



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
jordbruksvetenskap
Institutionen för livsmedelsvetenskap

Produktutveckling av glutenfria tortillabröd

- Hur påverkas tortillabröden av ingrediensval och gräddningstid

Product development of gluten free tortilla breads

- How is the tortilla bread affected by choice of ingredients and baking time

Louise Rolander



Agronomprogrammet - livsmedel

Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap, 30 hp, Avancerad A1E

Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap, nr 425

Uppsala, 2015

Produktutveckling av glutenfria tortillabröd

- Hur påverkas tortillbröden av ingrediensval och gräddningstid

Product development of gluten free tortilla breads

- How is the tortilla bread affected by choice of ingredients and baking time

Louise Rolander

Handledare: Annica Andersson, Institutionen för livsmedelsvetenskap, SLU

Btr handledare: Johan Lundgren, Finax AB
Magdalena Bergh, Finax AB

Examinator: Roger Andersson, Institutionen för livsmedelsvetenskap, SLU

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete I livsmedelsvetenskap - magisterarbete

Kurskod: EX0727

Program/utbildning: Agronomprogrammet - livsmedel

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Louise Rolander

Serietitel: Publikation/ Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

nr: 425

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

Nyckelord: glutenfritt, tortilla, bovete, guarkärnmjöl, gräddningstid

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för livsmedelsvetenskap

Sammanfattning

Tacos är en vanlig maträtt i svenska hem, men för de som är glutenintoleranta har det länge saknats mjuka tortillabröd som är fria från gluten. Syftet med denna magisteruppsats var därför att utveckla ett glutenfritt tortillabröd av hög kvalitet, för Finax AB i Helsingborg. Flera olika recept provbakades och ett basrecept togs fram. Detta basrecept användes sedan som utgångspunkt då ett designat bakningsförsök genomfördes. I bakningsförsöket varierades mängden guarkärnmjöl (låg, mellan, hög), bovetemjöl (0 %, mellan, hög) samt gräddningstiden (4; 4,5; 5 min). Som kontroll användes två glutenfria tortillabröd samt ett veteinnehållande tortillabröd som finns på marknaden. De olika bröden utvärderades genom att mäta fysikaliska parametrar så som diameter, höjd, vikt och textur. Även färgen på bröden mättes.

Tortillabröden med bovetemjöl var tunnare och mörkare än de utan bovetemjöl. De var även mjukare då de förvarades i 1-8 dagar samt mindre elastiska än bröden utan bovete. Gräddningstiden påverkade tortillabrödets hårdhet men inte elasticiteten. En lång gräddningstid resulterade i hårdare bröd. Guarkärnmjölet påverkade bröden i liten utsträckning, något som kan bero på de låga mängderna och de små skillnaderna mellan nivåerna. De bröd som hade mittnivån på alla variabler var tunnast och lättast. De hade en hårdhet och elasticitet som var jämförbar med en av de glutenfria kontrollerna. De hade också en färg som var nära den önskvärda och sammantaget ser denna mittnivån ut att kunna vidareutvecklas för att tillverka glutenfria tortillabröd.

Nyckelord: glutenfritt, tortilla, bovete, guarkärnmjöl, gräddningstid

Abstract

Tacos is a popular dish in Swedish homes, but for people who are intolerant to gluten there are no soft gluten free bread available. The purpose of this thesis was therefore to develop a high quality gluten free tortilla bread. Plenty of recipes were tried out to find an acceptable bread. To further improve that tortilla bread a designed baking trial was carried out. Tortilla bread with different amounts of guar gum (low, middle, high), buckwheat flour (0 %, middle, high) and baking time (4; 4,5; 5 min) was baked and compared to a wheat tortilla and two glutenfree tortilla breads available in the store. The breads were evaluated by measuring diameter, height, weight and texture. The colour of the tortilla breads was also measured.

The results showed that the tortilla bread with buckwheat flour was thinner, darker and softer compared to the bread without buckwheat when they were stored for 1-8 days in room temperature. The baking time affected the hardness of the bread and also the toughness of the bread. A long baking time resulted in bread with higher hardness and toughness. The elasticity was however not affected by the baking time. The amount of guar gum was probably too low to affect the bread.

The bread with the middle amount of all parameters was thinnest and less heavy. The hardness and elasticity was comparable to one of the gluten free control bread and it also had a colour that was close to the desirable. In conclusion the amount in the middle seems to be promising for further development of the gluten free tortilla bread.

Key words: gluten free tortilla, buckwheat, guar gum, baking time

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	6
1.3	Avgränsningar	6
2	Litteraturstudie	7
2.1	Celiaki	7
2.2	Gluten	8
2.3	Glutenfritt bröd	8
2.4	Tortillabröd av majs och vete	9
2.5	Glutenfria tortillabröd och dess ingredienser	10
2.5.1	Vetestärkelse	10
2.5.2	Rismjöl	11
2.5.3	Bovetemjöl	11
2.5.4	Olja	12
2.5.5	Socker & salt	12
2.5.6	Psyllium	12
2.5.7	Bakpulver	13
2.5.8	Jäst	14
2.5.9	Guarkärnmjöl	14
2.6	Kvalitet på tortillabröd	14
2.7	Åldrande av bröd	15
2.8	Sensorisk analys	16
3	Material och metoder	18
3.1	Litteraturstudie	18
3.2	Testbakning	18
3.2.1	Utvärdering av testbröden	19
3.3	Bakningsförsök	19
3.4	Utvärdering av tortillabrödets kvalitet	20
3.4.1	Diameter, höjd & vikt	20
3.4.2	Textur	21
3.4.3	Färg	21
3.5	Statistisk analys	22
4	Resultat	23
4.1	Testbakning	23
4.1.1	Utvärdering av tortillabröden	23

4.1.2 Sensoriskt test	23
4.2 Bakningsförsök	24
4.2.1 Diameter, höjd & vikt	24
4.2.2 Textur	25
4.2.3 Färg	30
5 Diskussion	31
5.1 Testbakningen	31
5.2 Bakningsförsöket	31
5.2.1 Bovete påverkade flera parametrar	31
5.2.2 Bovete och ålder	32
5.2.3 Mängden guarkärnmjöl påverkade inte tortillabröden	33
5.2.4 Gräddningstid	34
5.2.5 Mittnivån	34
5.2.6 Åldrande av tortillabröd	34
5.2.7 Jämförelse med kontrollbröd	35
5.3 Felkällor	35
5.4 Förbättringar	36
6 Slutsats	38
Tack till!	39
Referenser	40
Bilaga 1 –Formulär för sensoriktestet	42
Bilaga 2	46
Bilaga 3	47
Bilaga 4 – Populärvetenskaplig sammanfattning	49

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Celiaki är en autoimmun sjukdom som förekommer hos ungefär 1 av 100 personer i norra och västra Europa samt i Nordamerika. Den enda kända behandlingen är att följa en strikt glutenfri kost, vilket innebär att maten måste vara helt fri från vete, råg, korn och i vissa fall även havre (Dubé *et al.*, 2005). Detta betyder att många produkter så som bröd, pasta och pizza, vilka är basmatvaror i många länder, måste väljas bort. Det finns glutenfria varianter av dessa produkter men valfriheten i det glutenfria sortimentet är litet jämfört med det vanliga sortimentet. Även om det glutenfria utbudet växer för varje år finns det fortfarande luckor att fylla.

En produkt som länge har saknats är en glutenfri variant av mjuka tortillabröd. Tortillabröd görs traditionellt på majsmjöl, men de majstortillas som säljs i Sverige innehåller också vetemjöl, vilket utesluter dem från en glutenfri kost. Eftersom tacos är vanlig vardagsmat i svenska hem (Fazer, 2011-02-23) är det troligt att det finns en efterfrågan av dessa bröd även hos glutenintoleranta konsumenter. Under åren 1984-1996 var det ovanligt många barn under två år som insjuknade i celiaki (Ivarsson *et al.*, 2000). Dessa personer befinner sig nu i åldern 18-30 år. Enligt Fazers (2011-02-23) undersökning där 1000 svenskar över 16 år tillfrågades var tacos en extra populär maträtt hos just yngre och studenter. Idag har intresset för glutenfri kost ökat och även personer utan celiaki kan vara intresserade av att äta mat utan gluten.

Inom ramen för magisterarbete i livsmedelsagronomutbildningen har jag därför provbakat och utvecklat glutenfria mjuka tortillabröd till Finax AB. Finax är ett företag som sedan 1983 tillverkar och säljer glutenfria produkter. Idag ingår allt från müsli till knäckebröd och brödmixer i sortimentet (Finax, 2014).

1.2 Syfte

Syftet med magisterarbetet var att utveckla ett mjukt glutenfritt tortillabröd av hög kvalitet, för Finax AB i Helsingborg. Olika ingredienser och proportioner provades i testbakningen och ledde sedan fram till ett grundrecept på glutenfria tortillabröd. I själva bakningsförsöket undersöktes sedan vilken effekt tillsats av guarkärnmjöl samt bovetemjöl hade på tortillabröd baserade på vetestärkelse och ris-mjöl gräddade olika lång tid. De färdiga bröden utvärderades genom att mäta diameter, tjocklek och färgmätningar. Texturen mättes också genom punkterings- och tøjbarhetstest.

1.3 Avgränsningar

Syftet med magisterarbetet var att ta fram ett tortillabröd som liknade vanliga vetebaserade naturella tortillabröd. Detta arbete har även begränsats till att undersöka hur mängden guarkärnmjöl och bovetemjöl samt gräddningstiden påverkat det glutenfria tortillabrödet med avseende på olika kvalitetsparametrar.

Begränsningar gjordes också till att utveckla ett recept som fungerade i liten skala, köksskala. För att brödet sedan ska kunna tillverkas på en produktionslinje i företaget krävs ytterligare omarbetningar av recept och produktionssätt. Detta steg ligger utanför denna uppsats.

2 Litteraturstudie

Nedan följer en litteraturstudie relaterat till celiaki, glutenfria bröd och dess ingredienser och egenskaper. Även en presentation av tortillabröd och kvalitetsparametrar för dessa presenteras. Därefter följer ett avsnitt om åldrande av bröd och slutligen sensorisk analys.

2.1 Celiaki

Celiaki, också kallat glutenintolerans, är den vanligaste orsaken till att människor äter en glutenfri kost. Förekomsten skiljer sig åt mellan länder, men ungefär 1 av 100 personer är drabbade (Dubé *et al.*, 2005). I en finsk studie med 3654 skolbarn visade sig 1:67 – 1:99 ha celiaki (Maki *et al.*, 2003) medan prevalensen i en stor amerikansk studie varierade mellan 1:22 – 1:133 (Fasano *et al.*, 2003). I studien av Fasano (2003) screenades 13145 personer för celiaki och förekomsten visade sig som förväntat vara större hos personer som hade en nära släkting med celiaki (1:22) än hos icke-riskgrupper (1:133).

Det som händer om en person med celiaki äter gluten är att kroppens immunförsvar reagerar med inflammation i tunntarmens slemhinna (Ciclitira & Ellis, 2010). Tarmens slemhinna är normalt kraftigt veckad och täckt med tarmludd (villi) där näringsämnen absorberas. Då tarmen blir inflammerad på grund av glutenintag minskar denna yta. Det är därför vanligt att personer med obehandlad celiaki har brist på olika näringsämnen, vitaminer och mineraler. Detta kan leda till symtom så som näringsbrist och viktnedgång men också diarré, buksmärta, uppblåsthet och förstoppning är vanliga. Andra symtom som kan förekomma är trötthet, depression, smärta i leder och järnbrist (Schober, 2010; Murray, 1999).

Idag är den enda kända behandlingen mot celiaki att följa en livslång strikt glutenfri kost (Ciclitira & Ellis, 2010). En glutenfri kost innebär en diet utan vete, korn, råg och i vissa fall även havre. Det betyder att även produkter baserade på

dessa spannmål, så som bröd och pasta måste undvikas. De flesta kan äta havre som producerats och hanterats på ett sådant sätt att kontamination av gluteninnehållande spannmål undvikits. Vanlig havre som säljs i affären däremot kan vara kontaminerad av gluten och rekommenderas därför inte till glutenintoleranta. Det finns dock motstridiga åsikter om huruvida havre bör ingå i en glutenfri kost eller inte. Kostråden skiljer sig därför åt mellan länder (Schober, 2010).

2.2 Gluten

Proteinerna i spannmål klassificeras utifrån deras löslighet som albuminer, globuliner, prolaminer eller gluteliner. Albuminer och globuliner finns främst i spannmålskärnans klidelar (inklusive aleuronlagret) och i grodden. Prolaminerna och glutelinerna däremot lagras i spannmålskärnans endosperm och det är dessa två som bygger upp gluten (Delcour & Hosney, 2010). Prolaminet i vete kallas gliadin och ger degen dess viskösa (trögflytande) egenskaper. Elasticiteten och glutennätverkets hållfasthet skapas av gluteninerna. Tack vare denna visko-elastiska glutenstruktur i degen kan koldioxidgasen som jästen producerar vid jäsning ansamlas och hållas kvar i degen. På så sätt skapas ett luftigt och poröst bröd med hög volym (Delcour & Hosney, 2010). Celiaki kallas ofta glutenintolerans, men det är bara prolaminfractionen i vete (gliadin), råg (sekalin), korn (hordein) och möjligtvis havre (avenin) som personer med celiaki inte tål (Murray, 1999).

2.3 Glutenfritt bröd

Det är en utmaning att baka glutenfritt bröd eftersom det glutenfria mjölet och stärkelsen saknar de strukturgivande glutenproteinerna som ger brödet dess porösa och elastiska struktur. Glutenfritt bröd har därför ofta lägre volym och smular lättare än vanligt bröd. Det glutenfria brödet som finns på marknaden i Sverige är ofta baserat på stärkelse och mjöl från ris, majs, potatis, tapioka eller havre. Även vetestärkelse som innehåller mindre än 20 mg gluten/kg är vanligt förekommande, och accepterat i glutenfria produkter eftersom glutenhalten då är under den tillåtna maxgränsen 20 mg gluten/kg.

För att ersätta glutenproteinerna kan andra proteinkällor så som mjölk och ägg användas. Det är också vanligt att glutenfria bröd innehåller en rad olika förtjockningsmedel så som guarkärnmjöl, hydroxipropylmetylcellulosa (HPMC), xantangummi, alginsyra och/eller cellulosagummi (Zannini *et al.*, 2013). Förtjockningsmedel och hydrokolloider kan bidra till att göra degen mer elastisk men de skapar inte bara struktur utan binder också vatten (Gallagher *et al.*, 2004).

Då bröd bakas helt på stärkelse erhålls först en lösning av stärkelsegranuler och jästceller. När degen blandas skapas luftbubblor som sedan kan expandera under jäsningsen. För att få så hög volym som möjligt måste luftbubblorna stanna kvar i lösningen och inte försvinna upp till ytan eller smälta samman. För att förhindra detta kan hydrokolloider, ex xantangummi eller guarkärnmjöl tillsättas. Hydrokolloiderna verkar genom att stabilisera gas-cellstrukturen (Lazaridou & Biliaderis, 2009) och genom att öka viskositeten på lösningen. Det tar då längre tid för luftbubblorna att försvinna alternativt smälta samman. Detta leder till att degen blir mer homogen under jäsningsen och när brödet gräddas och temperaturen ökar gelatiniseras stärkelsen vilket gör att den porösa strukturen på brödet bibehålls (Schober, 2010).

Genom att använda en kombination av hydrokolloider som är stabila vid ett brett temperaturintervall kan brödet behålla och öka mängden gas under hela bakningsprocessen tills all stärkelse har gelatiniserats (Lazaridou & Biliaderis, 2009.)

2.4 Tortillabröd av majs och vete

Tortillabröd förknippas ofta med Central- och Sydamerika eftersom det av tradition ingår i deras matkultur. Tortillabröden i det här området är ofta baserade på majs, närmare bestämt masa. För att framställa masa värmebehandlas först majsen i vatten innehållande kalciumhydroxid. Den får sedan svalna av och mals slutligen till mjöl. Efter denna behandling har masan fått en högre vattenhalt. Masan har också en variation i partikelstorlek, vilket i kombination med den höga vattenhalten (55 %) gör att masan håller ihop väl som en deg. Dock blir masadegen inte lika elastisk som en vetemjölsbaserad deg. För att göra tortilla pressas masadegen till ett platt bröd. Det gräddas i höga temperaturer, jäser upp och kollapsar. Ofta vänds det också några gånger under gräddningen (Delcour & Hosney, 2010). Till skillnad från vanliga bröd är tortillabröd ofta jästa med bakpulver istället för med jäst (Waniska, 1999).

Den vanligaste metoden att tillverka tortillabröd med är genom varmpressning då degen pressas mellan två varma plattor. Över 90 % av tortillabröden framställs på detta sätt vilket ger tortillabröden en mjuk och böjbar struktur. Bröd som tillverkas genom utstansning däremot får inte dessa egenskaper i lika stor utsträckning. Dessa bröd bli mindre mjuka, degigare och förlorar sin flexibilitet snabbare än vad varmpressade bröd gör. Därför används utstansade bröd mest till produktion av färdiga tortillaprodukter så som burritos, eller enchiladas (Waniska, 1999). Fördelen med utstansning är att den metoden är mer effektiv än varmpressning. Ett tredje sätt att tillverka tortillabröd på är genom handtillverkning, men detta kräver

många anställda och tar lång tid varför det inte är en särskilt vanlig metod industriellt (Waniska, 1999). Utstansningsmetoden är den som kommer att användas i detta magisterarbete eftersom det är den utrustning som finns på Finax AB

I Nordamerika och även i Europa har det blivit populärt med vetebaserade tortillabröd (Delcour & Hosene, 2010). I Sverige består utbudet av vetemjölsbaserade eller majs- och vetemjölsbaserade tortillabröd.

2.5 Glutenfria tortillabröd och dess ingredienser

Som tidigare nämnts krävs en blandning av olika ingredienser för att efterlikna glutenstrukturen i glutenfritt bröd. När det gäller tillverkning av glutenfria tortillabröd är det viktigt att brödet kan hålla ihop, något som bland annat glutenproteinerna bidrar med i vanliga vetetortillabröd. Nedan följer en beskrivning av de ingredienser som ingår i de glutenfria tortillabröd som utvecklats i studien.

2.5.1 Vetestärkelse

Stärkelse är uppbyggt av glukosmolekyler och finns i form av amylos, som är en linjär molekyl med endast få förgreningar samt amylopektin som är en grenad molekyl. Amylos och amylopektin bildar tillsammans stärkelsegranuler. Vetestärkelsens granuler är antingen stora linsformade (25-40 μ m i diameter) eller små sfäriska (5-10 μ m i diameter) (Delcour & Hosene, 2010).

Vetestärkelse som ska ingå i en glutenfri kost behöver vara ren och inte innehålla mer än 20 ppm gluten (Codex alimentarius, 1979). Sådan vetestärkelse framställs ofta genom att vetemjöl och vatten blandas till en deg. Degen sköljs med extra vatten vilket gör att stärkelsen och de vattenlösliga delarna av mjölet följer med sköljvattnet. Den starka glutenstrukturen däremot håller ihop väl och eftersom gluten är olösligt i vatten kommer det inte med i sköljvattnet. Vetestärkelsen centrifugeras sedan för att rensa ytterligare. Centrifugeringen resulterar i A eller B-stärkelse där A-stärkelsen består av de stora linsformade stärkelsegranulerna och några små, sfäriska stärkelsegranuler. B-stärkelsen däremot består av små stärkelsegranuler, vattenlösliga arabinoxylaner samt cellväggsmaterial, skadade stärkelsegranuler och låga halter av protein och aska (Delcour & Hosene, 2010).

Då stärkelse blandas med vatten i rumstemperatur tar granulerna upp vatten, upp till 30 % av sin torrsvikt. Vid uppvärmning förlorar stärkelsen sin organiserade kristallina struktur, den gelatiniserar. Gelatinisering är en irreversibel process där

granulerna också tar upp mer vatten och sväller avsevärt något som leder till att lösningen blir mer viskös. Om värmen ökar ytterligare fortsätter strukturerna luckras upp och löslig stärkelse, mestadels amylos, läcker ut från granulerna och ökar viskositeten. Olika sorters stärkelse gelatiniserar vid olika temperaturer. Vetestärkelsens gelatiniseringstemperatur är i intervallet 51-60 °C medan risstärkelse gelatiniserar vid 68-78 °C (Delcour & Hosney, 2010).

2.5.2 Rismjöl

Rismjöl, *Oryza sativa L.*, i kombination med olika stärkelser är vanligt förekommande i glutenfria bröd. Rismjöl är förhållandevis smaklöst vilket kan vara en fördel eftersom det därför kan användas för att dölja de skarpa smaker som vissa glutenfria mjöl kan ha (Schober, 2009).

Stärkelsen i ris finns i form av månghörniga sammansatta stärkelsegranuler, det vill säga stora granuler som består av många små granuler. De individuella stärkelsegranulerna är små, ungefär 2-4 µm och gelatiniserar som tidigare nämnts vid högre temperaturer än vad vetestärkelsen gör (Delcour & Hosney, 2010).

Ris innehåller både olösliga och lösliga proteiner som finns i form av proteinvävnad och proteinkroppar med en diameter på 1 µm. Vid uppvärmning aggregerar proteinerna och skapar kompakta strukturer. För att skapa ett bra risbröd är det viktigt att förhållandet mellan de olika ingredienserna i brödet är rätt. Mängden vatten kan vara avgörande och ofta kan bröd baserade på rismjöl ha en hög vattentillsats på 75-110 % av mjölets vikt. Även mängden stärkelse och hydrokolloider påverkar degens möjligheter att utvecklas till ett luftigt bröd som håller ihop. Om degen är för fast kommer den inte att jäsa upp tillräckligt och om den är för lös kommer den stora utspädningen att orsaka stora hål i brödet (Schober, 2009). Enligt Schober (2009) är hydroxypropyl metylcellulosa (HPMC) en hydrokolloid som fungerar bra att använda i risbaserade bröd.

2.5.3 Bovetemjöl

Namnet bovete kan vara vilseledande, men trots ett vete-liknande namn är bovete glutenfritt. Bovete, som är en tvåhjärtbladig växt, är nämligen närmare släkt med rabarber och endast avlägset släkt med de enhjärtbladiga spannmålen vete, råg och korn (Lorenz *et al.*, 1982). Bovete används traditionellt i exempelvis pasta, gröt och pannkakor. Eftersom bovete används på samma sätt som de vanliga spannmålen brukar det kallas för pseudospannmål

I Sverige odlades 2012 och 2013 ca 70 hektar bovete (Jordbruksverket, 2013-08-09). Detta kan jämföras med arealen vete som under 2013 var 330 000 hektar

(Jordbruksverket, 2014-05-05). Det finns två olika sorters bovete, ”vanligt” och tatariskt bovete. I Europa och Sverige odlas mestadels ”vanligt” bovete, *Fagopyrum esculentum*. Detta mjöl har ett högt kostfiberinnehåll, 7 % och består också av 11 % protein, 2 % fett och 78 % stärkelse (baserat på torrvikten) (Bonafacciana, Marocchinia & Kreft, 2003).

Bovetets stärkelsegranuler är runda eller månghörniga, de är små och jämna i storleken till skillnad från vetets stärkelsegranuler som är antingen stora och linsformade eller små och sfäriska (Lorenz, Dilsaver & Collins, 1982).

2.5.4 Olja

Tillsats av fett till degen gör att den blir mer elastisk. Volymen på brödet ökar och brödets hållbarhet ökar också om degen innehåller någon form av fett. Detta gör att brödet blir mer välsmakligt och mjukt då det förvaras (Delcour & Hosene, 2010).

2.5.5 Socker & salt

Sockrets roll i degen är att ge näring till jästen så att den kan producera gas och därmed öka volymen på brödet. Skadad stärkelse kan dock också bidra med näring till jästen så tillsats av socker är inte nödvändigt för produktion av gas. Om mer socker än vad jästen kan bryta ner tillsätts bidrar det också till att brödet får en sötare smak (Delcour & Hosene, 2010).

Vanligtvis ingår ca 1-2 % salt i bröd baserat på mjölvikten. Saltet påverkar både brödets smak men också degens reologiska egenskaper genom att förändra laddningen på glutenproteinerna och därmed göra strukturen starkare. (Delcour & Hosene, 2010).

2.5.6 Psyllium

Psyllium är en växt i familjen grobladsväxter, genus *Plantago*. Dess fröskal används som förtjockningsmedel och fiberkälla i glutenfritt bröd. Eftersom psylliumfröskalen innehåller en stor mängd lösliga fiber absorberar de vatten i degen och skapar en mer viskös deg som är mer lättarbetad. Den förtjockande egenskapen skapas också genom att psylliumfröskalet bildar ett tunt nätverk som omsluter luftbubblorna i degen och stabiliserar strukturen. Detta gör att stärelsens svällning begränsas och fördröjs. Stärkelsegelatiniseringen saktas också ner då psyllium tillsätts något som kan bero på att psyllium tävlar med stärelsen om vattnet. Ju mer vatten psyllium absorberar desto mindre finns kvar för stärelsen att absorbera och därmed saktas gelatiniseringen ner. En tillsats av 2 % psylliumfröskal räcker för att se att degens vattenabsorption ökar (Mariotti *et al.* 2009).

Psyllium är stabil över ett brett temperaturintervall och vid olika pH-värde, precis som gluten. Zandonadi *et al.* (2009) har i sensoriska studier visat att psylliumfröskal är väl accepterat av såväl konsumenter med som utan celiaki. Det är därför lämpligt att använda som ersättning för gluten i glutenfria produkter.

2.5.7 Bakpulver

Då bröd jäses med bakpulver bildas koldioxid (CO_2) som gör att brödet ökar i volym. Även vanlig luft, som består av många olika sorters gaser, kan hjälpa till i volymökningen. Vanligt bakpulver består ofta av natriumvätekarbonater (NaHCO_3) (E 500) som, om de befinner sig i ett system med vatten, snabbt löser sig och vid uppvärmning omvandlas till natriumkarbonat (Na_2CO_3), koldioxid (CO_2) och vatten (H_2O).



CO_2 kan finnas i olika former, dels som fri CO_2 men också i jonform, antingen som HCO_3^- eller CO_3^{2-} . Vilken form CO_2 finns i beror på pH-värdet och temperaturen i brödet. Eftersom det endast är den fria CO_2 som bidrar med volymökning av brödet är det viktigt att pH-värdet inte överstiger 8. Vid detta pH-värde dominerar nämligen jonformerna (HCO_3^- och CO_3^{2-}) och den fria CO_2 existerar inte längre. Vanligt vetebröd har vanligtvis ett pH-värde kring 7 vilket betyder att både CO_2 och HCO_3^- finns (Delcour & Hosenev, 2010).

Eftersom NaHCO_3 är basiskt höjer det pH-värdet och kan därför göra så att mängden CO_2 minskar och därmed också volymen på brödet. För att förhindra detta innehåller vanligt bakpulver förutom NaHCO_3 också någon form av syra, t ex E 450 som består av natrium-, kalium- eller kalciumdifosfater eller natriumpyrofosfat. Syran sänker pH-värdet vilket möjliggör mer CO_2 . Olika syror löser sig och verkar vid olika temperaturer. Ibland används en kombination av syror för att bereda temperaturintervallet som de är verksamma i. En sådan form av bakpulver kallas för dubbelverkande bakpulver (Delcour & Hosenev, 2010).

Vanligt bakpulver innehåller ofta också någon form av stärkelse för att förhindra att syran och basen ska reagera med varandra redan i förpackningen. Förutom att påverka volymen av bröd kan bakpulver påverka reologin exempelvis elasticiteten i produkten (Delcour & Hosenev, 2010).

2.5.8 Jäst

Vanlig bagerijäst består ofta av jästsvampen *Saccharomyces cerevisiae*. Jästen som finns att tillgå i handeln är ofta inaktiverad genom torkning eller förvaring i låga temperaturer, torrjäst respektive färsk jäst. Då jästen får förhållande den trivs i, exempelvis en deg, aktiveras den. Jästens uppgift i degen är att omvandla fermenterbara kolhydrater till koldioxid och etanol. Jästen använder det syre som finns i brödet och fortsätter sedan fermenteringen anaerobt. Det är denna gasutveckling som bidrar till att bröden jäser och blir luftiga. Koldioxiden gör inte bara att brödet reser sig och ökar i volym, pH sänks också vilket möjliggör att vattenfasen i degen mättas med koldioxid. Först då vattenfasen blivit mättad kan koldioxiden diffundera ut till existerande gasceller och skapa en volymökning av brödet. Hur lång tid det tar för vattenfasen att bli mättad beror inte bara på pH, temperaturen spelar också roll. Jästen påverkar också de reologiska egenskaperna genom att ha en oxiderande effekt och göra degen elastisk. Degen går från viskös till elastisk när jästen har fått verka (Delcour & Hosney, 2010).

2.5.9 Guarkärnmjöl

Växten *Cyamopsis tetragonoloba* tillhör samma familj som flera ärtväxter (*Leguminosae*) däribland bruna bönor, vaxbönor och skärbönor (Naturhistoriska riksmuseet, 2013). Det nermalda endospermet från denna växt bildar ett vitgulaktigt pulver som kallas guarkärnmjöl och som är lösligt i både kallt och varmt vatten. Det består av galaktos och mannos som är länkade med glykosidbindningar. Kemisk benämning på guarkärnmjöl är galaktomannan. Det är luktlöst och kan användas som emulgeringsmedel, förtjockningsmedel och stabiliseringsmedel i bakningsindustrin (Qarooni, 1996).

Guarkärnmjöl används för att förbättra texturen och utseendet på brödet. Det kan också påverka färgen på bröd genom att göra dem ljusare (Anton *et al.*, 2008). I en studie av Anton *et al.* (2008) förlängdes också hållbarheten på tortillabröd bakade med guarkärnmjöl. Dessutom var de mer rullbara efter sju dagars förvaring jämfört med de bröd som saknade guarkärnmjöl. Guarkärnmjöl gjorde också att bröden behöll sin vattenhalt bättre. I studien visades att 0,5g/100g var den mest kostnadseffektiva mängden för industriella applikationer.

2.6 Kvalitet på tortillabröd

Målet med tortillabröden i detta magisterarbete var att de skulle vara av hög kvalitet. Vad är då kvalitet när det gäller tortillabröd? Kvalitetsparametrar som är viktiga vid tillverkning av tortillabröd är (a) rullbarhet, (b) textur, (c) utseende, (d) smak och (e) hållbarhet.

Eftersom meningen med tortillabröd är att de ska kunna fyllas med olika typer av mat är det viktigt att de kan (a) rullas och vikas utan att gå sönder. Texturen (b) på brödet ska inte bara bidra till god rullbarhet utan även till en god munkänsla. Brödet ska hålla ihop utan att vara segt och gummiaktigt samtidigt som det ska vara lätt att tugga (Qarooni, 1996). Qarooni (1996) menar också att det är viktigt att brödet inte krackelerar samt att det är mjukt och inte har så mycket mjöl på ytan.

När det gäller (c) utseendet är målet med de glutenfria tortillabröden att de ska likna de i Sverige vanliga vetebaserade till utseendet både vad gäller färg, tjocklek och diameter. En vitaktig färg är därför att föredra. Enligt Waniska (1999) föredrar konsumenterna i USA fluffiga, tjocka ogenomskinliga tortilla. I Sverige går det mestadels att hitta tunna tortillabröd men även tjocka och bröd med smak finns på butikshyllorna. Smaken (d) är också viktig att förhålla sig till, och den ska också eterlikna vetebaserade tortillabröd. Även om det är svårt att få en vete-smak på bröd utan vetemjöl är målet att bröden ska ha en tilltalande smak. Smaken samt de andra kvalitetsparametrarna ska vara fortsatt höga då brödet lagras. Bröden ska således också vara hållbara (e).

2.7 Åldrande av bröd

Tortillabröd förväntas hålla länge i affären (10-180 dagar) i jämförelse med vanliga bröd som har en hållbarhet på 5-7 dagar. Brödets hållbarhet beror både på åldrande och mikrobiologiska faktorer (Hager *et al.*, 2012).

Från och med att brödet tagits ut från ugnen förlorar det succesivt sin färskhet. De komplexa förändringar som sker då ett bröd åldras kallas åldrande. Det innefattar ett hårdare inkråm, förlorad smak och att brödet blir mindre genomskinligt. Den initiala ökningen av hårdhet i brödet sker då amylos kristalliserar när brödet svalnar. Denna kristallisering är irreversibel (Delcour & Hoskeney, 2010). Den hårdhet som kommer med tiden orsakas mestadels av retrogradering, dvs att amylopektin återgår till ett kristallint tillstånd. Amylopektinets retrogradering är reversibelt och om brödet värms upp kommer det åter att bli mjukt och upplevas färskt. Åldrande av bröd är dock ett komplext fenomen som inte enbart kan förklaras av retrogradering av amylopektin. Då bröd förvaras i rumstemperatur omfördelas även de olika beståndsdelarna i brödet. Detta gäller såväl stärkelse- som vattenmolekylerna och det påverkar upplevelsen av brödets färskhet (Mariotti *et al.*, 2013).

Glutenfria bröd är ofta baserade på en stor andel stärkelse vilket gör att de kan få en relativt hög volym. En nackdel med det höga stärkelseinnehållet är att bröden åldras snabbare än bröd baserade på vetemjöl (Moore *et al.*, 2004). Moore *et al.* (2004) visade att glutenfria tortillabröd var mer elastiska än vetemjölbröden dag 0. De glutenfria bröd som lagrats två och fem dagar däremot var mer spröda och hade förlorat sin elasticitet, medan de vetemjölbaserade bröden bevarat sin elasticitet. Dag två och fem var därför de vetemjölbaserade bröden mer elastiska än de glutenfria tortillabröden.

För att förlänga hållbarheten kan rätt protein tillsättas i lagom mängd. Proteinet bildar en hinna som delvis kan maskera stärkelsesretrograderingen. Tillsats av fullkornsmjöl däremot påverkade inte åldrandet av bröd signifikant (Moore *et al.*, 2004). Ett annat sätt att förbättra hållbarheten på ett bröd är att använda förtjockningsmedel så som guarkärnmjöl, det binder inte bara vatten i brödet utan kan också fördröja åldrandet (Anton *et al.*, 2009).

2.8 Sensorisk analys

Sensorisk analys är ett sätt att mäta egenskaper hos ett livsmedel genom att låta människor använda sina sinnen (syn, lukt, smak, känsel och hörsel) för att bedöma livsmedlet. Det är en vanligt förekommande analys inom livsmedelsindustrin och kan användas både för att definiera egenskaper hos en produkt men också för att se vilken produkt som konsumenterna föredrar (Albinsson, 2010).

För att definiera egenskaperna kan en analytisk sensorisk metod användas. Då är deltagarna i testpanelen tränade att känna igen exempelvis smaker, dofter och konsistenser utan påverkan av deras egna åsikter och gillande av livsmedlet. Genom att låta dem bedöma ett livsmedel fås därmed en objektiv bedömning av egenskaperna hos livsmedlet. Det finns olika former av analytiska sensoriska test till exempel skillnadstest och beskrivande test. I ett skillnadstest får panelen avgöra vilken av 2-3 produkter som skiljer sig från övriga samt tala om varför den avviker. I ett beskrivande test däremot beskriver panelen skillnader mellan produkter och talar också om hur stora dessa skillnader är (Albinsson, 2010). Det beskrivande testet kan användas i produktutveckling för att testa om produkten uppfyller den målbild som satts upp. Genom att testa önskade parametrar och egenskaper kan därmed information fås om vad som skiljer produkten från målbilden (Stone & Sidel, 2004).

Om frågeställningen istället är huruvida produkten gillas av konsumenterna eller ej är det ett konsumenttest som bör genomföras. Detta kan exempelvis göras under

utvecklingsprocessen, då resultatet från testet möjliggör ytterligare förbättringar av produkten enligt konsumentens önskningsar. Ett konsumenttest där företagets egen produkt jämförs med konkurrenternas kan också ge en fingervisning om hur lanseringen kommer att gå, och misslyckanden kan därmed undvikas. Konsumenttest kan också skapa försäljningsargument för varför företagets produkt är bättre än konkurrenternas (Albinsson, 2010).

3 Material och metoder

För att kunna utveckla ett tortillabröd av hög kvalitet gjordes en litteraturstudie som fokuserade på glutenfria bröd samt dess ingredienser. Parallellt provbakades ett flertal recept på glutenfria tortillabröd. Det bästa brödet utvärderades med en sensorisk konsumentpanel. Slutligen genomfördes ett designat bakningsförsök med nio olika varianter av bröd. Bröden utvärderades genom fysikaliska metoder och färgmätning.

3.1 Litteraturstudie

Vetenskapliga artiklar söktes på Web of Science samt google scholar. Ytterligare litteratur söktes på SLU-biblioteket i Uppsala samt Lunds universitetsbibliotek på Campus Helsingborg.

3.2 Testbakning

Först genomfördes en testbakning där 25 olika tortillarecept provades för att komma fram till ett grundrecept att utgå ifrån vid bakningsförsöket. Bröden tillverkades enligt beskrivningen i 3.3, förutom de bröd som enbart bakades med bakpulver och därför inte jästes i bunken samt bröden som bakades i stekpanna istället för i ugn. I testbakningen varierades en ingrediens i taget för att kunna utvärdera vilken effekt den hade på brödet. Recepten som testbakades innehöll ris, majsmjöl, potatismjöl samt olika typer av stärkelse så som vetestärkelse, majsstärkelse, tapiokastärkelse. Även förgelatiniserade mjöl provades. Olika mängder salt, guarkärnmjöl, socker, bakpulver och psylliumfröskal testades också. När det gäller gräddningen jämfördes stekning av bröd på stekpanna med ugnsgräddade tortillabröd.

3.2.1 Utvärdering av testbröden

Bröden i testbakningen utvärderades subjektivt av mig och mina handledare utifrån degens konsistens samt genom att titta, känna och smaka på de färdiga bröden. Det recept som gav bäst bröd i testbakningen och som sedan använts som utgångspunkt vid bakningsförsöket, kallas vidare i texten för basbrödet. Följande ingredienser ingick i fallande ordning i basbrödet: vatten, vetestärkelse, rismjöl, rapsolja, socker, psylliumfröskal, salt, jäst, bakpulver och guarkärnmjöl.

För att ta reda på hur basbrödet kunde förbättras utvärderades det av en sensorisk panel där 18 av de 22 deltagarna var glutenintoleranta. De bedömde basbrödet samt ett glutenfritt tortillabröd som finns på marknaden (GF1) enligt en 9 gradig hedonisk skala i ett så kallat beskrivande test, *bilaga 1*. Följande parametrar bedömdes: utseende, smak, doft, konsistens och totalt gillande. De fick även svara på vilken av dessa parametrar de tyckte var viktigast för tortillabröd. Testdeltagarna uppmanades slutligen att göra ett preferenstest och välja det bröd de föredrog av basbrödet och GF1. Panelen presenterades för de två proverna samtidigt och fick sedan avgöra vilken de föredrog. Ordningen som panelen fick proverna i randomiserades (Lawless & Heymann, 2010). För att ytterligare minimera risken för att andra parametrar skulle påverka panelens bedömning var temperatur och serveringsstorlek på tortillabröden standardiserad. Samtliga prover var rumstempererade och panelen serverades en fjärdedels tortillabröd på en papperstallrik. Tallrikarna var kodade med ett tresiffrigt nummer och märkta med prov A eller prov B.

3.3 Bakningsförsök

Basbrödet gick att förbättra ur flera avseenden, dels utseendemässigt men också gällande smak och konsistens. Utifrån testbakningen valdes tre parametrar ut, bovete, guarkärnmjöl samt gräddningstid, vilka senare studerades och undersöktes noggrannare. För att påverka färgen och konsistensen tillsattes bovetemjöl i tre nivåer (0 %, mellan, hög). Mängden guarkärnmjöl varierades också (låg, mellan, hög) för att ytterligare förbättra konsistensen samt eftersom konsistensen kunde tänkas förändras då vetestärkelse byttes ut till bovetemjöl. Slutligen varierades gräddningstiden (4; 4,5; 5 minuter) för att testa hur brödet påverkades av detta.

Bakningsförsöket var upplagt som ett fullt faktoriellt försök med tre variabler på två nivåer och centrumpunkter, *tabell 1*. Samtliga försök gjordes i duplikat förutom mittnivån som gjordes i triplikat. Duplikaten bakades två olika dagar.

Tabell 1. De tre variablerna i bakningsförsöket – bovetemjöl, guarkärnmjöl och gräddningstid – samt nivåerna av dessa. Versaler (B och G) innebär hög mängd av ingrediensen medan gemener (b och g)

står för låg nivå. Prover med [-] har gräddats den korta tiden (4 min) medan proverna med [+] har gräddats den långa tiden (5 minuter). Mittnivå är det bröd där samtliga variabler är i mittennivå

Försök	Bovetemjöl	Guar	Gräddningstid (min)
bg-	0	Låg	4
bg+	0	Låg	5
Bg-	Hög	Låg	4
Bg+	Hög	Låg	5
bG-	0	Hög	4
bG+	0	Hög	5
BG-	Hög	Hög	4
BG+	Hög	Hög	5
Mittnivån	Mellan	Mellan	4,5

Samtliga ingredienser blandades och degen mixades sedan i en bakmaskin (Ho-bert) på hastighet 1 i två minuter och hastighet 2 i fyra minuter. Därefter fick de- gen jäsa i en bunke i rumstemperatur i 30 min. Degen delades i bitar och vägdes (140g) innan den kavldes ut. Bröden stansades ut till en standardiserad storlek (230 mm) och gräddades sedan i 225 graders ugnsvärme (Elektrolux co 5940). Efter gräddningen fick bröden svalna av på galler i rumstemperatur 10 minuter innan de förpackades i plastpåsar. Bröden förvarades sedan i rumstemperatur i påsarna till dess de analyserades. Tre tortillabröd som finns på marknaden använd- des också som kontroll. Utav dessa bröd var ett tortillabröd baserat på vetemjöl (Vete) medan de andra två var glutenfria (GF1, GF2).

3.4 Utvärdering av tortillabrödets kvalitet

Bröden utvärderades genom att mäta de fysikaliska parametrarna diameter, höjd och textur. Även färgen mättes. Replikaten av tortillabröden bakades två olika dagar. För bröden som bakades vid första tillfället gjordes texturmätningen dag 1, 3 och 8. Bröden som bakades vid andra tillfället mättes dag 1, 6 och 8.

3.4.1 Diameter, höjd & vikt

Degen kavldes ut och tortillabröden stansades ut till en diameter på 230 mm. 2-6 h efter bakning mättes diametern med en linjal på 3 bröd per batch. Diametern mättes på tre olika ställen, i resultatet visas medelvärde av dessa. Höjd och vikt mättes på bröden i texturmätaren dag 1, (3 eller 6) samt dag 8.

3.4.2 Textur

Ett objektivet sätt att mäta texturen på tortillabröd är att göra texturanalys. I detta magisterarbete användes en texturmätare TVT-6700 (Perten) för att göra ett punkteringstest samt ett töjbarhetstest. För att mäta hur texturen på tortillabröd förändras med tiden, dvs ett mått på hållbarheten av tortillabröden, upprepades denna analys på bröden dag 1, (3 eller 6) samt 8. Totalt mättes 1-4 bröd per tidpunkt. Mellan mättillfällena förvarades bröden i plastpåsar i rumstemperatur.

För punkteringstestet användes TVT-6700 (metod 08-05.01). Inställningarna för punkteringstestet visas i *bilaga 2*. Tortillabrödet placerades på provplattan med ett 50 mm stort hål varefter en cylindrisk prob (diameter 18 mm) punkterade tortillabrödet. Tortillabröd med liknande form och storlek valdes ut i möjligaste mån. I punkteringstestet registrerades kraft (g) och sträcka (mm). Kraften motsvarades av den maximala kraft som krävdes för att brödet skulle gå sönder, brödets hårdhet. Sträckan till maximala kraften motsvarade hur töjbart tortillabrödet var. Ju längre sträcka desto mer töjbart var tortillabrödet.

För töjbarhetstestet användes TVT- 6700 (metod 08-06.01) utrustad med två klämmor. Inställningarna av texturmätaren för töjbarhetstestet visas i *bilaga 2*. Den ena klämman satt fast i texturmätarens nedre bas och den andra i en rörlig arm. En rektangulär provbit på 30 x 100 mm skars ut från brödet och fästes i de två klämmorna på texturmätaren. För att få ett så representativt prov som möjligt valdes den del av brödet där minst ojämnheter sågs. Det eftersträvades också att provet skulle ha en jämn tjocklek. Armen drogs sedan uppåt och sträckte ut provbiten till dess brödet gick av alternativt stannande då armen rört sig 15 mm. I töjbarhetstestet registrerades kraft (g) och sträcka (mm). Kraften motsvarades av den maximala kraft som krävdes för att sträcka provet medan sträckan till maximala kraften motsvarade elasticiteten på brödet.

3.4.3 Färg

Bröden frystes in på bakdagen och färgen mättes sedan på de upptinade bröden efter 9-11 dagar i frys. För att mäta färgen användes en spektrofotometer (Konica minolta kamera CM-600d) som gav värden för L^* (ljushet och vithet), a^* (rödhet och grönhet) samt b^* (gulhet och blåhet). $L^*= 0$ innebär svart och $L^*= 100$ vitt, $-a^*$ = grönhet och $+a^*$ = rödhet, $-b^*$ = blåhet och $+b^*$ = gulhet. 12 mätpunkter användes på varje bröd fördelade enligt ett standardiserat ruttmönster.

3.5 Statistisk analys

För att analysera skillnaderna mellan de olika variablerna bovete, guarkärrmjöl och gräddningstid användes Minitab® version 16. Variansanalys, ANOVA (general linear model), genomfördes på diameter, höjd, vikt, textur, färgmätningarna och den sensoriska analysen. Som signifikant åtskiljda räknades de prover där $p < 0,05$. Endast högsta och lägsta nivån av variablerna analyserades med general linear model. För att se om sambandet var linjärt användes ANOVA (main effect plot) för samtliga tre nivåer.

4 Resultat

Nedan visas resultatet från testbakningen samt bakningsförsöket. Först beskrivs testbakningen och den sensoriska analysen. Därefter följer resultaten för de olika fysikaliska och texturella parametrarna hos de olika tortillabröden i bakningsförsöket.

4.1 Testbakning

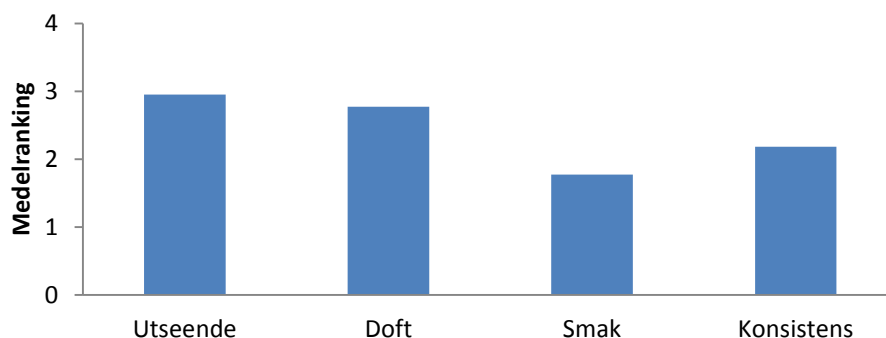
Bröden från den inledande testbakningen utvärderades subjektivt vid varje baktillfälle. Det mest lovande brödet från dessa försök testades sedan av en konsumentpanel i ett sensoriskt test. I det sensoriska testet fick konsumenterna också rangordna vilken egenskap som var viktigast för tortillabröd samt vilket bröd de föredrog av basbrödet och ett glutenfritt tortillabröd som fanns på marknaden (GF1).

4.1.1 Utvärdering av tortillabröden

Bröden utvärderades sensoriskt allt eftersom de bakades och det visade sig att de bröd som var ugnsgräddade fick en bättre struktur än de som gräddades i stekpanna. Då brödet bakades på enbart olika sorters stärkelse blev det klistrigt och såg ogräddat ut. Bröden som det även var en del ris- eller majs mjöl i fick däremot en mer porös struktur. Majsmjölet gav dessutom tortillabröden en tilltalande gul färg men också en oönskad bismak. Ett flertal försök att baka med olika sorters majs mjöl gjordes men inget hittades som fungerade bra i glutenfria tortillabröd.

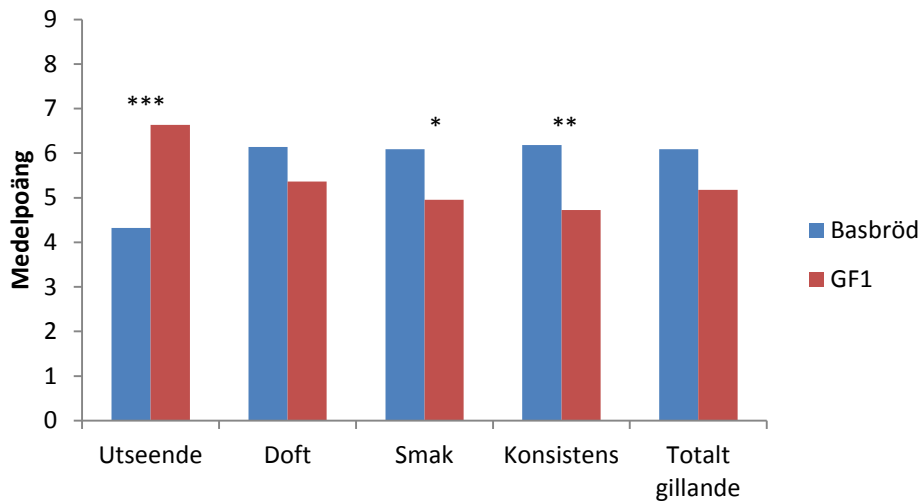
4.1.2 Sensoriskt test

Resultatet från det sensoriska testet visade att konsumenterna rangordnade smaken som viktigaste egenskap för glutenfria tortillabröd, näst viktigast var konsistensen, *figur 1*. Tredje viktigaste egenskap var doften och minst viktigt var utseendet.



Figur 1. Ranking av egenskaper som konsumenten tyckte var viktiga för tortillabröd. Ju lägre medelranking desto viktigare.

I det sensoriska konsumenttestet genomfördes också en bedömning av basbrödet och ett glutenfritt bröd som finns på marknaden (GF1). Bröden rankades efter en hedonisk 9-gradig skala, *figur 2*. När det gäller utseendet var GF1 signifikant mer omtyckt än basbrödet. En 5:a på skalan innebar att tortillabrödet varken gillades eller ogillades mycket. Konsistensen var signifikant bättre hos basbrödet än för GF1. Konsumenterna fick också göra ett preferenstest. I det testet föredrog 59 % basbrödet och 41 % föredrog GF1.



Figur 2. Medelvärde av poängen för de olika parametrarna i det sensoriska testet av basbrödet och GF1. Signifikansnivåer: *= $p < 0,1$, ** = $p < 0,05$ och *** = $p < 0,01$.

4.2 Bakningsförsök

Nedan redovisas resultaten från de fysikaliska testerna samt färgmätningen som gjordes på tortillabröden i bakningsförsöket.

4.2.1 Diameter, höjd & vikt

Diametern på bröden skiljde sig inte signifikant åt för någon av variablerna. Bröden med mittennivån hade en diameter som var lik de andra bröden. Kontrollbrödet med vete hade lägre diameter.

När det gäller höjden på tortillabröden var standardavvikelsen hög (21-33 %) och den statistiska analysen visade inte på några signifikanta skillnader. Dock går det att se att höjden på bröden var något lägre för de bröden som var gräddade 4 minuter jämfört med de gräddade 5 minuter.

Tabell 2. De fysikaliska parametrarna för tortillabröden. Medelvärde för varje parameter samt stan-

Försök	Diameter (mm)	Höjd (mm)	Vikt (g)
Bovete 0 %	218±0,38	3,19±0,86	82,6±5,9
Bovete hög	219±0,32	2,92±0,78	76,0±7,4
Guarkärnmjöl låg	219±0,38	3,11±0,94	79,9±6,9
Guarkärnmjöl hög	218±0,30	3,01±0,70	78,9±7,9
Gräddning 4 min	219±0,39	2,88±0,94	80,7±7,6
Gräddning 5 min	218±0,31	3,21±0,67	78,2±7,1
Mittnivå	218±0,28	2,66±0,75	76,0±13
Vete	203	0,92±0,76	39,6±0,67
GF1	-	1,74±0,74	67,38±2,5
GF2	-	3,14±0,92	83,2±0,87

dardavvikelse

För de bröd med hög mängd bovete var vikten signifikant lägre. Även för bröden med hög mängd guarkärnmjöl sågs en minskning i vikt, dock inte signifikant. De bröd som hade mittnivån på alla variabler var lättast, något som visar att sambandet mellan vikt och variablerna inte var linjärt.

4.2.2 Textur

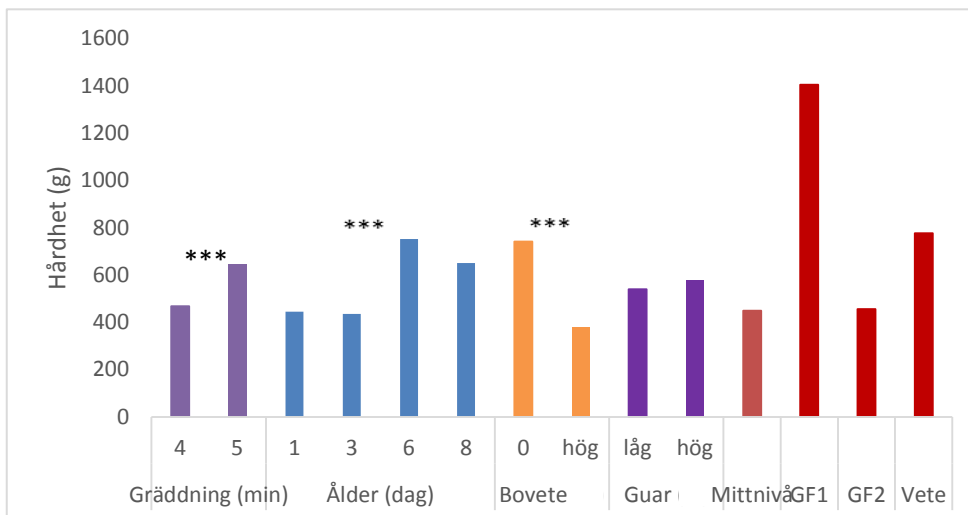
Texturen på tortillabrödet påverkar inte bara brödets användbarhet (elasticitet och tuggmotstånd) utan också konsumentens upplevelse av brödets färskhet varför det är en viktig parameter att mäta. Tortillabrödets textur testades objektivt genom två olika typer av texturmätningar. Dels punkterades bröden och dels sträcktes de ut. Mätningarna gav värde för maximal kraft som krävdes för att punktera tortillabröden (hårdhet), *bilaga 3*, respektive sträcka ut provet (motståndskraft mot utsträckning). De gav också ett värde för hur lång tid det tog innan brödet gick sönder vid punkteringen och sträckningen, elasticitet. Utifrån detta visas de viktigaste resultaten nedan.

Punktering

I *figur 3* visas medelvärdet av samtliga bröd för de olika variablerna. Hårdheten ökade signifikant dels då bröden gräddades den långa tiden (5 min) jämfört med den korta tiden (4 min), dels då brödets ålder ökade. Störst skillnad syntes mellan bröden förvarade 1 och 3 dagar respektive 6 och 8 dagar, där de bröden som förvarats längst var hårdast.

Till skillnad från tortillabröden med ökad gräddningstid och ökad ålder sjönk hårdheten på tortillabrödet signifikant då bovete tillsattes till degen. Hårdheten

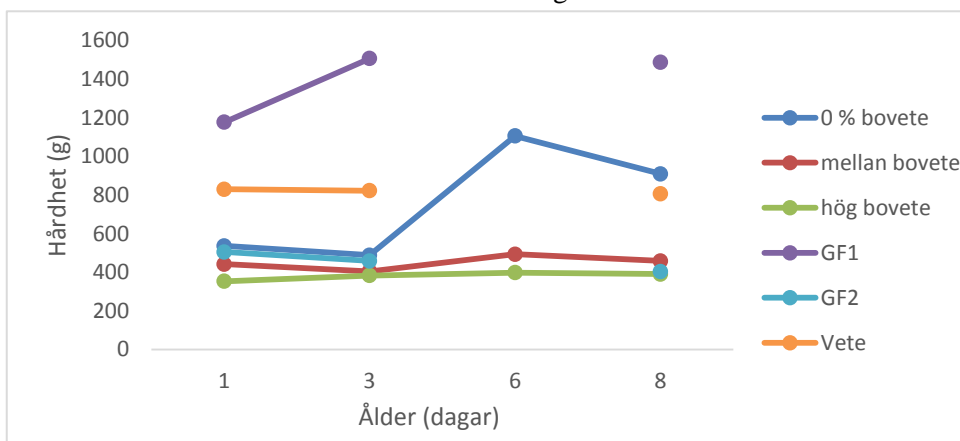
nästan halverades för de bröd som innehöll bovete jämfört med de som saknade bovete.



Figur 3. Hårdheten hos bröd vid punktering. Medelvärde av varje variabel visas. Signifikansnivåer: * = $p < 0,1$, ** = $p < 0,05$ och *** = $p < 0,01$.

När det gäller guarkärnmjöl sågs ingen skillnad i hårdhet beroende på vilken mängd som användes. Kontrollbrödet GF1 var hårdare än de andra bröden, GF2 däremot hade en lägre hårdhet och Vete låg mellan GF1 och GF2.

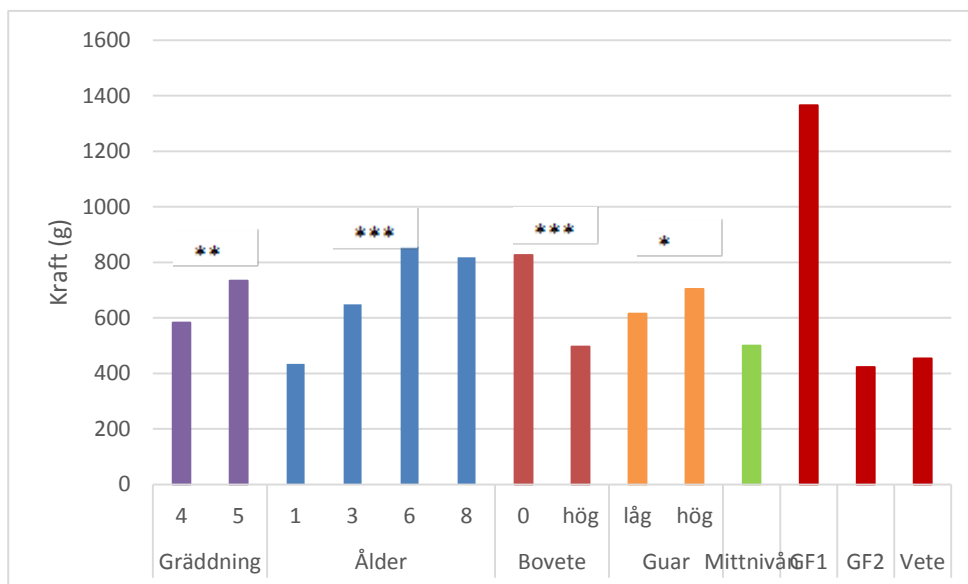
Det fanns ett samband mellan hur hårt brödet blev då det förvarades 1-8 dagar och mängden bovetemjöl i tortillabröden, *figur 4*. Bröden med 0 % bovete ökade mest i hårdhet då bröden förvarades i flera dagar. Tortillabröden med hög nivå av bovete ökade däremot enbart marginellt i hårdhet. Det sågs ingen stor skillnad i hårdhet mellan bröden med mellan nivå och hög nivå bovete.



Figur 4. Hårdheten på bröden förvarade olika lång tid och med olika stora mängder bovetemjöl. Kontrollerna GF1, GF2 och Vete visas också. Kontrollbröden mättes enbart dag 1, 3 och 8, därför saknas sträck mellan dag 3 och dag 8 för dessa bröd.

Töjbarhet

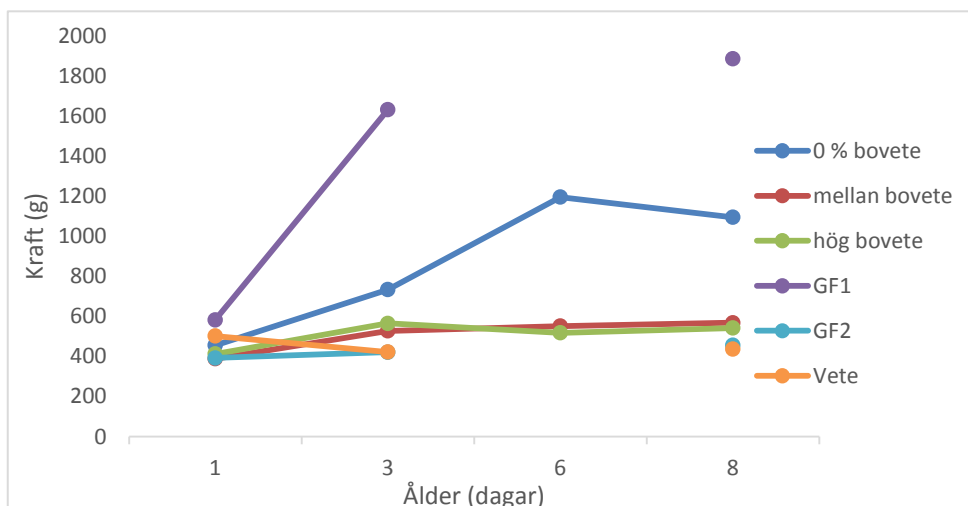
När det gällde hur mycket kraft som behövdes för att sträcka bröden så att de gick sönder, visades signifikanta skillnader för de tortillabröden som gräddats olika tider, de som innehöll respektive inte innehöll bovete samt åldern på bröden, *figur 5*.



Figur 5. Kraften som krävdes för att dra sönder bröden, medelvärde. Signifikansnivåer: *= $p < 0,1$, ** = $p < 0,05$ och *** = $p < 0,01$.

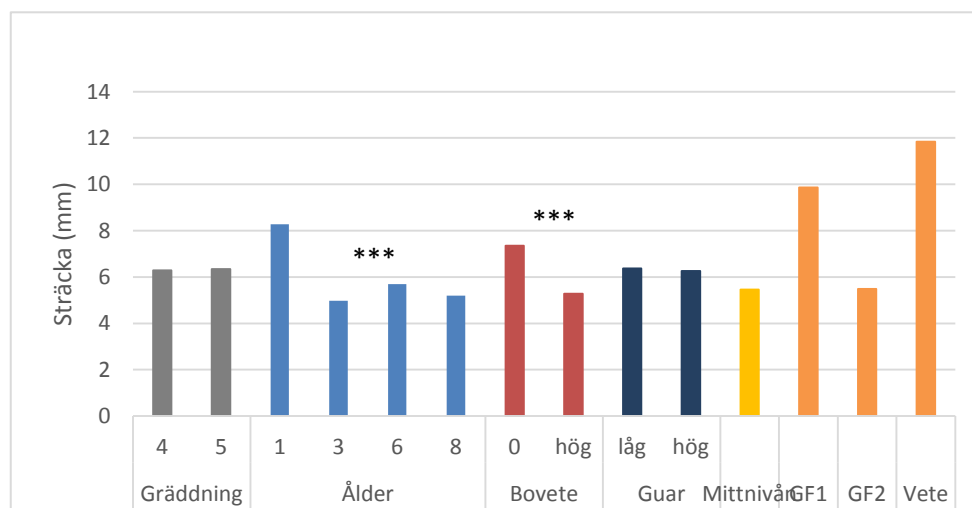
Kraften var större för de bröd som gräddades 5 minuter jämfört med 4 minuter. Tortillabröden med bovete gick sönder med en signifikant lägre kraft än de bröd som var bakade utan bovete. För guarkärnmjöl sågs inga signifikanta skillnader i kraften. När det gäller åldern på bröd krävde de minst kraft dag 1 och större kraft ju äldre bröden blev. Störst kraft krävdes för GF1 tortillabröden, flera av dessa bröd gick aldrig av då armarna som höll fast brödet nått sin ändpunkt. GF2 och vetetortillabrödet krävde ungefär samma kraft som mittnivån.

Även för kraften som behövdes för att sträcka tortillabrödet så att det gick sönder fanns ett samband mellan bovetetillsatsen och åldern på bröden, *figur 6*. Efter en dag krävdes ungefär lika stor kraft för att dra sönder samtliga bröd. Då bröden åldrades ökade kraften som krävdes för att ta sönder bröden för två av bröden, GF1 och 0 % bovete. Efter 3-8 dagar krävde de bröd som innehöll 0 % bovete signifikant mer kraft än de bröd som innehöll mellannivå samt hög nivå bovete.



Figur 6. Kraft som krävdes för att dra itu tortillabröden fördelat över de olika dagarna och med olika mängder bovetemjöl i tortillabröden. Kontrollbröden mättes enbart dag 1, 3 och 8, därför saknas sträck mellan dag 3 och dag 8 för dessa bröd.

Sträckan som provet kunde sträckas ut speglar elasticiteten hos brödet. Bröden var mest elastiska dag 1, *figur 7*. Ju äldre bröden blev desto signifikant kortare sträcka kunde de dras innan de gick sönder. Tillsats av bovete gjorde att brödet kunde sträckas en signifikant kortare sträcka än det brödet utan bovete. Bröden utan bovetemjöl var således mer elastiska. Mängden guarkärnmjöl och gräddningstid påverkade inte elasticiteten. Mittnivån var i samma område som det bröd med den högsta bovetetillsatsen. Det bröd som kunde sträckas längst och således var mest elastiskt var den vetemjölsinnehållande tortillan, därefter kom GF1.



Figur 7. Sträckan som de olika bröden kunde sträckas tills de gick sönder – elasticiteten. Medelvärden visas. Bröden kunde maximalt sträckas 15 mm, sedan avbröts mätningen. Signifikansnivåer: *= $p<0,1$, **= $p<0,05$ och ***= $p<0,01$.

4.2.3 Färg

Hur tortillabrödens färg påverkades av olika mängder bovete och guarkärnmjöl samt varierande gräddningstider visas i *tabell 3*. Precis som väntat var bröden utan bovete signifikant ljusare jämfört med de med hög nivå av bovete. Bröden med bovetetillsats var även signifikant rödare. Detta gällde också för de bröd där guarkärnmjölmängden var hög. Varken ljusheten eller gul/blåheten påverkades av mängden guarkärnmjöl. Gräddningstiden påverkade färgen på bröden mycket lite.

Tabell 3. Färgen på de olika tortillabröden enligt $L^*a^*b^*$, där L^* (0= svart, 100=vitt), -a= grönt, +a=rött och -b=blått, +b=gult. Värdena nedan är medelvärde av de tortillabröd med exempelvis 0 % eller hög nivå av bovete tillsatt. Signifikansnivåer: *= $p<0,1$, **= $p<0,05$ och ***= $p<0,01$

Prov	L^*	a^*	b^*
Bovete 0 %	77,50 ***	-0,065 ***	11,97
Bovete hög	71,34	2,12	12,79
Guar låg	74,44	0,93 **	11,98
Guar hög	74,40	1,13	12,78
Gräddning 4 min	74,20	1,03	12,49
Gräddning 5 min	74,64	1,03	12,26
Mellannivån	75,26	1,50	11,91
GF1	79,97	1,70	17,46
GF2	78,17	2,43	14,79
Vete	79,29	0,73	12,05

5 Diskussion

Nedan diskuteras betydelsen av de olika resultaten för en variabel i taget. Diskussionen avslutas med redogörelse för möjliga felkällor och förbättringar av bakaingsförsöket och även brödet som skulle kunna göras.

5.1 Testbakningen

I testbakningen visades att utseendet gick att förbättra för de glutenfria tortillabröden varför bovetemängd och gräddningstid varierades i bakaingsförsöket. I bakaingsförsöket varierades även mängden guar för att förbättra konsistensen och eftersom tillsats av bovetemjöl kunde tänkas påverka degens konsistens. Doft, smak och konsistens hamnade alla kring en 5:a, något som visar att brödet varken var väldigt bra eller väldigt dåligt. Det gick således att förbättra basbrödet även för dessa parametrar. Noteras kan att även det glutenfria (GF1) brödet som fanns på marknaden fick poäng i samma intervall som basbrödet.

5.2 Bakaingsförsöket

Bakaingsförsöket visade att främst bovetemjölet påverkade olika parametrar som mättes. En av dem var hårdheten på brödet, som blev lägre då bovete ingick i receptet.

5.2.1 Bovete påverkade flera parametrar

Bröden med hög mängd bovete hade signifikant lägre höjd och vikt än de tortillabröd utan bovete. En anledning till den låga höjden kan vara att denna deg var mindre klistrig och enklare att hantera. Tortillabröden kunde därmed kavlas tunnare och blev därför också lättare. En annan orsak till att bovetebröden var tunnare kan vara att de innehåller mer kostfiber, något som kan minska gasansamlingen vid gräddningen. Bröden utan bovetetillsats kunde lättare ansamla gas vilket kan ha lett till att det fick en högre volym och höjd. I Barros *et al.* (2010) studie, där

tortillabröd baserade på vetemjöl jämfördes med fullkornsvetemjölsbaserade tortillabröd, sågs en lägre höjd hos de tortillabröd som innehöll fullkorn. Fullkornsbröden innehöll dessutom mindre mängd vatten, trots att de krävde tillsats av mer vatten under baktprocessen. Bovetebrödets låga vikt kan förklaras av att de är tunnare men kanske också av att de innehöll mindre vatten. Eftersom de var tunnare avgav de lättare vattenånga under gräddningen.

När det gäller hårdheten på tortillabröden var den signifikant lägre för de bröd som innehöll höga bovetemängder. I en studie av Wronkowska (2013) tillsattes bovete till glutenfria mjölmixer. Även här gjorde bovetet att bröden blev mindre hårda jämfört med de bröd som inte innehöll bovete utan mestadels var baserade på stärkelse.

Då bröden sträcktes i texturmätningen gick de bröd med bovete sönder av en signifikant lägre kraft än de bröd som var bakade utan bovete. Bovetebröden kunde inte heller sträckas lika långt som de tortillabröd utan bovete. Bröden utan bovete var således mer elastiska än de bröd som innehöll bovete. Detta kan bero både på bovetemjölets sammansättning men också att då bovete tillsattes till degen minskades mängden vetestärkelse. Denna förändring i proportioner är något som kan ha påverkat brödet.

Att bröden med bovetemjöl var signifikant ljusare och rödare stämmer väl överens med resultat från en studie av Weonkowska (2013) där glutenfritt bröd med tillsats av olika mängder bovetemjöl (10-40 % av torrvikten) bakades. Ju mer bovetemjöl desto mörkare blev brödskorpan och rödaktigheten ökade också. I Weonkowska (2013) ökade även gulheten signifikant något som även sågs i denna studie men som inte kunde säkerställas statistiskt. Även Mariotti *et al.* (2013) fann att tillsats av 40 % bovete (baserat på mjölmängden) till kommersiella glutenfria brödmixer påverkade färgen. Bovetet gjorde att brödet blev signifikant mindre vitt medan rödaktigheten ökade. Tortillabröden minskade också signifikant i blåhet (Mariotti *et al.*, 2013).

5.2.2 Bovete och ålder

Bröden med inget bovete ökade mest i hårdhet då bröden förvarades i 1-8 dagar. Tortillabröd med hög nivå av bovete ökade däremot enbart marginellt i hårdhet. Detta sågs också i en studie av Wronkowska *et al.* (2013) där bröd med tillsats av bovete (10-40 %) ökade signifikant i hårdhet de första 24 timmarna och därefter avstannade i hårdhetsökning. Ju mer bovete bröden innehöll desto mer avstannade hårdhetsökningen. I detta magisterarbete däremot sågs ingen skillnad i hårdhet hos bröden med mellan och hög nivå av bovete.

Liknande resultat sågs också i en studie av Mariotti *et al.* (2013) där bovete-mjöl tillsattes till två olika kommersiella glutenfria brödmixer. Den första mixen innehöll olika sorters stärkelse (majs, tapioka, potatis), rismjöl samt salt och socker. Den andra mixen innehöll majsstärkelse, mjölkpulver, socker, psylliumfröskal, guarkärnmjöl och maltodextrin. Brödet baserat på den första brödmixen ökade i hårdhet nästan 20 gånger. Då bovete tillsattes till mixen ökade hårdheten enbart 5,4 gånger under samma tidsperiod. Den andra brödmixen, som var mjukare från början på grund av de tillsatta hydrokolloiderna (psylliumfröskal och guarkärnmjöl), ökade mindre i hårdhet under lagring. I detta bröd gjorde tillsatsen av hög nivå bovete att brödet blev hårdare redan efter 3h och sedan ökade hårdheten ytterligare under lagring. En förklaring kan vara att luftbubblorna i detta bröd, på grund av hydrokolloiderna och mjölken, var större vilket gjorde att brödet kollapsade då det jäste och gräddades, något som ledde till en lägre volym på brödet och en hårdare textur. Bröden som bakades på den första mixen hade en mer homogen storlek på luftbubblorna vilket gjorde att de klarade av den volymökning som skedde då jästen bildade koldioxid och då luftånga skapades under jäsningen och gräddningen av brödet.

Beroende på sammansättningen av ingredienser i bröden verkar det som att bovete kan både fördröja och påskynda att ett bröd blir hårt. En möjlig förklaring till att bröd utan bovete mjöl åldras snabbare kan vara att de innehåller mer stärkelse. Ju mer stärkelse som finns desto mer stärkelse kan retrogradera och göra att brödet blir hårt (Mariotti *et al.*, 2013). Bröden med bovete däremot innehåller mer kostfiber vilket gör degen mer viskös, något som kan göra att åldrandet fördröjs (Mariotti *et al.*, 2013).

5.2.3 Mängden guarkärnmjöl påverkade inte tortillabröden

Bröden med hög mängd guarkärnmjöl var signifikant tunnare än de med låg nivå guarkärnmjöl, de vägde också mindre. Detta beror troligtvis på att guarkärnmjölet gjorde degen mer lättarbetad och mindre klistrig. Tortillabröden kunde därmed kavlas tunnare.

När det gäller texturmätningen och kraften som krävdes för att punktera bröden samt sträckan som bröden kunde dras innan de gick sönder sågs ingen signifikant skillnad mellan bröden med olika mängd guarkärnmjöl. Detta kan bero antingen på att mängden guarkärnmjöl inte hade någon betydelse för brödets hårdhet, eller mer troligt att skillnaden i de olika guarkärnmjölsnivåerna var för liten för att påverka brödets hårdhet.

När det gäller färgen på bröden med guarkärnmjöl påverkades varken ljusheten eller blåaktighet/gulaktighet nämnvärt av mängden som var tillsatt. Däremot ökade rödheten signifikant. I en studie av Anton *et al.* (2009) visades att tillsats av guarkärnmjöl gjorde vetemjölsbaserade tortillabröd med pintobönor (*Phaseolus vulgaris*) signifikant ljusare. Guarkärnmjöl var då tillsatt i mängderna 0,5 och 0,75 g/100g, vilket är en större mängd än i bakningsförsöket i denna magisteruppsats. Om mer guar använts i de glutenfria tortillabröden kunde färgen tänkas bli ljusare. Anledningen till att så låga mängder guarkärnmjöl användes var att större mängder testats tidigare och då lett till allt för sega tortillabröd.

5.2.4 Gräddningstid

Gräddningstiden påverkade kraften som krävdes för att punktera respektive sträcka ut tortillabröden. Ju längre gräddningstid desto hårdare tortillabröd och desto mer kraft krävdes för att sträcka provet. Detta kan bero på att ju längre brödet var i ugnen desto mer fukt avgavs och därmed ökade hårdheten på brödet. Elasticiteten på bröden påverkades däremot inte av gräddningstiden. Gräddningstiden påverkade färgen på bröden mycket lite.

5.2.5 Mittnivån

De tortillabröd som innehöll mittnivån av alla variabler placerade sig inte mitt emellan högsta och lägsta nivån i de olika utvärderingarna av bröden när det gäller höjd och vikt. Således är sambanden inte linjära. För diametern på bröden var mängden guarkärnmjöl proportionerlig mot diametern. I texturmätningarna visades inte heller att mittnivån hade ett linjärt samband, förutom för mängden bovetemjöl och kraft som krävdes för att punktera bröden. Mittnivån gav tunnast och lättast bröd. Hårdheten och kraften som krävdes för att dra sönder tortillabrödet var lika med ett glutenfritt tortillabröd (GF2) på marknaden. Hårdheten ökade inte då brödet förvarades 1-8 dagar. Brödet var mindre elastiskt än vetekontrollbrödet men lika med GF2. När det gäller färgen låg det förhållandevis nära vetekontrollen även om brödet med inget bovete var närmare. Detta bröd kan det vara intressant att jobba vidare med i utvecklingen av ett glutenfritt tortillabröd.

5.2.6 Åldrande av tortillabröd

Wronkowska *et al.* (2013) visade att glutenfria bröd blev fastare och hårdare då de åldrades. Störst skillnad i hårdhet sågs i denna studie mellan bröden då de var nybakta och en dag gamla. Eftersom bröden i detta magisterarbete enbart mättes efter en dag är det troligt att hårdheten skulle varierat kraftigare om även dessa bröd mätts då de var nybakade. Hårdheten kan bero dels på att brödet åldrats och stärkelsen retrograderat men också att tortillabröden är sega, något som är en positiv egenskap hos tortillabröd.

5.2.7 Jämförelse med kontrollbröd

I jämförelse med det veteinnehållande referensbrödet var samtliga glutenfria tortillabröd större i diameter, tjockare och tyngre. Trots att glutenfria bröd ofta är vitare än vanliga vetemjölsinnehållande bröd var de här mörkare. De var också mindre hårda och mindre elastiska. Det finns således ytterligare förbättringar att göra för dessa bröd.

Bröden utan bovete var närmst målet vanliga tortillabröd när det gäller ljusheten på bröden. De bröd som bakades med mellannivån av samtliga variabler var något mörkare än veterreferensen och de var även något rödare än veterreferensen.

5.3 Felkällor

Vid bakning är det många parametrar som spelar in och det är svårt att få två bröd som är helt identiska. I bakningsförsöket var så många parametrar som möjligt standardiserade men trots detta fanns det parametrar som varierade och som kan tänkas påverka det slutliga resultatet på brödet. Bröden bakades två olika dagar, där samtliga varianter bakades båda dagarna. Ordningen som bröden bakades i borde varit randomiserat, istället bakades de i försöksordningen första dagen, andra dagen bakades de i omvänd ordning. Vissa bröd var således bakade på morgonen och andra på kvällen, detta kan ha påverkat texturmätningen eftersom bröden vid första mättillfället då var allt från 12-24 h gamla. Störst skillnad i textur på de glutenfria tortillabröden kan förväntas ske under de första 1-2 dygnet varför en 12 h skillnad i ålder kan ha påverkat resultatet.

För att få en standardiserad vikt på bröden vägdes varje degbit innan den kavlades ut. Då tortillabröden kavlats och stansats ut blev det deg över vid sidorna som slängdes. Således vägde alla bröd inte exakt lika mycket, däremot var diametern densamma på alla bröd. Vissa bröd var dessutom svåra att kavla eftersom degen var väldigt klistrig och kladdig, dessa bröd blev ojämnare i tjocklek och även tjockare än de andra bröden något som kan påverka främst texturmätningen.

Då tortillabröden bakades gjordes en 2 kg stor sats, endast ett tortillabröd kunde bakas i ugnen i taget. Detta betyder att vissa bröd fick jäsa på bakbordet en längre tid än andra. De bröd som jästes längst kan då ha både jäst mera och hunnit torka ut innan de gräddades.

Efter första dagen av bakning tog bakpulvret slut och andra dagen användes ett annat bakpulver, som förutom bas och syra också innehöll potatismjöl. Detta kan ha påverkat resultaten.

När det gäller texturmätningarna av kontrollbröden var dessa bröd nya från sin förpackning då de mättes dag 1. Bröden från bakaöversöket däremot var 12-24 h gamla. Detta kan påverka resultatet i texturmätningen. Trots att dessa bröd var nyare än kontrollbröden hade de varit förpackade i rumstemperatur i plastpåse något som kan göra att de åldrats fortare än kontrollbröden som antingen varit frysta eller förvarade i modifierad atmosfär sedan produktionstillfället. Vilka bröd som drar fördel av detta är svårt att säga.

I det sensoriska testet fick deltagarna prova enbart tortillabröd. De rankade då smaken som viktigaste egenskap hos brödet. Om de istället fått testa bröden så som de egentligen äts, det vill säga med fyllning i, kanske de gjort en annan bedömning och uppskattat andra egenskaper hos brödet än vad de gjorde nu. Kanske är inte smaken så viktig när bröden är fyllda.

5.4 Förbättringar

Ett sätt att mäta tortillabröds flexibilitet är att mäta rullbarheten. Bröden rullas då kring en träpinne 1 cm i diameter och bedöms på en femgradig skala efter hur mycket brödet krackelerar. Tanken var att ett rullbarhetstest skulle genomföras i detta magisterarbete men eftersom de flesta bröden i bakaöversöket redan efter 5-10 h blivit så pass hårda att de var svåra att rulla gjordes bedömningen att rullbarhetstestet skulle utgå. Eftersom tortillabröden åldrades fort så vore det bra att mäta dem med texturmätaren redan några timmar efter baktillfället då de vid mät-dag 1 i redan hunnit bli hårda. Därför var skillnaden mellan de olika dagarna inte lika stor som den kunde varit.

Det var troligtvis för små skillnader mellan guarkärnmjöl-nivåerna för att det skulle ge någon effekt i analyserna. Dock märktes det att degen med mer guarkärnmjöl var lättare att kavla och därför blev jämnare i tjocklek i jämförelse med de bröd där guarmängden var låg. Dessa degar var väldigt kladdiga och därmed svåra att kavla ut.

I testbakningen genomfördes ett sensoriskt test på en konsumentpanel. Det var ett beskrivande test som egentligen ska göras av en tränad panel. Det går att träna panelen vid provtillfället men detta var inte möjligt för panelen som användes i denna magisteruppsats. I den undersökningen tyckte konsumenterna att smaken

vara viktigaste egenskapen hos tortillabröd. Ett sensoriskt test av tortillabröden med bovete hade därför varit bra att genomföra. Bovete har nämligen en karakteristisk smak som kanske inte uppskattas av alla. I en studie av Wronkowska et al (2008) visades att tillsats av bovete (10 % - 50 %) gav bröden högre poäng i ett sensoriskt test och därför kan bovete användas för att förbättra smaken av glutenfritt bröd som annars kan smaka ganska trist och vara smaklöst. Helhetsintrycket av brödet i denna studie var bäst då brödet innehöll hög nivå av bovete. Tillsats av bovete ökar inte bara sensoriska egenskaper hos glutenfria brödet utan förbättrar även dess näringsvärde till exempel som ett välkommet proteintillskott. Det skulle vara intressant att testa baka bröd med lägre mängd bovetemjöl än i denna magisteruppsats, och se hur elasticiteten och hårdheten på bröden påverkades av detta.

6 Slutsats

- Bovetemjöl gjorde tortillabröden mindre hårda då de förvarades 1-8 dagar i rumstemperatur. Bröd med bovete var även mindre elastiskt än bröd utan bovete
- För att se någon skillnad på tortillabröden med olika guarkärnmjölsmängd hade större skillnader mellan nivåerna behövts användas
- Gräddningstiden påverkade enbart tortillabröden marginellt
- Samtliga glutenfria bröd var större i diameter, tjocka, tyngre och mörkare än vetetortillan som användes som kontroll. De glutenfria bröden i bakkingsförsöket var också mindre hårda och inte lika elastiska som vetetortillan.
- De bröd som innehöll mittnivån av alla parametrar (bovete, guarkärnmjöl och gräddningstid) verkade lovande och det skulle vara intressant att göra en sensoriska analys av dessa.

Tack till!

Jag vill tacka min handledare på SLU, Annica Andersson och handledarna på Finax AB, Johan Lundgren och Magdalena Bergh för stöd och hjälp under arbetets gång. Tack också till Jeanette Purhagen på Perten Instruments för lån av texturmätare och hjälp med mätningarna. Liselott Jordow, tack för hjälpen med den sensoriska delen. Tack till Hushållningssällskapet i Kristianstad för stipendiet. Slutligen tack till personalen på Finax AB som gjorde min tid där trivsamt.

Referenser

- Albinsson, B., Wendin, K. & Åström, A. (2010). *Sensoriska tillämpningar inom industrin*. SIK-Rapport: 791. Göteborg, SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik AB.
- Anton, A. A., Lukow, O. M., Fulcher, R. G. & Arntfield, S. D. (2008). Shelf stability and sensory properties of flour tortillas fortified with pinto bean (*Phaseolus vulgaris L.*) flour: Effects of hydrocolloid addition. *Food Science and Technology* 42, 23-29.
- Barros, F., Alviola, J. N. & Rooney, L.W. (2010). Comparison of quality of refined and whole wheat tortillas. *Journal of Cereal Science* 51, 50-56.
- Bejosano, F. P., Joseph, S., Miranda Lopez, R., Kelekci, N. N. & Waniska, R. D. (2005). Rheological and sensory evaluation of wheat flour tortillas during storage. *Cereal chemistry* 82, 256-263.
- Ciclitira, P. J. & Ellis, J. H. (2010). Classification of proteins in cereal grains: What is toxic and how is it measured in foods. I Gallagher, E. (red) *Gluten-free food science and technology*. Singapore: Wiley-Blackwell, ss. 28-41.
- Codex alimentarius (1979). CODEX STAN 118-1979: *Codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten*. Reviderad 2008. Joint FAO/WHO Food standards programme, Codex alimentarius commission, Rom.
- Delcour, J. A. & Hoseney, R. C. (2010). *Principles of cereal science and technology*. AACC international press, USA.
- Dubé, C., Rostom A., Sy, R., Cranney, A., Saloojee, N., Garrity, C., Sampson, M., Zhang, L., Yazdi, F., Mamaladze, V., Pan, I., Macneil, J., Mack, D., Patel, D. & Moher, D. (2005). The prevalence of celiac disease in average-risk and at-risk western European populations: A systematic review. *Gastroenterology* 128, 57-67.
- Fasano, A., Berti, I., Gerarduzzi, T., Not, T., Colletti, R. B., Drago, S., Elitsur, Y., Green, P. H. R., Guandalini, S., Hill, I. D., Pietzak, M., Ventura, A., Thorpe, M., Kryszak, D., Fornaroli, F., Wasserman, S. S., Murray, J. A. & Horvath, K. (2003). Prevalence of celiac disease in at-risk and not-risk groups in the United States. *American Medical Association* 163, 286-292.
- Fazer (2011-02-23). *Klassiker i topp när svenskarna väljer vardagsmat*. Pressmeddelande. <http://www.fazer.se/News/Country-Specific-PR/2011-COUNTRY-SPECIFIC-PR/Klassiker-i-topp-nar-svenskarna-valjer-vardagmat/> [2014-05-06]
- Finax (2014). *Glutenfritt som smakar och gör gott*. http://se.finax.com/product_category/glutenfritt-2/ [2014-05-06]
- Gallagher, E., Gormley, T.R. & Arendt, E. K. (2003). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology* 15, 143-152.

- Ivarsson, A., Persson, L. A., Nyström, L., Ascher, H., Cavell, B., Danielsson, L., Dannaeus, A., Lindberg, T., Lindquist, B., Stenhammar, L. & Hernell, O. (2000). Epidemic of coeliac disease in Swedish children. *Acta Paediatrica* 89, 165-171.
- Jordbruksverket (2013-08-09). *Jordbruket i siffror – I Sverige odlades under år 2013 drygt 70 hektar bovete*. <http://jordbruketisiffror.wordpress.com/2013/08/09/i-sveriges-odlas-under-ar-2013-drygt-70-hektar-bovete/> [2014-05-14]
- Jordbruksverket (2014-05-05). *Jordbruket i siffror – Arealer och skördar av vete de senaste 100 åren*. <http://jordbruketisiffror.wordpress.com/2014/05/05/arealer-och-skordar-av-vete-de-senaste-100-aren/> [2014-05-14]
- Kelekci, N. N., Pascut, S. & Waniska, R.D. (2003). The effects of storage temperature on the staling of wheat flour tortillas. *Journal of Cereal Science* 31, 377-380.
- Lazaridou, A. & Biliaderis, C. G. (2009). Gluten-free doughs: Rheological properties, testing procedures- methods and potential problems. I Gallagher E. (red) *Gluten-free food science and technology*. Singapore, Wiley-Blackwell Gallagher, ss. 52-82.
- Lorentz, K. & Dilsaver, W. (1982). Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch – Physico-chemical properties and functional characteristics. *Starch/stärke* 7, 217-220.
- Maki, M. Mustalahti, K., Kokkonen, J., Kulmala, P., Haapalahti, M., Karttunen, T., Iionen, J., Laurila, K., Dahlbom, I., Hansson, T., Höpfl, P. & Knip, M. (2003). Prevalence of celiac disease among children in Finland. *The New Journal of Medicine* 348, 2517-2524.
- Mariotti, M., Ambrogina Pagani, M. & Lucisano, M. (2013). The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. *Food Hydrocolloids* 30, 393-400.
- Moore, M. M., Schober, T. J., Dockery, P. & Arendt, E. K. (2004). Textural comparisons of gluten-free and wheat-based doughs, batters, and breads. *Cereal Chemistry* 81, 567-575.
- Murray, J. A. (1999). The widening spectrum of celiac disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 69, 354-365.
- Naturhistoriska riksmuseet (2013). *Den virtuella floran*. <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/faba/welcome.html> [2014-05-10]
- Qarooni, J. (1996). *Flat bread technology*. USA, Chapman & Hall.
- Schober, T. J. (2010). Manufacture of gluten-free specialty breads and confectionery products. I Gallagher, E. (red) *Gluten-free food science and technology*. Singapore, Wiley-Blackwell, ss. 130-180.
- Stone, H. & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices*, Italy, Elsevier academic press.
- Waniska, R. D. (1999). Perspectives on flour tortillas. *Cereal Foods World* 44, 471-473.
- Wronkowska, M., Haros, M. & Soral-Smietana M. (2013). Effect of starch substitution by buckwheat flour on gluten-free bread quality. *Food Bioprocess Technology* 6, 1820-1827.
- Zandonadi, R. P., Assuncao Botelho, R. B. & Coelho Araujo, W. M. (2009). Psyllium as a substitute for gluten in bread. *Journal of American Dietetic Association* 109, 1781-1784.

Bilaga 1 –Formulär för sensoriktestet

Provsmakning av tortillabröd

Läs igenom detta papper innan du börjar med provsmakningen och fråga om du undrar något.

Du kommer att provsmaka två olika bröd, A och B. Det är viktigt att du betygsätter bröden själv utan att prata med de andra i rummet.

- Smaka först på prov A.
- Vad tycker du om prov A? Ringa in en siffra mellan 1-9 där 1=ogillar väldigt mycket och 9= gillar väldigt mycket.
- Smaka sedan på prov B
- Vad tycker du om prov B? Ringa in en siffra mellan 1-9 där 1=ogillar väldigt mycket och 9= gillar väldigt mycket.
- Sedan kommer du få rangordna vad du tycker är viktigast då du köper tortillabröd
- Till sist får du smaka på både prov A och B. Jämför och ringa in vilket bröd du gillade bäst, prov A eller prov B.
- Under övriga kommentarer får du gärna skriva varför du gillar/ogillar bröden, hur du vill att exempelvis konsistens eller smaka vara.

Vänligen fyll i nedanstående uppgifter:

Vilken är din KOD:.....

Är du själv glutenintolerant? (ringa in svaret) JA NEJ

Om du svarade Nej vem i din familj är glutenintolerant?

.....

Var god lämna in formuläret efter genomfört test.

Tack för ditt deltagande!

Louise Rolander

Prov A

Ringa in den siffra du tycker stämmer överens med brödet.

Utseende	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om
Doft	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om
Smak	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om
Konsistens	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om
Totalt gillande	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om

Prov B

Ringa in den siffra du tycker stämmer överens med brödet.

Utseende	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om
Doft	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om
Smak	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om
Konsistens	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1= Ogillar väldigt mycket				5= Varken eller				9= Tycker väldigt mycket om

Bilaga 2

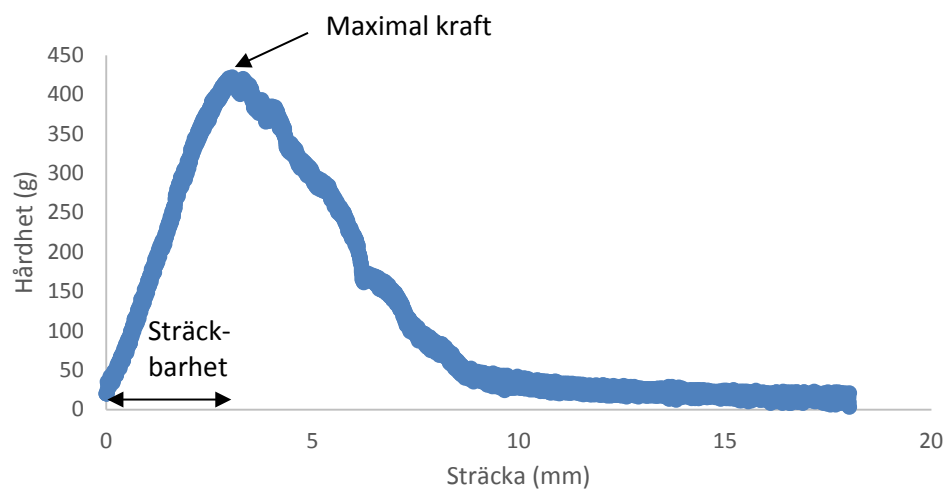
Tabell 4. Inställningar för punkteringstest

Single cycle compression	
Sample height	3,0 mm
Headroom above object	8,0 mm
Compression distance	30,00 mm
Pre-test speed	6,0 mm/s
Test speed	1,7 mm/s
Posttest speed	10,0 mm/s
Trigger force	20 g
Data rate	200 pps
Load cell	7 kg

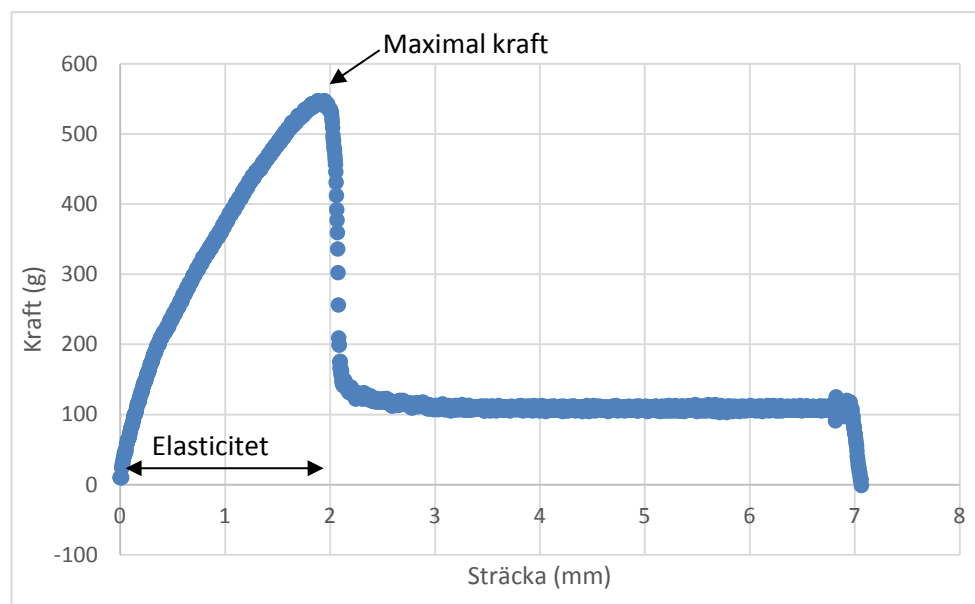
Tabell 5. Inställningar för sträckbarhetstestet

Single cycle tensile	
Sample height	40,0 mm
Extension distance	15,0 mm
Pre-test speed	1,0 mm/s
Test speed	1,7 mm/s
Posttest speed	10,0 mm/s
Trigger force	5 g
Data rate	333 pps
Load cell	7 kg

Bilaga 3



Figur 8. Punkteringsdiagram över tortilla.



Figur 9. Töjbarhetstest av tortillabröd

Bilaga 4 – Populärvetenskaplig sammanfattning

Tacos är en populär maträtt i svenska hushåll. De mjuka tortillabröd som säljs i Sverige idag är ofta baserade på vetemjöl. Det finns mjuka majstortillabröd men de innehåller förutom majsmjöl också vetemjöl. I Sverige är ungefär 1 av 100 personer

glutenintoleranta och kan därför inte äta mat som innehåller vete, korn, råg och ibland även havre. För dessa personer har det länge saknats en glutenfri variant av mjuka tortillabröd. I det här magisterarbetet har därför ett mjukt glutenfritt tortillabröd utvecklats.

Vid vanlig bakning av bröd baserat på vetemjöl är det glutenproteinerna som gör att degen blir seg och elastisk. Det är också tack vare gluten som brödet blir luftigt och får en hög volym. Vid glutenfri bakning saknas det strukturgivande glutenproteinerna vilket gör att glutenfritt bröd ofta har lägre volym och smular lättare än vanligt bröd. För att efterlikna glutenstrukturen kan olika förtjockningsmedel användas. Guarkärnmjöl är ett sådant förtjockningsmedel som gör degen mer lättarbetad och som gör att brödet kan få hög volym.

Glutenfritt bröd är ofta baserat på olika former av stärkelse exempelvis vetestärkelse som innehåller mindre än 20 mg gluten/kg, vilket är gränsen för vad som får kallas glutenfritt. Majsstärkelse, majsmjöl, ris mjöl, potatismjöl och bovetemjöl är också vanligt förekommande. För att utveckla glutenfria tortillabröd provbakades olika recept med olika kombinationer av stärkelser och mjöl. Vattenmängden varierades också för att hitta den mängd som var bäst.

För att kunna ta fram ett användbart och uppskattat tortillabröd är det bra att veta vad det är som gör ett tortillabröd bra. För det första ska det vara rullbart och kunna fyllas med olika typer av mat, det ska se fint ut och varken vara för segt eller för smuligt. Dessutom spelar smaken också roll för upplevelsen av tortillabrödet. Tortillabrödet ska slutligen kunna behålla sin färskhet då det förvaras i flera dagar i förpackningen. Då bröd förvaras i rumstemperatur åldras det och brödet förlorar smak och blir hårdare.

För att ta fram ett bra tortillabröd bakades först många olika recept. Det bästa brödet testades på en konsumentpanel där de flesta var glutenintoleranta. För att förbättra detta bröd ytterligare gjordes ett baka försök där mängderna guarkärnmjöl och bovetemjöl varierades. Gräddningstiden varierades också. Dessa

bröd utvärderades genom att diameter, vikten och höjden mättes. En texturmätare mätte också hur hårda och elastiska bröden blev då de förvarades i 1-8 dagar. Färgen på bröden mättes också.

Resultatet av konsumenttestet visade att konsumenterna tyckte smaken var viktigaste egenskapen hos tortillabröd. Bröd baserade på majs var därför inte aktuellt eftersom de fick en oönskad eftersmak. För bröden som sedan bakades med olika ingredienser och gräddningstider visade det sig att tortillabröden blev hårdare ju längre tid de gräddades och ju fler dagar de förvarades. Tortillabröden som innehöll bovete däremot var mindre hårda dag 1 och de blev hårda långsammare än bröden utan bovete. Bröden utan bovete blev nästan dubbelt så hårda när de förvarats 8 dagar. När bröden förvarades 1-8 dagar blev de mindre elastiska med tiden. Bröden med bovete var mindre elastiska än bröden utan bovete. När det gäller färgen var bröden med bovete mörkare än bröden utan bovete. Bröden med störst mängd guarkärnmjöl var också rödare än de andra bröden.

Tillsats av bovetemjöl gjorde alltså att det tog längre tid för tortillabröden att bli hårda men det gjorde också tortillabröden mindre elastiska. Mängden guarkärnmjöl var för låg för att påverka tortillabröden. Gräddningstid gav inte heller någon stor effekt på de olika mätmetoderna. Samtliga glutenfria bröd som bakades var större i diameter, tjockare, tyngre och mörkare än de vetetortillabröd som användes som jämförelsematerial i denna uppsats.

Slutsatsen blev att de bröd som innehöll en mellannivå av samtliga ingredienser och gräddningstid verkade lovande och det skulle vara intressant att låta en panel smaka på dessa bröd. Bovete har nämligen en speciell smak som inte gillas av alla.