30 kornmjöl SW 49368:Lantmännen Kärnvetemjöl med kompositionen 2:1 mjöl:vatten)

5g salt

1,5g socker

7,5g Kronjäst för matbröd

Kornknäckebrödet bakades efter 30 minuters jäsnings i 30 °C i 45 min vid 200 °C på Kemicentrum.