



Kandidatuppsats i livsmedelsteknik  
Lunds universitet  
Institutionen för Processteknik och tillämpad biovetenskap  
Avdelning för livsmedel och läkemedel

## **Hur påverkar olika surdegar bröds egenskaper?**

2024-05-31

Elin Andersson, Linda Schönbeck

## Abstract

This work aimed to investigate how the amount of microorganisms in a sourdough changes depending on the grain it is fed with, and whether the cultivation method of the grain has an impact. Furthermore, the impact of the different sourdoughs on the baking properties of bread was investigated.

The study was carried out on two different sourdoughs, one that was industrially produced and one that was spontaneously fermented. The work was divided into two parts. First, a microbiological analysis was carried out on three types of agar, PCA - total count, MRS - lactic acid bacteria, and MA - yeast and molds, of the original sourdoughs. These were then distributed in different jars before being renewed daily for 32 days by feeding organic or conventionally grown wholemeal rye flour or wholemeal wheat flour. A new microbiological analysis was then carried out before starting part two of the study.

Part two of the study was to bake bread with the different sourdoughs and analyze any differences in texture and volume between the bread. Baking took place in the same environment in which the sourdoughs were stored and three loaves of each sourdough were baked.

The initial microbiological investigations showed a significant difference in the total number of microorganisms, yeasts and molds, and lactic acid bacteria between the spontaneously fermented and industrially produced sourdough. The spontaneously fermented sourdough contained more microorganisms on all tested agars. After 32 days, there were few significant differences between the sourdoughs, but there were some significant differences between conventional and organically grown flour.

The volume measurement of the bread showed only one significant difference between the sourdoughs, and the texture measurement showed only one significant difference between conventional and organic flour.

Further studies are recommended in this area, for example by identifying which strains that are present in the sourdough and how these change over time depending on which grain, and how it has been grown, the sourdough is renewed with. Furthermore, research into the influence of storage temperature on the microbiological content of sourdough is also recommended.

## Sammanfattning

Detta arbete syftade till att undersöka hur antalet mikroorganismer i en surdeg förändras beroende på vilket spannmål den förnyas med, och om odlingsmetoden av spannmålet har en inverkan. Vidare undersöktes surdegarnas inverkan på bröds bakegenskaper.

Undersökningen skedde på två olika surdegar, en som var industriellt tillverkad och en som var spontanjäst. Arbetet delades upp i två delar. Först gjordes en mikrobiologisk analys på tre sorters agar, PCA - total antal, MRS - mjölksyrabakterier och MA - jäst och mögel, av grundsurdegarna. Därefter fördelades dessa i olika burkar innan de dagligen förnyades i 32 dagar med ekologiskt eller konventionellt odlat fullkornsrågmjöl eller fullkornsvetemjöl. Därefter gjordes en ny mikrobiologisk analys innan del två av arbetet påbörjades.

Del två av arbetet bestod av att baka bröd med de olika surdegarna och analysera eventuella skillnader i textur och volym. Bakningen skedde i samma miljö som surdegarna förvarats i och tre bröd av varje surdeg bakades.

De inledande mikrobiologiska undersökningarna visade en signifikant skillnad i total antal mikroorganismer, jäst och mögel samt mjölksyrabakterier mellan den spontanjästa och den odlade surdegen. Den spontanjästa innehöll fler mikroorganismer på samtliga testade agar. Efter 32 dagar fanns det få signifikanta skillnader mellan surdegarna, däremot fanns vissa signifikanta skillnader mellan konventionellt och ekologiskt odlat mjöl.

Volymmätning av bröden visade endast på en signifikant skillnad mellan surdegarna, och texturmätningen visade endast på en signifikant skillnad mellan konventionellt och ekologiskt odlat mjöl.

Vidare undersökningar rekommenderas att göras inom området, exempelvis genom att identifiera vilka stammar som finns i surdegen och hur dessa förändras över tid beroende på vilket spannmål, och hur detta har odlats, surdegen förnyas med. Vidare är forskning om lagringstemperaturens påverkan på surdegens mikrobiologiska innehåll också att rekommendera.

## Förord

Detta examensarbete är en avslutning på våra treåriga studier i kandidatutbildning i livsmedelsteknik på Lunds Tekniska Högskola.

Vi vill tacka vår handledare Birgitta Åsman, för information och support under arbetets gång, samt Maria Glantz, vår examinator. Vi vill även rikta ett tack till övriga lärare på institutionen som hjälpt oss med arbetet.

Vidare vill vi tacka Lantmännen Cerealia, Malmö och Anna Jönsson som bidragit med mjöl till arbetet samt kunskapsdelning.

## Innehållsförteckning

<b>Abstract</b> .....	1
<b>Sammanfattning</b> .....	2
<b>Förord</b> .....	3
<b>Innehållsförteckning</b> .....	4
<b>Bakgrund</b> .....	6
<b>Mikrobiologi</b> .....	6
Surdeg.....	6
Spannmål och odlingsmetod.....	6
Ekologisk odling vs konventionell odling.....	7
Fördelar med surdeg.....	7
<b>Bakkemi</b> .....	9
Brödbakning.....	9
Vete.....	9
Från fält till bröd.....	10
Jäsning.....	11
Avbakning.....	12
<b>Syfte</b> .....	12
Arbetshypotes.....	12
<b>Material</b> .....	13
Mikrobiologi.....	13
Brödbakning.....	13
<b>Kemikalier</b> .....	13
<b>Metod</b> .....	13
Surdegarna som används i arbetet.....	13
Projektets utformning.....	13
Provsättning 1.....	14
Surdeg.....	14
Provsättning 2.....	15
Brödbakning.....	15
Volym och texturmätning.....	15
Statistiska analyser.....	16
<b>Resultat</b> .....	17
Mikrobiologiska odlingar.....	17
Brödbakning.....	22
Volym och texturmätning.....	25
<b>Diskussion</b> .....	27
Bakgrund.....	27

Mikrobiologiska analyser av grundsurdegarna och pH-mätning.....	27
Mjölet.....	28
Ny mikrobiologisk analys av surdegarna efter 32 dagar samt pH mätning.....	28
Brödbakning och brödanalyser.....	30
<b>Slutsats</b> .....	31
<b>Referenser</b> .....	32
<b>Bilagor</b> .....	34
Bilaga 1.....	34
Bilaga 2.....	36
Bilaga 3.....	38
Bilaga 4.....	40
Bilaga 5.....	42
Bilaga 6.....	44
Bilaga 7.....	46
Bilaga 8.....	47
Bilaga 9.....	48

## Bakgrund

### Mikrobiologi

#### Surdeg

Att använda surdeg för jäsnings av spannmåls degar är en uråldrig metod. Forskning tyder på att surdeg började användas så tidigt som 2000 f.Kr, efter att en överbliven deg efter ett par dagar började bubbla och fermentera. En jäsningsprocess hade spontant startats av mikroorganismerna som naturligt finns på sädeskornen samt i vår omgivning och resultatet blev att degen börjat jäsa. Detta ledde till bröd med bättre smak och konsistens än tidigare. Surdegens mikrobiota påverkas av många faktorer som till exempel miljön den förvaras i, bagaren som hanterar surdegen, vilken temperatur den förvaras i, hydreringsnivån, jäsningsstid med mera. Det mikrobiologiska innehållet påverkas även av vilket spannmål den förnyas med. Detta gör varje surdeg unik (Lau SW *et al.*,2021).

En surdeg, som även kallas naturlig jäst, bildas genom att blanda malt spannmål och vatten. Detta skapar en utmärkt miljö för nyttiga bakterier och vildjäst att växa i. Mer än 20 olika arter av jäst och mer än 50 olika arter av mjölksyrabakterier kan finnas i en surdeg. Hur stor andel av varje mikrobiom som finns i surdegen varierar och påverkas av vad varje art behöver för optimal tillväxt (Lau SW *et al.*,2021).

Traditionella surdegar, med ett pH-värde som ligger mellan 3,5-4,3, uppfyller vanligtvis tillväxtkrav för de dominerande mikroorganismerna i surdeg. För en relativ mikrobiell stabilitet krävs att förökningen sker med konstanta parametrar i deras vanliga miljö. Skillnader i deras näringsämnen eller tillförsel av andra bakterier från ny miljö kan ge störningar i det mikrobiella samhället. Beroende på i vilken följd av stammar och arter som förökar sig i surdegen kan de påverka produktens egenskaper, vilket gör surdeg-baserade bakverk till ett hantverk (Minervini F *et al.*, 2014).

Lau SW *et al.* (2021) beskriver en klassificering av surdeg i tre steg, typ I är den traditionella surdegen som kräver kontinuerlig förökning, vilket sker genom att färskt mjöl och vatten tillsätts med jämna mellanrum. I surdeg av typ II införs anpassad kultur industriellt som surgörande medel för degen. Typ III torkas generellt för enkel lagring och användning.

#### Spannmål och odlingsmetod

Det finns få och begränsade studier som direkt relaterar surdegens mikrobiom med jordbrukssystemet (Lau SW *et al.*,2021). En studie skriven av Rizzolo *et al* (2015) hävdar att surdeg som görs på konventionellt odlade spannmål har en lägre biologisk mångfald än de

surdeg som är tillverkade på ekologiskt odlade spannmål. Vidare beskrivs också hur malningsprocessen påverkar vad, och hur mycket, det finns för mikroorganismer att äta. Mjöl rika på kli, det vill säga fullkornsmjöl, innehåller högre bakteriemängd än siktat mjöl. Detta beror på att de mikrobiella celler som förorenar spannmål finns i yttre lagret av kärnan med högst densitet. Ett siktat, vitare mjöl innehåller därför även mycket mindre fett, järn, fibrer och B-vitamin än ett fullkornsmjöl där inget har siktats bort (De Angelis, M. *et al.* (2019).

Den huvudsakliga lagringsformen av fosfor i spannmål är fytinsyra, och består av 1-5 viktprocent av spannmålet. Under spannmålets mognadsperiod ackumuleras fytinsyra snabbt till fytat. Människan har inte tillräckliga nivåer av fytatnedbrytande enzymer i matsmältningskanalen för att metabolisera fytinsyra och fytat samtidigt som fytinsyran hämmar absorptionen av mineraler och vitaminer som finns i spannmål (Gupta, R.K *et al.*, 2013).

### *Ekologisk odling vs konventionell odling*

Ekologiskt jordbruk är allmänt erkänt som ett system som stämmer väl överens med hållbarhet. Odlingsmetoderna i ekologisk odling skiljer sig från konventionell odling. Inga kemiska bekämpningsmedel eller gödningsmedel är tillåtna och odlingen bygger på växtföljd, kompost, organiska gödningsmedel, grüngödsling genom kvävefixerande växter samt växtbaserade bekämpningsmedel. Ekologiska produkter som produceras i Europeiska Unionen måste produceras enligt europeisk lagstiftning. Konsumenters inställning till ekologiska livsmedel är att de anses hälsosammare och mer miljömässigt hållbara, än konventionellt odlade livsmedel. Trots detta finns det även kritiska röster. Ekologiskt odlat durumvete som exempel, är 10% dyrare än konventionellt odlat, ger ca 21% lägre skörd än den konventionella veten och kräver mer resurser att odla (Rizzello CG, 2015).

I en studie skriven av Pontonio E *et al.*(2016) beskrivs det att tekniska undersökningar har gjorts på olika sorters mjöl som odlats under konventionella eller ekologiska förhållanden. Några av egenskaperna som uppmärksammades var proteinhalt, stärkelsehalt, falltal och glutenindex som visade en signifikant påverkan av odlingssystemet. Ekologiskt vetekorn hade lägre protein och glutenhalt, lägre vatten absorptions-och sedimenterings värde, lägre brödvolum och kortare degstabilitetstid, men hade starkare gluten, och högre stärkelsehalt än konventionellt vetekorn. Sammanfattat tyder denna beskrivningen på att ekologiskt odlat vete ger en tekniskt sämre brödkvalitet, men istället erhålls bättre närings och funktionsegenskaper än konventionell odling (Pontonio E *et al.*, 2016).

### **Fördelar med surdeg**

Att använda surdeg i bröd ger en mängd fördelar. Surdegsanvändningen i bröd förbättrar hållbarheten genom dess sura miljö som minskar utvecklingen av skadliga mikrober, aromen förbättras genom den långa jäsningsprocessen som ger mer smak och komplexitet i brödet och



surdeg ger även bättre konsistens på brödet på grund av mjölksyrabakteriernas enzymatiska hydrolyprocesser. Dessa genererar även föreningar i Maillard-reaktionen under baktingsprocessen. Även om samma mjöl används i surdegsbröd som konventionellt industribakat jäst-bröd, är näringsinnehållet jämförelsevis högre i surdegsbrödet (Lau SW *et al.*,2021).

Surdeg ger även hälsofördelar, särskilt för mag- och tarmsystemet. FODMAP står för fermenterbara oligosackarider, disackarider, monosackarider och polyoler och är sockerarter som tunntarmen har svårt att ta upp. Detta innebär att de passerar tunntarmen utan att brytas ner, och når tjocktarmen och fermenteras. Detta kan leda till matsmältningsbesvär för vissa människor, med besvär som uppsvälldhet. Mjölksyrabakterierna i surdegen minskar innehållet av dessa då detta är deras föda. Därför är surdegsbröd att föredra för människor som lider av gastrointestinala sjukdomar såsom IBS (Lau SW *et al.*,2021).

Många människor världen över beräknas ha brist på mikronäringsämnen, inklusive mineraler och vitaminer. Orsakerna beror på brist på mångfald i kosten och därav otillräcklig konsumtion av mikronäringsämnen, men också på grund av dåligt näringsupptag, eller en störd tarmflora. För att människor ska kunna ta upp viktiga näringsämnen som vitaminer och mineraler, spelar tarmfloran en viktig roll då alla näringsämnen inte är tillgängliga, det vill säga de är bundna till andra molekyler.

Den begränsade biotillgängligheten av spannmåls näringsämnen beror bland annat på förekomsten av fytinsyra, vilket binder till mineraler genom att bilda fytat. Fytat försämrar absorptionen av flera mineraler och näringsämnen såsom kalcium, kalium, zink och järn. Människor saknar enzym i matsmältningskanalen för att bryta ner fytinsyran vilket gör att den hämmar absorption av de vitaminer och mineraler som naturligt finns i spannmål. (Gupta, R.K *et al.*, 2013).

Förekomst av fytinsyra kan också leda till mag- och tarmstörningar samt matsmältningsbesvär. Fytinsyra stör matsmältningsenzymer som pepsin, amylas och trypsin och minskar deras förmåga att bryta ner fetter, stärkelse och proteiner i magsyran. Men surdegsjäsning minskar halten fytinsyra. Mjölksyrabakterierna och jästsvamparna i surdeg neutraliserar fytinsyran genom att producera enzymet fytas, vilket möjliggör en effektivare matsmältning. Detta gör att näringen i spannmålen blir mer tillgänglig i nedbrytningen i tarmen, jämfört med jäst-jästa bröd (Lau SW *et al.*,2021).

Den höga förekomsten av laktobaciller i surdegen fungerar även som prebiotika. Prebiotika är, förenklat sagt, mat till tarmbakterier som ger hälsofördelar. Prebiotika i tillräckliga mängder hjälper även till att kontrollera det glykemiska indexet (GI). Enligt en review artikel skriven av Lau SW *et al.*,(2021) har flera vetenskapliga artiklar rapporterat om att surdegsbröd har ett lägre GI än jästbröd. Dessutom sker en modifiering av kolhydraternas molekylära struktur under

surdegsjäsningsprocessen, som reducerar stärleksetillgängligheten under bakvärmens vilket möjliggör en nedbrytning av sackaros och bildning av exopolysackarider, vilket ökar kostfiberinnehållet. Detta gör att matsmältningen tar längre tid och därför kommer socker långsammare ut i blodomloppet, vilket ger ett lägre GI. Detta sker oavsett om bröddegen är gjord på siktat, fullkorns eller fiberberikat mjöl (Lau SW *et al.*, 2021).

## Bakkemi

### Brödbakning

#### *Vete*

En av de tidigaste och mest odlade jordbruksgrödorna är vete. Vete har sitt ursprung i Tigris och Eufrat floddalen, som sträcker sig från östra Turkiet till södra Irak. Troligen började vete odlas som livsmedelsgröda för cirka 12 000 år sedan. Den första sorten som odlades var Enkorn, vars namn kommer från att endast en kärna växte per ax. Senare utvecklades sorter som emmer, dinkel, durum, med flera. Moderna vetesorter brukar beskrivas med tre olika termer som delar in vetet i olika klassificeringar:

- “mjuk” eller “hård”, som syftar på kärnans fysiska hårdhet, vilket antas bero på styrkan i bindningarna mellan stärkelsen och proteinet i frövitån
- “röd” eller “vit”, vilket syftar på från- eller närvaron av ett rödaktigt pigment som beror på flavonoidhalten i aleuronskiktet i kärnans yttre lager
- “höst” eller “vår”, vilket syftar på när vetets tillväxt sker

Höstvete sås på hösten och kräver en period av minusgrader för att växten ska bilda frökapslar, de så kallade vetekärnorna. Detta krävs inte för vårvetet, som sås på våren och skördas på hösten samma år (Finne 2017 s. 1-8). Det som skiljer sig åt mellan höst och vårvete är stärkelsehalten. Vårvete har mellan 60-73% stärkelse, beräknat på kärnans torrsubstans, jämfört med höstvetens 66-72% (Furugren 2018 s. 310). Hårt vete används framför allt till bröd och degar, produkter som behöver vetemjöl med förmågan att hålla kvar jäsgaser, medan mjukt vete främst används i produkter såsom kex, flingor och kakor. Det mjuka vetets egenskaper är särskilt lämpliga till dessa produkter då de saknar höglastiska egenskaper, vilket gör att slutprodukten inte blir seg (Finne 2017 s. 1-8).

Vetekärnans struktur är komplex med många enskilda komponenter. Ytterst finns kliet, som är vetets skyddande lager med högt innehåll av mineraler och fiber. Innanför kliet finns grodden som innehåller näringsämnen och fetter, och den inre kärnan som innehåller stärkelse och protein. Den inre kärnan kallas även frövitån och är den största delen av vetekärnan, ca 80%. Mellan frövitån och kliet finns ett skikt som kallas aleuron. Detta skikt kan ha stor effekt på

mjölets funktionalitet och näringskvalitet på grund av hög enzymatisk aktivitet. Därför avlägsnas ofta detta i malningsprocessen tillsammans med kliet (Finnie 2017 s. 1-8).

Proteinerna som finns i vetekärnan är i huvudpart förrådsproteiner vars uppgift är att hjälpa den nya plantan att växa ur fröet. Det finns fyra grupper av proteiner i vetekärnan, albuminer, globuliner, gluteniner och gliadiner. Albuminer är vattenlösliga proteiner och globuliner är saltlösliga proteiner, båda är hydrofila. Gluteniner och gliadiner är hydrofoba proteiner som vid degtillverkning bildar gluten. Fördelningen mellan de olika proteinerna är ca 5-14% albuminer, 4-10% globuliner, 40-55% gliadiner och 30-55% gluteniner (Furugren 2018 s.316).

Sädeskornet består till största andel av stärkelse, följt av kostfiberpolysackarider. Stärkelsen i vete består till 22-30% av amylos och 70-78% av amylopektin. Alla cerealier har även amylaser, enzymer som bryter ner amylos. Dessutom sammanfaller amylasernas pH-optimum med önskvärd pH i bakning. Men, vid bakning med surdeg sjunker pH i degen under optimum för vissa amylaser (Furugren 2018 s. 321).

#### *Från fält till bröd*

När vetet är moget på fält avlägsnas det från axet vid tröskning och torkas till en vattenhalt på ca 13%. Därefter lagras vetekärnorna i väntan på malning. Innan malningen av kärnorna påbörjas, finrensas kornen från småsten, sand, ogräs och halmrester. Därefter fuktas spannmålen i ca 12h till dess att de har en vattenhalt på ca 17%. Detta gör skalet mjukare och segare, vilket underlättar separeringen från frövitån. Därefter mals kärnorna i valsar med olika inställningar, i olika många steg, beroende på önskad slutprodukt (Furugren 2018 s. 323-327).

Ett nymalet mjöl har dåliga bakegenskaper, så för att mjölet ska mogna snabbare tillsätts ibland askorbinsyra. Med tillsats av askorbinsyra förkortas mogningstiden till 7-10 dagar, jämfört med ca 6 veckor som det tar utan. Askorbinsyran är inget oxidationsmedel, utan ett reduktionsmedel och antioxidationsmedel, och behöver därför deklarerars på mjölförpackningen. I mjölet finns enzymet askorbinsyraoxidas som oxiderar askorbinsyran med syre som oxidationsmedel. I degen oxideras askorbinsyran till dehydroaskorbinsyra, vilket medverkar i processer som ger bildning av S-S bryggor i gluten (Furugren 2018 s. 332-333).

För att bilda en deg blandas det malda vetemjölet med vatten, salt, jäst eller surdeg. Under bearbetningen bildas gluten av de hydrofoba proteinerna glutenin och gliadin. Gluten består av hundratals proteinkomponenter som finns antingen som monomerer eller sammanlänkade med disulfidbindningar mellan kedjorna, som oligo-och polymerer (Wieser H 2006). Gluten bildar en gelstruktur som är seg och elastisk och som binder vatten. Gluten är olösligt i vatten. Det sega

glutennätet stabiliserar även de luftporer som bildas i degen under bearbetningen, där koldioxiden som bildas under jäsningen samlas.

Gliadiner och gluteniner har olika effekter i degen men utgör ca 50% var av glutenproteinerna (Furugren 2018 s. 328) Förenklat kan deras roll i en deg förklaras med att gliadiner är som en mjukgörare eller ett lösningsmedel för gluteniner, där en perfekt blandning av de båda grupperna är en avgörande faktor för att ge viskoelastiska egenskaper till degen och en bra kvalitet på slutprodukten (Wieser H 2006).

Den isoelektriska punkten för gliadiner är mellan pH 6,5-8,1 och för gluteniner mellan pH 4,2 och 6,5. Den viktigaste skillnaden mellan grupperna är positionerna för proteinet cystein's SH-grupper, vilket innebär att de kovalenta bindningarna som utgör disulfidbryggor i gliadiner bildas intramolekylärt, medan de hos gluteniner bildas intermolekylärt. Det innebär att gliadinerna påverkar viskositeten hos degen och gluteninerna påverkar elasticiteten.

För att de kovalenta bindningarna ska bildas behövs oxiderande ämnen såsom syre. Även vätebindningar har stor betydelse, då gluten vekar betydligt av dessa. Jonbindningar stärker istället gluten, vilket är en av anledningarna till att NaCl, salt, tillsätts till degen. Även bipolära joner som aminosyror har denna effekt (Furugren 2018 s. 328-329). De hydrofoba bindningarna ger en hög grad stabiliserande effekt av glutenstrukturen och skiljer sig från andra bindningar genom att deras energi ökar med ökad temperatur, vilket kan ge ökad stabilitet vid baktingsprocessen (Wieser H 2006).

Men det är inte bara glutenutvecklingen som är viktig vid degtillverkning, vetets lipider och stärkelse spelar också en viktig roll. I ett vetemjöl med polära lipider som blandas med vatten, ordnar sig lipiderna i en lamellär flytande-kristallin fas. Det innebär att lipiderna sprids homogent i degen och spontant fördelas, vilket ger en monomolekylär film i gascellerna. Detta ger bra bakegenskaper och är avgörande vid avbakningen av bröden. Stärkelse är mängdmässigt den dominerande komponenten i mjöl och har därför en stor betydelse på degens egenskaper. Under avbakningen gelatiniseras stärkelsen vilket innebär flera förändringar i degen. Stärkelsekornen sväller och ändrar form, vatten absorberas, amylos läcker ut från kornen och stärkelsen förklistras och bildar gel (Furugren 2018 s.330).

### *Jäsning*

De viktiga sensoriska egenskaperna hos brödet bestäms till stor del av jäsningsförhållandena. Jäsningen är det steget i baktingsprocessen då gasbubblor bygger upp inkromets cellulära struktur. Under jäsningen expanderar degen på grund av jästaktiviteten, som då omvandlar kolhydrater till gas, framförallt koldioxid (CO<sub>2</sub>) och alkohol (Valle, G.D. *et al* 2012). Med surdeg

som hävningsmedel produceras även ättiksyra och mjölksyra av mjölksyrabakterierna. Detta sänker degens pH-värde, vilket skapar en ännu mer gynnsam miljö för mjölksyrabakterierna. Men även jästsvampar trivs i en sur miljö och fortsätter sin tillväxt, om än i ett långsammare tempo än för bakterierna. pH-sänkningen hämmar även amylasens aktivitet, vilket hindrar stärkelsenedbrytningen (Furugren 2018 s.335).

### *Avbakning*

När bröddegen är färdigjäst är det dags för avbakning. Detta sker lämpligen i en ugn med temperatur mellan 200-250°C. För att tillåta volymutvidgning i ugnen används med fördel ånga den första stunden bröden är i ugnen. Detta gör att degytan får en elastisk hinna som kan töjas i takt med volymutvidgningen. När inkråmet i brödet nått ca 95°C är brödstrukturen fixerad och brödet kan tas ur ugnen (Furugren 2018 s. 339).

### Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka om antalet mikroorganismer i surdegar förändras beroende på om spannmålet de förnyas med är ekologiskt eller konventionellt odlat. Det undersöks också vad olika surdegar ger för volym- och texturskillnader på bröd.

Följande frågeställningar bearbetas i arbetet:

- Skiljer sig antalet mikroorganismer sig åt i två olika surdegar, om de förnyas med samma mjöl?
- Förändras antalet mikroorganismer i surdegen beroende på om spannmålet de förnyas med är ekologiskt eller konventionellt odlat?
- Hur påverkas surdegen mikrobiologiskt beroende på om surdegen förnyas med råg eller vete?
- Finns det ett samband mellan antalet mjölksyrabakterier i surdegen och dess pH värde?
- Finns det ett samband mellan antalet jäst- och mögelsvampar i surdegen och brödens volym?
- Finns det ett samband mellan brödens volym och textur?

### *Arbetshypotes*

Hypotesen för detta arbete är att kemiska bekämpningsmedel och gödningsmedel som är tillåtna i konventionell odling troligtvis, delvis, finns kvar på kliet och därmed skulle kunna hämma tillväxten av vissa mikrober i surdegen. Vidare är hypotesen att ett högt antal jäst och mögelsvampar i surdegen ger ökad volym i bröden, och högt antal mjölksyrabakterier i surdegen ger lägre pH i bröddegen.

## Material

### **Mikrobiologi**

Autoklaver, våg, vattenbad, stomacher, sterila provpåsar, sterila petriskålar, koloniräknare/avläsningslampa, märkpena, peptonvatten, provrör, glasflaskor, magnetomrörare, magneter, autoklavtejp, markeringstejp, E-kolv, maltextrakt agar, plate count agar, MRS agar

### **Brödbakning**

Degblandare, degskrapa, våg, brödform, ugn, termometer

### **Kemikalier**

Bakteriologisk pepton, NaCl

## Metod

### **Surdegarna som används i arbetet**

Två sorters surdeg av typ I används i arbetet. En av surdegarna går att köpa i butik, av märket KronJäst. Den är, enligt tillverkarna, en färdig surdeg med levande surdegskultur gjord på fermenterat fullkornsvetemjöl. Enligt innehållsförteckningen består den av vatten, fermenterat fullkornsvetemjöl, fruktos och stabiliseringsmedel E415 (xantangummi). Denna surdegen köptes kyld och förvarades i kyl fram till analysering. Fortsättningsvis benämns denna surdegen som *odlad surdeg* i arbetet.

Den andra surdegen som används är en spontanjäst surdeg som är minst 30 år gammal. Denna benämns som *spontanjäst surdeg* i arbetet. Ursprunget på den spontanjästa surdegen är okänt och likaså exakt när den startades och med vilket mjöl. Det som är känt är att den har varit med på många platser runt jorden och förnyats med många olika sorters mjöl genom åren. Denna surdegen har förnyats med ekologisk och kravmärkt rågsikt (40% siktat rågmjöl och 60% siktat vetemjöl) minst 2 månader innan projektets start, och har förvarats i kyl (5°C) fram till 12 h innan projektstart, då den ställdes i 22°C och förnyades med 60% vatten och 40% rågsikt.

### **Projektets utformning**

I projektet delades två surdegar, *odlad surdeg* samt *spontanjäst surdeg*, upp i olika burkar och förnyades med finmalt fullkornsmjöl av råg eller vete i 32 dagar. Två olika mjöl från råg och vete användes, ett som var ekologiskt odlat och ett som var konventionellt odlat.

## Provsättning 1

Tre olika typer av substrat tillverkades enligt labbhandledning av Fedkiv & Prykhodko (2021), se bilaga 1. De substrat som tillverkades var MRS-agar, specifikt för mjölksyrabakterier, Malt-agar för jäst- och mögel svampar samt Plate Count-agar för totalantal bakterier. Substraten gjöts i petriskålar som märktes med typ av agar och spädning. Därefter gjordes en spädningsserie för de två surdegarna med steriliserat peptonvatten. Spädning -1 till -10 fördelades i petriskålarna med hjälp av steriliserade glaskulor och inkuberades därefter, se tabell 1. För varje spädning sattes två prov. Efter inkuberingen räknades cfu och därefter beräknades cfu/g.

Tabell 1. Inkubationstemperatur och inkubationstid för de olika mikroorganismerna.

	Agartyp	Inkubationstemperatur	Inkubationstid
Totalantal	PCA	30°C (aerobt)	72h
Mjölksyrabakterier	MRS	37°C (aerobt)	72h
Jäst & Mögel	MA	25°C (aerobt)	5-7 dagar

## Surdeg

Efter provsättning 1 fördelades de två surdegarna i totalt 8 glasburkar med snäpplock och gummiring. I fyra burkar fördelades 50 g surdeg av den odlade surdegen, och i de andra fyra burkarna fördelades 50 g av den spontanjästa surdegen. Varje burk förnyades dagligen i 32 dagar och förvarades i rumstemperatur, ca 20-22°C. Burkarna förnyades enligt tabell 2.

Tabell 2. Recept för förnyelse av surdeg

Burk:	Surdegsbas:	Vatten:	Mjöl:	Slängs varje dag innan förnyelse:
1	Odlad	50 g	50 g eko vete	100 g surdeg
2	Spontanjäst	50 g	50 g eko vete	100 g surdeg
3	Odlad	50 g	50 g konv. vete	100 g surdeg
4	Spontanjäst	50 g	50 g konv. vete	100 g surdeg
5	Odlad	50 g	35 g eko råg	85 g surdeg
6	Spontanjäst	50 g	35 g eko råg	85 g surdeg

7	Odlad	50 g	35 g konv. råg	85 g surdeg
8	Spontanjäst	50 g	35 g konv. råg	85 g surdeg

## Provsättning 2

Precis som i **provsättning 1** användes MRS-agar, Malt-agar och PCA-agar. Spädningar gjordes med hjälp av peptonvatten på samtliga 8 surdegarna och spädningarna gjöts därefter på de olika typerna av agarplattorna och inkuberades enligt tabell 1. Efter inkuberingen räknades cfu på plattorna och därefter cfu/g, och resultaten fördes in i ett exceldokument.

## Brödbakning

Bröddegarna tillverkades med de olika surdegarna. Receptet som användes var:

- 500 g siktat höstvetete
- 500 g siktat vårvete
- 220 g surdeg
- 670 g vatten (22°C)
- 20 g salt

Degarna blandades i en degblandare av märket Bosch universal plus 1000W på lägsta hastighet i 10 min. Därefter rengjordes redskapen och en ny deg blandades. Därefter jäste degarna i 22°C i 4 timmar i tätslutande burkar, innan de formades till bröd á 630 g och lades i formar. För degarna med rågsurdeg jäste bröden därefter i 22°C i 4 timmar, medan degarna med vetesurdeg jäste i 5 timmar. Jästtiden bestämdes av de bröd som först reste sig upp till kanten av brödformen.

Därefter sattes degarna in i kylskåp (5°C) i 12 timmar, innan de togs ut ur kylen och slutjäste innan avbakningen. För att jäsningen skulle sätta igång i de kalla degarna sattes de i ett jäskskåp som höll 45°C i 15 minuter. Efter att degarna tempererats jäste de i rumstemperatur i 1 h och 30 min +/- 10 min innan de bakades av.

Avbakningen skedde i en varmluftsugn av märket Cylinda IB 12-08 på 250°C i 10 min med ånga, följt av 22 minuter på 200°C till bröden nådde en innertemperatur på 98°C. Temperaturen i ugnen kontrollerades med extern termometer. Därefter stälptes bröden ur formarna och fick svalna till rumstemperatur innan volym- och texturmätning genomfördes.

## Volym och texturmätning

En volymmätning genomfördes på samtliga bröd i instrumentet Tex Vol BVM-L370. Mätningen startades med att mitten på bröden mättes ut och markerades. Därefter stacks brödet på en metallprob för att påbörja volymmätning. För att bestämma volym på brödet använder



instrumentet sig av laserteknik. En lasersensor rör sig i en halvcirkel runt brödet som roterar och på så vis läser av volymen. Tre bröd bakade på samma surdeg mättes och medelvärdet räknades ut.

När volymmätningen var genomförd delades brödet på hälften och den hälften som inte trätts på metallproben användes för att genomföra texturmätning med texturmätare TA-XT2. Till texturmätningen behövdes två st brödsivor 25 mm tjocka från varje bröd. För att få en konsekvent jämn tjocklek användes en skärmaskin av märket Bosch MAS4201N till detta moment. Två olika texturmätningar gjordes och varje brödsivva testades en gång.

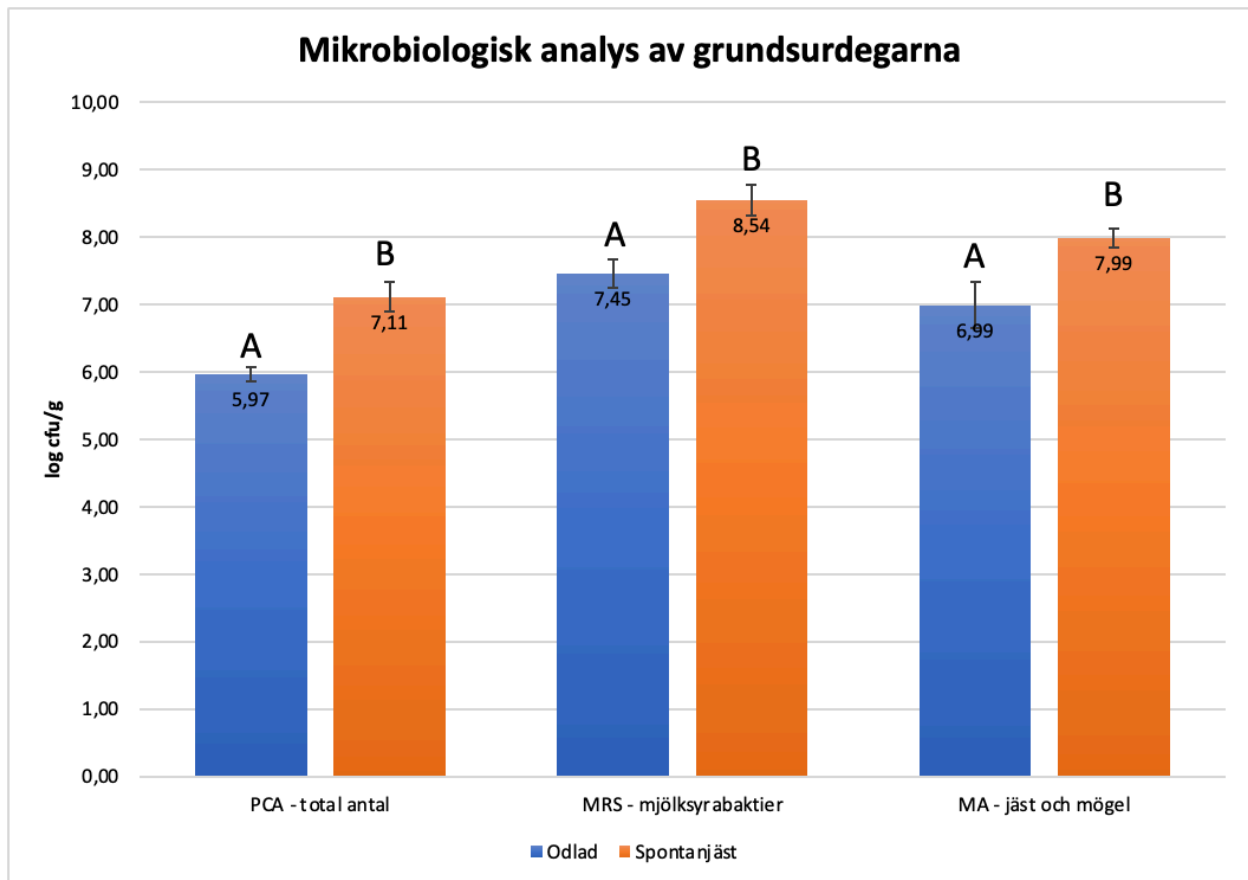
För mätning av fasthet användes AACC-standardmetod 74-09 (AACC International, 1995). För mätning av hårdhet användes TPA-testmetod med en 36 mm probe, en testhastighet på 2,0 mm/s, en utlösningkraft på 5 g, nedtryckning på 5 mm av brödsivvan vilket upprepades två gånger. Totalt testades två brödsivvor från varje bröd, en skiva för respektive testmetod.

### **Statistiska analyser**

I arbetet användes Excel som hjälpmedel för de statistiska analyserna. Medelvärdet av resultaten beräknades och standardavvikelsen presenteras som felstaplar i figurerna. För att undersöka om det fanns signifikanta skillnader användes t.test för att räkna ut p-värdet. För att undersöka om det fanns en korrelation mellan olika värden användes ekvationen för  $R^2$ -värde.

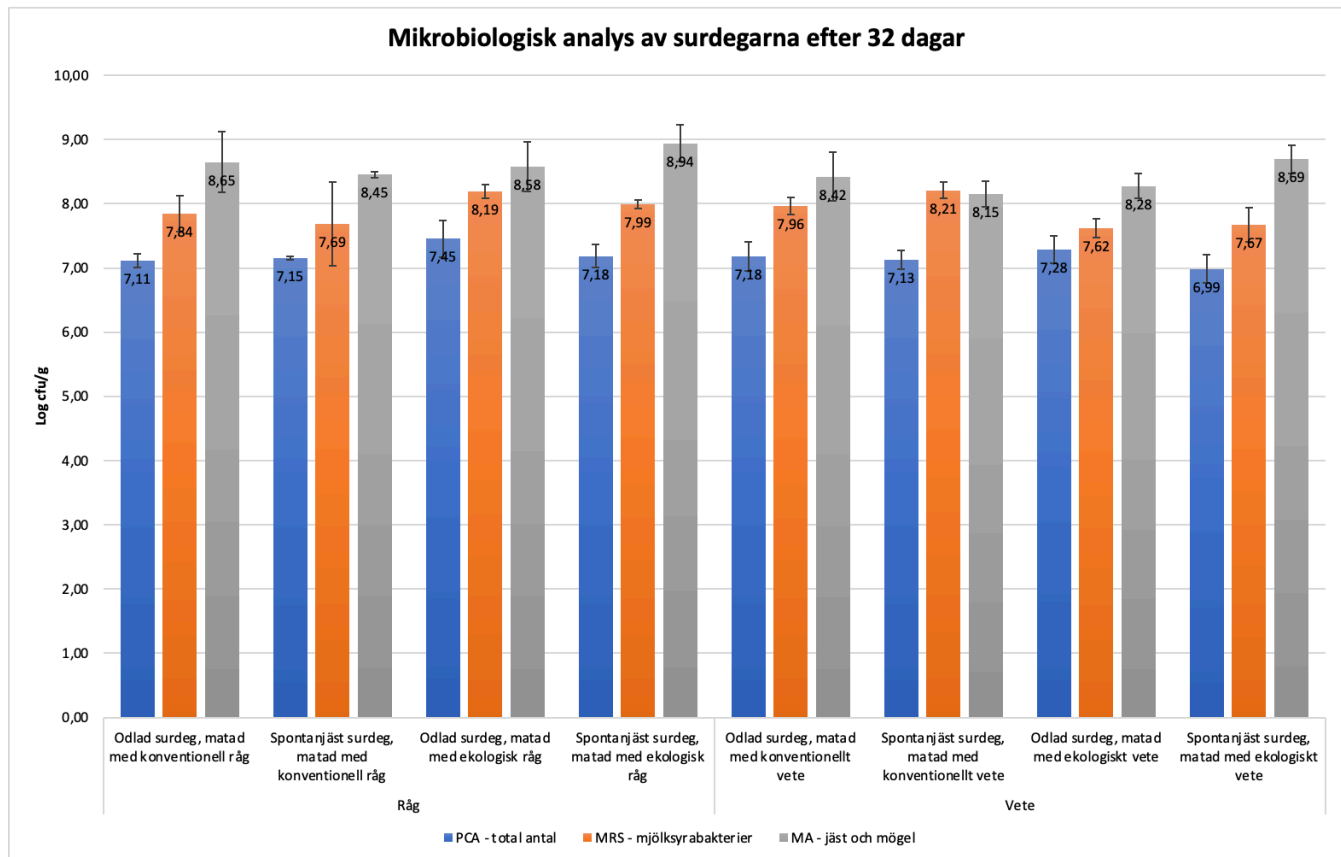
## Resultat

### Mikrobiologiska odlingar



Figur 1.1: Diagrammet visar mikrobiologiska analyser gjorda på PCA, MRS och MA agar med odlad och spontanjäst surdeg. A, B = olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader ( $P < 0,05$ ).

Figur 1.1 visar de inledande mikrobiologiska analyserna av grundsurderna. Efter utförd t.test konstateras en signifikant skillnad mellan odlad surdeg och spontanjäst surdeg på samtliga testade agar. P-värde på PCA- total antal var 0,00002 mellan odlad surdeg och spontanjäst surdeg, MRS- mjölksyrabakterier var 0,001 mellan odlad surdeg och spontanjäst surdeg och för MA- jäst och mögel var det 0,000004 mellan odlad surdeg och spontanjäst surdeg.



Figur 1.2: Diagrammet visar mikrobiologiska analyser på 8 olika surdegarna som förnyats med olika sorters mjöl under 32 dagar, testerna är gjorda på PCA, MRS och MA agar.

Figur 1:2 visar att flest total antal mikroorganismer hade den odlade surdegen förnyad med ekologisk råg (log 7,45 cfu/g) och lägst hade den spontanjästa surdegen förnyad med ekologiskt vete (log 6,99 cfu/g).

Figur 1:2 visar att den spontanjästa surdegen förnyad med konventionellt vete hade flest mjölksyrabakterier (log 8,21 cfu/g) och lägst hade den odlade surdegen förnyad med ekologiskt vete (log 7,62 cfu/g).

Figur 1:2 visar att den spontanjästa surdegen förnyad med ekologisk råg hade högst jäst och mögel innehåll (log 8,94 cfu/g) och den spontanjästa surdegen förnyad med konventionellt vete hade lägst (log 8,15 cfu/g).

Tabell 3. Signifikanta skillnader på de mikrobiologiska odlingar.

Mikrobiologisk:	Signifikant skillnad? Ja/Nej	P-värde
Odlad råg kon /Odlad råg eko	PCA Ja	PCA 0,033
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst råg eko	MA Ja	MA 0,040
Odlad råg eko / Spontanjäst råg eko	MRS Ja	MRS 0,006
Odlad råg eko / Odlad vete eko	MRS Ja	MRS 0,001
Odlad vete kon / Odlad vete eko	MRS Ja	MRS 0,010
Spontanjäst vete kon / Spontanjäst vete eko	MRS Ja MA Ja	MRS 0,007 MA 0,011
Odlad vete eko / Spontanjäst vete eko	MA Ja	MA 0,032
Odlad vete kon/ Spontanjäst vete kon	MRS Ja	MRS 0,017
Mjöl råg kon/ Mjöl råg eko	PCA Ja	PCA 0,014

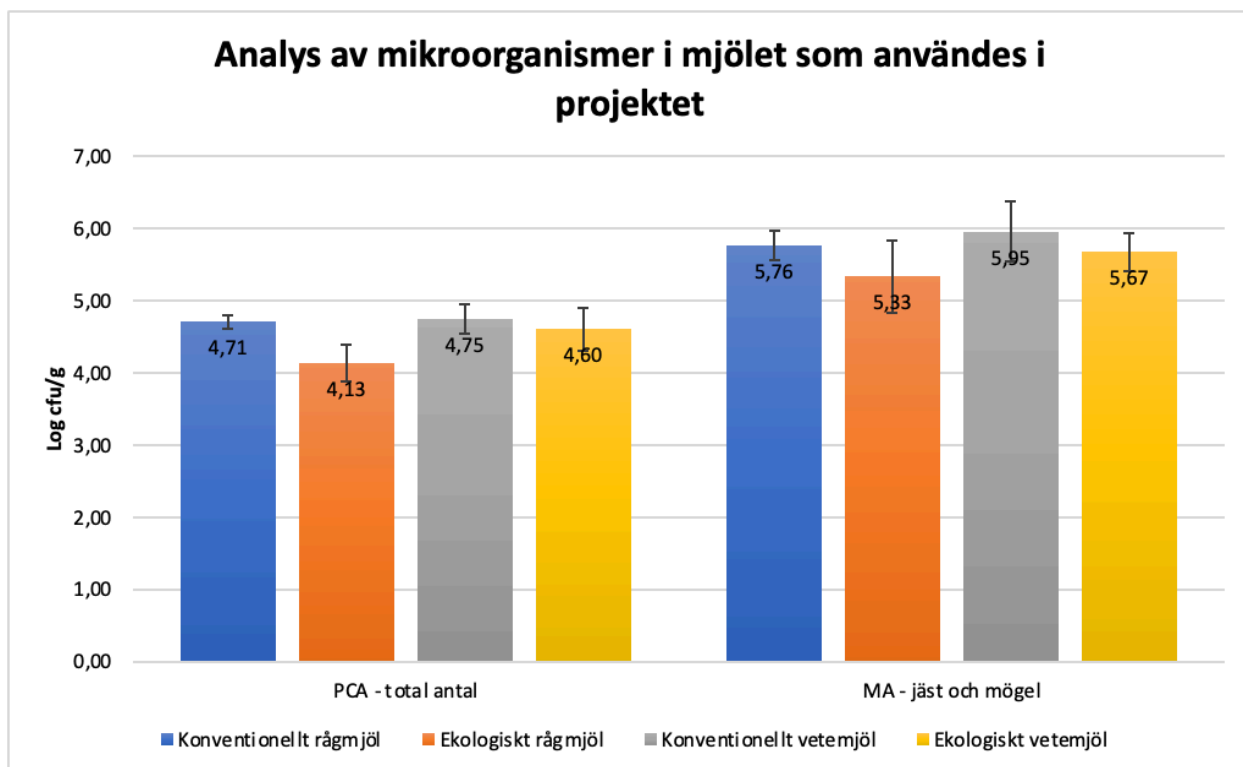
Tabell 3 visar att det finns en signifikant skillnad på mjölksyrabakterier mellan den odlade surdegen som förnyats med ekologisk råg (log 8,19 cfu/g) och den spontanjästa surdegen som förnyats med ekologisk råg (log 7,99 cfu/g). Signifikant skillnad visas även för mjölksyrabakterier mellan den spontanjästa surdegen som förnyats med konventionellt vete (log 8,21 cfu/g) och den odlade surdegen som förnyats med konventionellt vete (log 7,96 cfu/g).

För jäst och mögel visas signifikant skillnad mellan den spontanjästa surdegen förnyad med ekologiskt vete (log 8,59 cfu/g) och den odlade surdegen förnyad med ekologiskt vete (log 8,28 cfu/g).

Vidare visar tabell 3 att det finns en signifikant skillnad på totala antal mikroorganismer i den odlade surdegen förnyad med ekologisk råg (log 7,45 cfu/g) jämfört med samma surdeg förnyad med konventionell råg (log 7,11 cfu/g). Den odlade surdegen visade även en signifikant skillnad

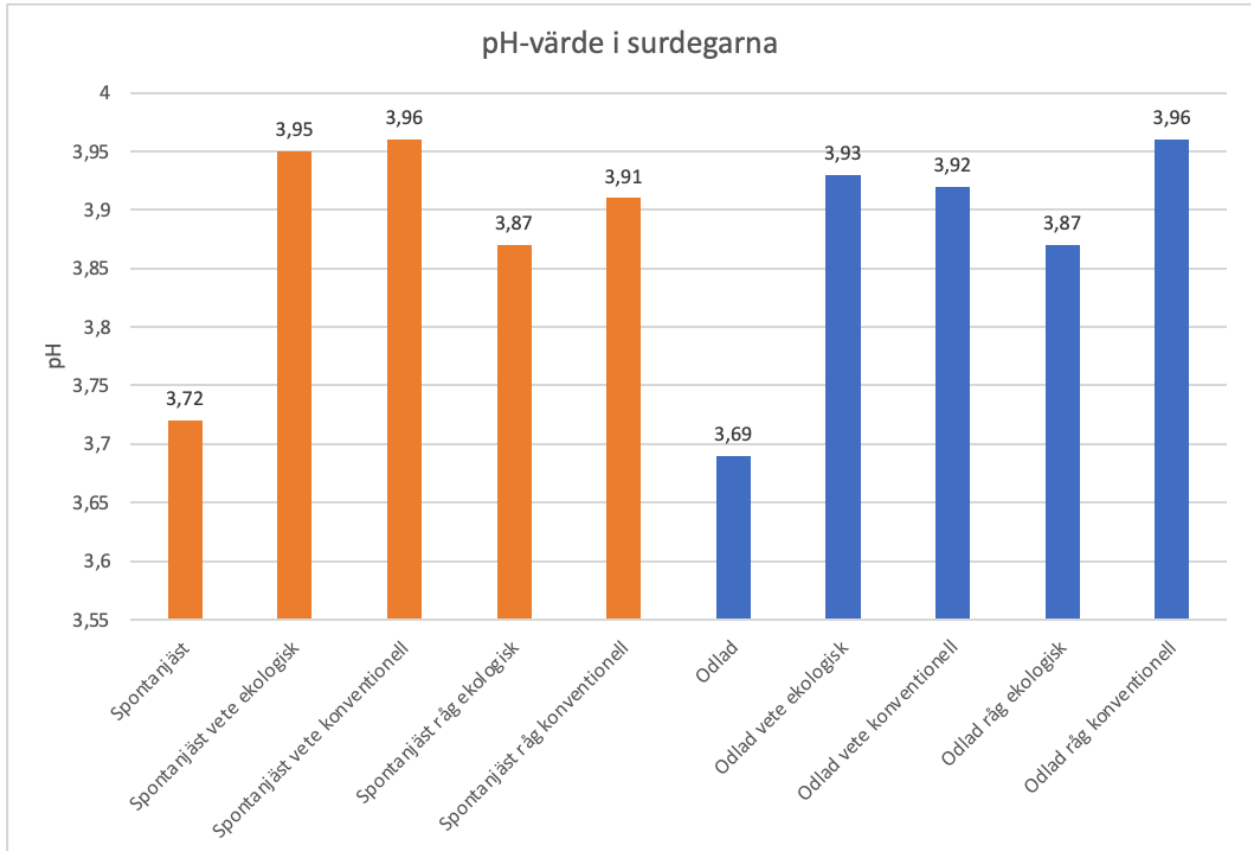
i mjölksyrabakterier mellan konventionell vete (log 7,96 cfu/g) och ekologisk vete (log 7,62 cfu/g), samt ekologisk råg (log 8,19 cfu/g) och ekologisk vete (log 7,62 cfu/g).

Den spontanjästa surdegen visade en signifikant skillnad i jäst och mögel mellan ekologisk råg (8,94 cfu/g) och konventionell råg (8,45 cfu/g). Den visade även en signifikant skillnad i mjölksyrabakterier mellan konventionell vete (log 8,21 cfu/g) och ekologisk vete (log 7,67 cfu/g) samt på jäst och mögel mellan ekologisk vete (log 8,69 cfu/g) och konventionell vete (log 8,15 cfu/g), se tabell 3.



Figur 1.3: Diagrammet visar det mikrobiologiska innehållet i fullkornsmjölena surdegarna förnyades med.

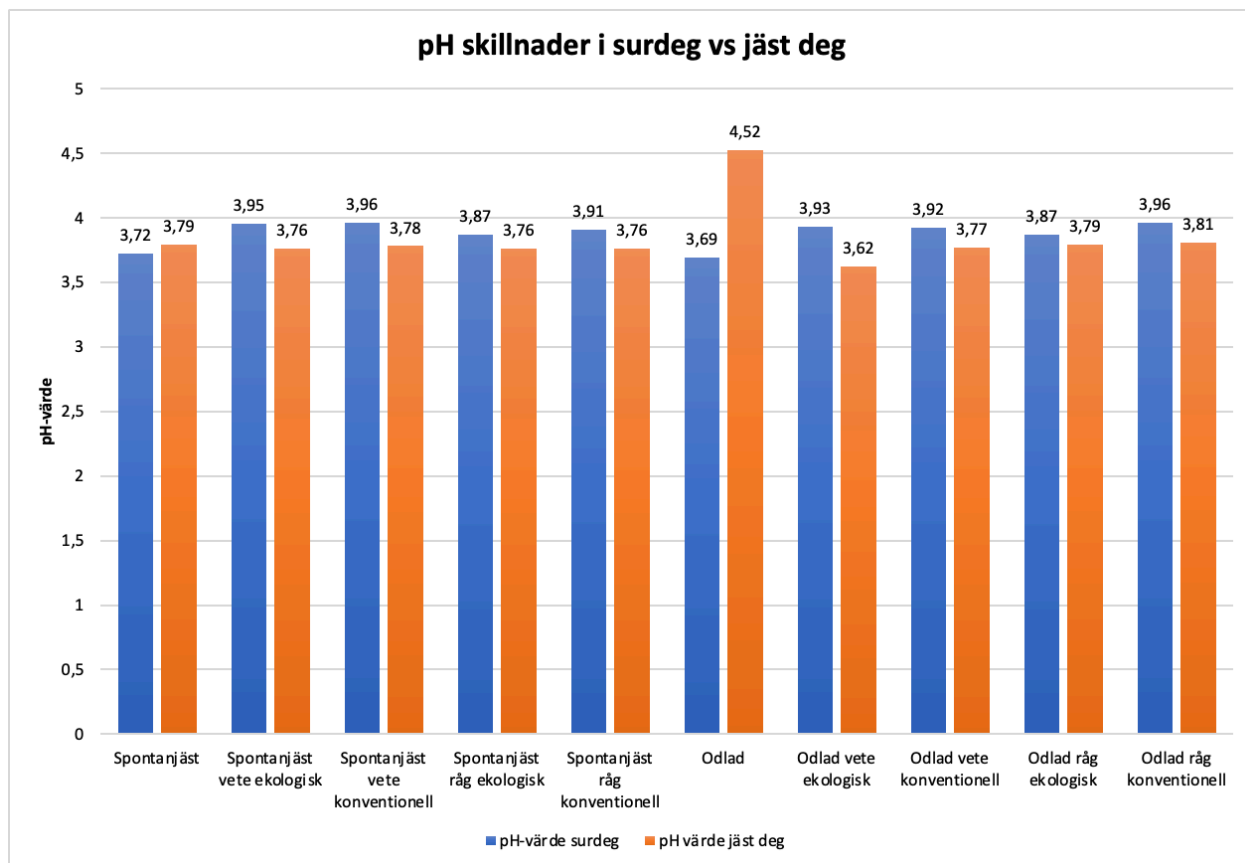
Figur 1:3 visar resultatet av de mikrobiologiska analyserna av fullkornsmjölena som surdegarna förnyades med. Analyserna visade en signifikant skillnad där p-värdet var 0,014 i total antal mellan det konventionella rågmjölet (log 4,71 cfu/g) och det ekologiska rågmjölet (log 4,13 cfu/g).



Figur 1.4: Diagrammet visar skillnader i pH-värde på 8 olika surdegarna som förnyats med olika sorters mjöl.

Figur 1:4 visar att den spontanjästa surdegen och odlade surdegen, som förvarats i kyl, hade lägst pH med 3,72 respektive 3,69. Av de surdegarna som förvarats i rumstemperatur hade surdegarna som förnyats med ekologisk rågmjöl lägst pH efter 32 dagar, båda med ett pH på 3,87. Den odlade surdegen förnyad med konventionell råg hade högst pH tillsammans med den spontanjästa surdegen som förnyats med konventionell vete, båda med ett pH på 3,96.

## Brödbakning



Figur 1.5: Diagrammet visar skillnader i pH-värde mellan surdeg och jäst deg innan avbakning.

Figur 1:5 visar surdegarnas pH-värde samt pH-värdet i degen efter jäsning. Figur 1:5 visar att pH värdet var högst i bröddegen gjord på den odlade surdegen. Lägst pH värde i jäst deg fanns i den odlade surdegen som förnyats med ekologiskt vete.



Figur 1.6: Bilden visar bröd bakade med de olika rågsurdegarna.

Figur 1:6 visar hur brödets inkräm visuellt såg ut efter avbakningen för de olika rågsurdegarna. Visuellt ser brödet bakat på den odlade surdegen som förnyats med konventionell råg ut att ha högst volym, medan brödet bakat på den spontanjästa surdegen som förnyats med konventionell råg ser ut att ha jämnast storlek på luftbubblorna.

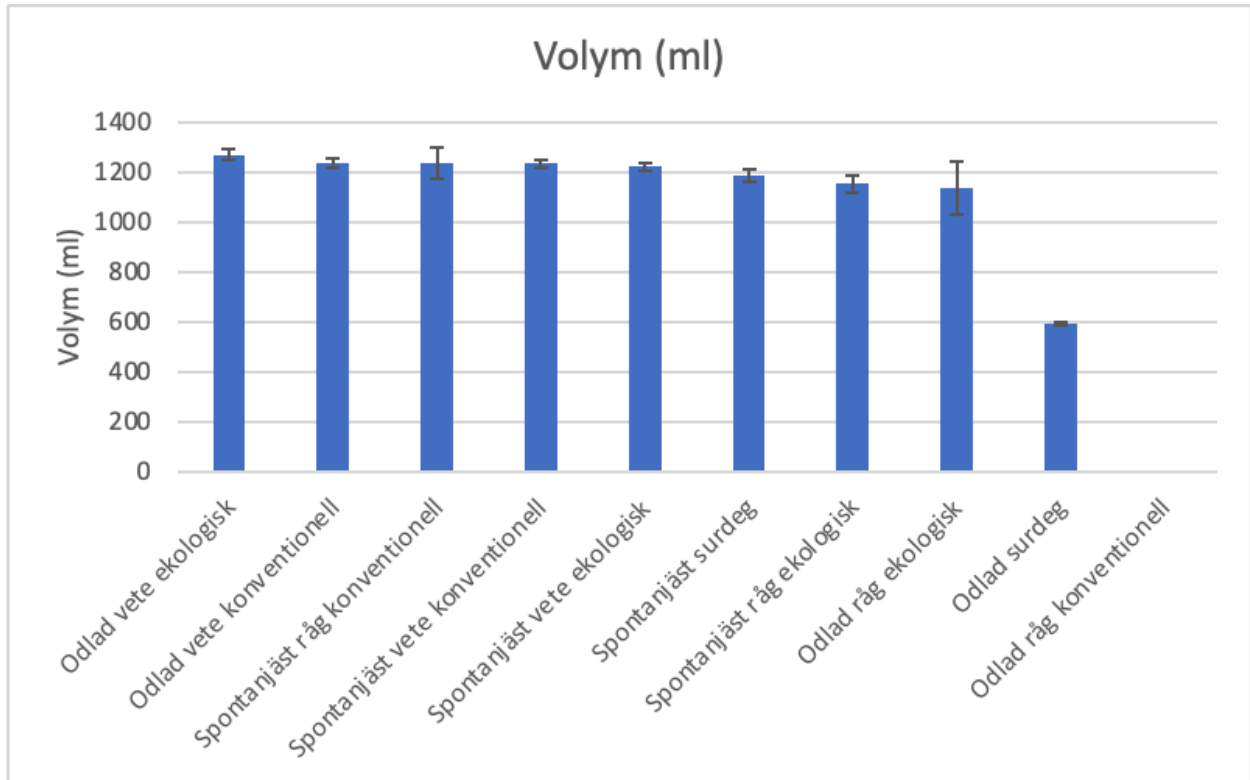




Figur 1.7: Bilden visar bröd bakade med de olika vetesurdegarna.

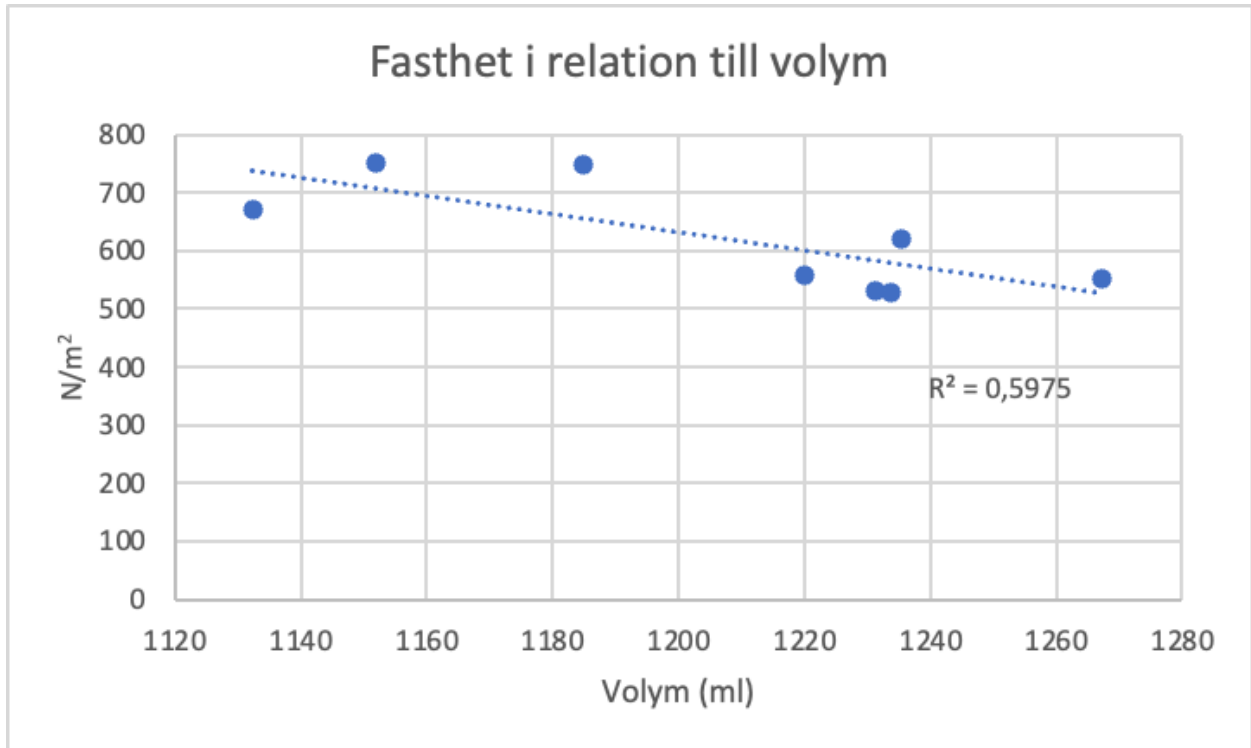
Figur 1:7 visar hur brödets inkräm visuellt såg ut efter avbakningen för de olika vetesurdegarna. Figuren visar att brödet bakat på den odlade surdegen har lägst volym medan övriga bröd visuellt ser jämna ut i storlek och volym.

## Volym och texturmätning



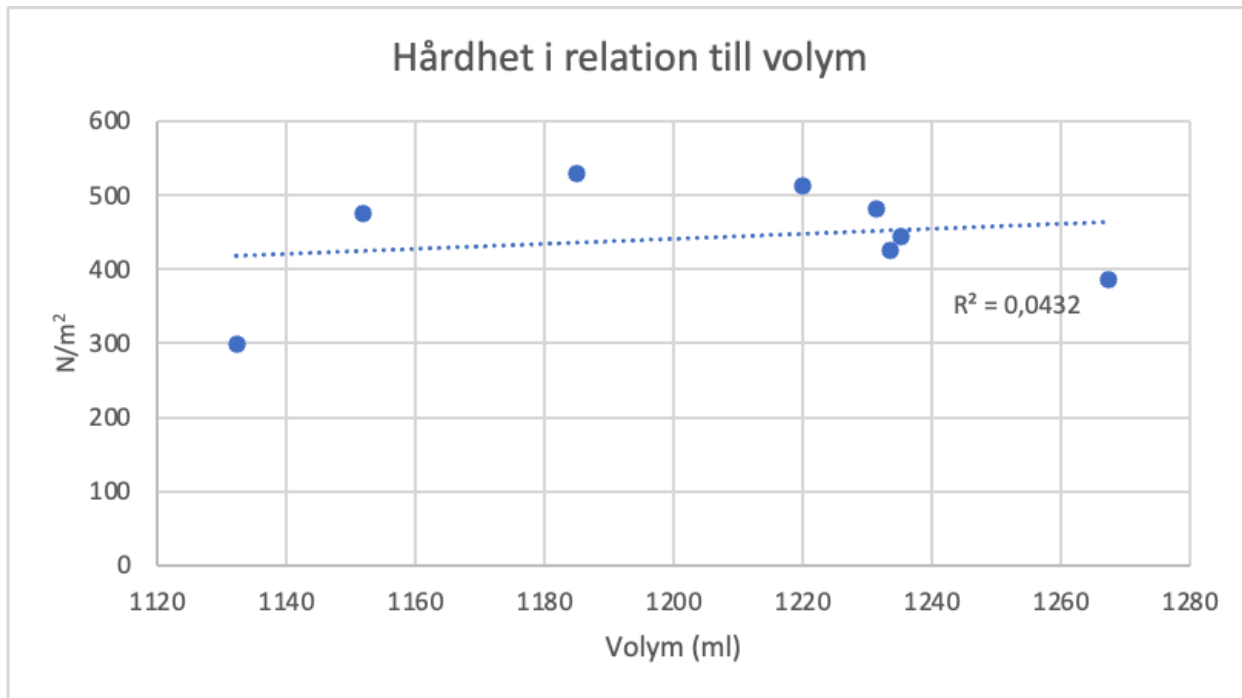
Figur 1.8: Diagrammet visar resultaten från volymmätningar, organiserad från högst till lägst volym.

Figur 1:8 visar att bröden bakade med odlade surdegen som förnyats med ekologiskt vete hade högst volym, medan bröden bakade med den odlade surdegen hade lägst volym. Data saknas från bröden bakade med den odlade surdegen som förnyats med konventionellt råg.



Figur 1.9: Diagrammet visar brödens fasthet i relation till dess volym.

$R^2$ -värdet i figur 1:9 visar att det inte finns en stark korrelation mellan brödets fasthet och volym. Data saknas från den odlade surdegen samt den odlade surdegen som förnyats med konventionell råg och datan från dessa surdegar är därför inte med i diagrammet.



Figur 1.10: Diagrammet visar brödets hårdhet i relation till dess volym.

$R^2$ -värdet i figur 1:10 visar att det inte finns en korrelation mellan brödets hårdhet och volym. Fullständig data saknas från den odlade surdegen samt den odlade surdegen som förnyats med konventionell råg och datan från dessa surdegarna är därför inte med i diagrammet.

## Diskussion

### *Bakgrund*

I arbetet valde vi att använda surdeg av typ 1 som förnyas dagligen, då denna surdegstyp var mest lämplig för arbetet som gjordes. Vidare valde vi att använda oss av fullkornsmjöl när surdegarna förnyades för att undersöka om hypotesen i arbetet stämde.

Vidare beskrivs det i bakgrunden hur ekologiskt siktat vetemjöl visat på sämre bakegenskaper än konventionellt odlat, vilket är anledningen till att vi valde att baka med konventionellt odlat vete vid bakningen av bröden. I det siktade höst & vårvetemjölet som användes i provbakningen fanns ingen tillsats av askorbinsyra.

### *Mikrobiologiska analyser av grundsurdegarna och pH-mätning*

Arbetets första del inleddes av mikrobiologiska analyser på grundsurdegarna. Som figur 1.1 visar kunde vi se att den spontanjästa surdegen innehöll fler mikroorganismer på alla testade agar, och

att det fanns en signifikant skillnad mellan surdegarna. Detta var väntat, då den köpta surdegen inte förnyats på länge och mikroorganismerna i surdegen troligtvis fått slut på föda och dött.

Vidare visade pH mätningen, se figur 1:4 att den odlade surdegen var surast, även fast den innehöll färre mjölksyrabakterier jämfört med den spontanjästa. Eftersom vi inte identifierat vilka mjölksyrabakterier som finns i respektive surdeg vet vi inte säkert vad detta beror på, men antagligen innehåller den odlade surdegen mjölksyrabakterier som producerar mer ättiksyra än mjölksyra, vilket så fall skulle kunna förklara den surare miljön.

### *Mjölet*

Samma mikrobiologiska analyser gjordes även på mjölet som surdegarna förnyades med, som visade att det fanns en signifikant skillnad mellan det konventionella rågmjölet och det ekologiska rågmjölet i total antal bakterier. Men vår hypotes om att det skulle finnas fler mikroorganismer i det ekologiska mjölet som inte behandlats med kemiska bekämpningsmedel motbevisades då det konventionella rågmjölet innehöll fler mikroorganismer. Dock vet vi inte om spannmålen som användes i arbetet behandlats med kemiska bekämpningsmedel eller inte, då detta endast görs vid angrepp. Vidare analyserades även jäst och mögel innehållet och där fanns inga signifikanta skillnader mellan odlingsmetoderna. Även mjölksyrabakterier testades men gav inga resultat, då mjölksyrabakterier behöver en gynnsam miljö för att växa till, vilket inte finns i ett torrt mjöl.

### *Ny mikrobiologisk analys av surdegarna efter 32 dagar samt pH mätning*

Efter 32 dagar upprepades de mikrobiologiska analyserna men nu på 8 olika surdegarna som dagligen förnyats med de olika fullkornsmjölena. Även pH-värdet mättes på nytt. Det vi kan se är att de tidigare signifikanta skillnaderna mellan grundsurdegarna i stort sett försvunnit. Det fanns endast 3 signifikanta skillnader när surdegarna som haft respektive grundsurdeg som bas, jämfördes efter 32 dagar vilket visas i tabell 3. Den odlade surdegen som i de inledande analyserna hade minst log cfu/g har efter 32 dagar gått om den spontanjästa surdegen i antalet mikroorganismer per gram surdeg i många analyser. Detta tyder på att den odlade surdegen är komplex och är en bra grund att bygga på, så länge den förnyas några gånger innan användning.

De mikrobiologiska analyserna visade att den spontanjästa surdegen hade signifikant högre antal av mjölksyrabakterier och jäst och mögel i två fall jämfört med den odlade surdegen.

Däremot hade den odlade surdegen fler mjölksyrabakterier i en av surdegarna. I övrigt fanns inga signifikanta skillnader mellan grupperna, men däremot inom samma surdeg förnyad med konventionellt mjöl jämfört med ekologiskt.

I den odlade surdegen fanns det fler total antal bakterier i ekologisk råg jämfört med konventionell råg, vilket styrker vår tidigare hypotes.

I den spontanjästa surdegen fanns mer jäst och mögel i surdegen som förnyats med ekologisk råg jämfört med konventionell råg, likaså i surdegen med ekologiskt vete jämfört med konventionellt vete. Återigen styrker detta vår inledande hypotes. Däremot fanns det i båda surdegarna fler mjölksyrabakterier i konventionellt vete än ekologiskt vete vilket inte var förväntat.

Figur 1.2 visar att tillväxten av total antal bakterier är högst i den odlade surdegen som förnyats med ekologisk råg och ekologisk vete följt av den spontanjästa surdegen förnyad med ekologisk råg. Detta styrker vår teori om att det ekologiska mjölet bidrar till fler mikroorganismer i surdegen. Förvånande nog har den spontanjästa surdegen förnyad med ekologisk vete mindre antal totala bakterier än grundsurdegen hade. Varför det är så är svårt att resonera om.

För jäst och mögel har innehållet ökat i alla surdegarna jämfört med grundsurdegarna. Detta resultatet kan bero på att pH-värdet är högre i surdegarna efter 32 dagar jämfört med grundsurdegarna, vilket är en mer gynnsam miljö för jästsvamparna att växa till i. Högst innehåll av jäst och mögel innehöll den spontanjästa surdegen förnyade med ekologisk råg och ekologisk vete, och lägst innehåll hade den spontanjästa surdegen förnyad med konventionellt vete.

Tittar vi på pH i surdegarna har alla surdegarna efter 32 dagar ett högre pH än grundsurdegarna och rågsurdegarna har generellt ett lägre pH jämfört med vetesurdegarna, med undantag för den odlade surdegen förnyad med konventionell råg. Ökningen av pH-värdet jämfört med grundsurdegarna kan förklaras av den förändrade lagringstemperaturen. Grundsurdegarna har förvarats i kyl och olika mikrober trivs i olika levnadsförhållanden och temperaturer.

De mikrobiologiska förändringarna i surdegarna besvarar vår frågeställning om att mikroorganismerna i en surdeg förändras beroende på vilket spannmål den förnyas med, samt om spannmålet är ekologiskt eller konventionellt odlat. Däremot är det svårt att dra en slutsats om exakt hur de olika spannmålen påverkar surdegen eftersom vi inte identifierat stammarna som finns i surdegen. Mikrobiotan i surdegarna är väldigt komplex och det är många faktorer som påverkar varför en viss art av jäst- eller mjölksyrabakterier får en fördel att växa till. Små förändringar som exempelvis temperaturskillnader eller störningar i det mikrobiella samhället kan göra att den ena eller den andra arten får en optimal tillväxt. Det finns ingen fullständig kontroll av det man kan kalla husets mikrobiota, där det alltid finns en föroreningsnivå som kan påverka surdegarna, till skillnad från om det skulle förvarats i en labbmiljö. I det här arbetet har alla surdegarna förvarats i samma miljö under hela arbetets gång och utsatts för samma kontamineringsrisk, därför ser inte vi det som en felkälla. Samtidigt ger det oss svar på att

mikrobiologiskt innehåll i olika surdegsgrunder varierar, även om de förnyas med samma mjöl, och beror på mikrobiotans sammansättning.

### *Brödbakning och brödanalyser*

Innan avbakningen gjordes pH-mätning på den jästa degen. Figur 1:5 visar tydligt att den jästa deg från den odlade grundsurdeg hade ett högre pH-värde än resterande degar. Det kan kopplas ihop med resultatet från de mikrobiologiska analyserna som visade på det signifikant lägre innehållet av mjölksyrabakterier jämfört med övriga surdegar i arbetet. Även det låga jäst och mögel innehållet visade sig tydligt på bakresultatet då denna degen inte hade jäst ordentligt, om ens alls. Figur 1.7 visar en tydlig bild på det dåliga resultatet från bakningen. Resultatet visar också att surdegen inte är lämplig att baka med som den är, trots att detta står på förpackningen. Däremot ger den bevisligen en bra grund att bygga på om den förnyas kontinuerligt, vilket gjordes i arbetet.

Då brödegarna tillverkades på två olika dagar finns en viss felkälla i varierande rumstemperatur samt luftfuktighet, vilket delvis styrs av utomhusvädret. Uppdelningen möjliggjorde däremot att alla surdegar som förnyats med råg tillverkades en dag, och alla surdegar som förnyats med vete tillverkades en annan dag. Varje batch hade dokumenterad information kring jäsningstid, och de bröd som i rumstemperatur först jäste upp till brödformens kant bestämde jäsningstiden för övriga bröd. Detta gjorde att alla bröd inte jäste till optimal storlek innan de sattes i kyl för vidare jäsning. Detta gjorde även att degarna som tillverkades med surdegarna som förnyats med vete jäste en timme längre i rumstemperatur jämfört med degarna som tillverkats med surdeg som förnyats med råg. Därför ska bröden tillverkade med surdeg från de olika spannmålen jämföras med försiktighet då de haft olika förutsättningar.

Ett annat resultat som var överraskande var att de surdegar som låg långt ner i antal mjölksyrabakterier i de mikrobiologiska odlingarna hade lägst pH i degen. En försiktig slutsats som kan dras av det är att det inte handlar om antalet mjölksyrabakterier som finns i surdegen, utan vilka syror bakterierna producerar. Lägre pH hämmar ju även jästsvamparnas tillväxt, men brödet med högst volym var samma bröd som hade lägst pH i degen. Detta kräver vidare analysering för att någon slutsats ska kunna dras.

Tyvärr kunde inte alla bröd testas i volymmätaren då vissa var så porösa att de gled ner på metallproben. Detta gör att det inte finns några resultat på bröden bakat med den odlade surdegen som förnyats med konventionellt råg. Däremot gick det att utföra texturmätning på dessa bröd. Det gick heller inte att utföra några tester på "fasthet" på bröd från den odlade grundsurdegen då texturen på dessa bröd var för olik bröd konsistens. Därför har resultat från volym och texturmätningen från dessa bröd uteslutits i figur 1:8 samt figur 1:9.

## Slutsats

Resultatet av de mikrobiologiska odlingarna samt bakningen visar på att surdegar behöver förnyas regelbundet för att ge bra bakegenskaper. Vidare har arbetet visat vissa tendenser på att det mikrobiologiska innehållet förändras beroende på vilken surdeg som används som bas. Resultaten har även visat att ekologiskt odlat spannmål inte alltid ger högre tillväxt av mikrober i surdegen. Det går inte att se ett samband mellan antalet mikroorganismer i en surdeg och bröds volym och textur.

Vidare undersökningar rekommenderas att göras inom området, exempelvis genom att identifiera vilka stammar som finns i surdegen och hur dessa förändras över tid beroende på vilket spannmål, och hur detta har odlats, surdegen förnyas med. Vidare är forskning om lagringstemperaturens påverkan på surdegens mikrobiologiska innehåll också att rekommendera.



## Referenser

AACC internationals, (1995). Metod 74-09. *Bread firmness*.

<https://img67.chem17.com/1/20170312/636249351441623177119.pdf>

Furugren, B. (2018) *Vegetabilier Livsmedelskemi och matkunskap*. KFS AB i Lund.

De Angelis, M. et al. (2019) ‘Wholemeal wheat flours drive the microbiome and functional features of wheat sourdoughs’, *International Journal of Food Microbiology*, 302, pp. 35-46–46. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.009. [Hämtad 2024-04-21]

Finnie, S. (2017) *Wheat Flour. [Elektronisk resurs]*. Unspecified. Available at:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=cat07147a&AN=lub.6205757&site=eds-live&scope=site>. [Hämtad 2024-04-18]

Gupta, R.K., Gangoliya, S.S. and Singh, N.K. (2015) ‘Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains’, *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), pp. 676–684. doi:10.1007/s13197-013-0978-y. [Hämtad 2024-04-03]

Kansou, K. et al. (2013) ‘Modelling wheat flour dough proofing behaviour: effects of mixing conditions on porosity and stability’, *Food and Bioprocess Technology*. Edited by 01/01/2014, 6(8), pp. 2150–2164. doi:10.1007/s11947-012-0854-1. [Hämtad 2024-03-26]

Siew Wen Lau et al. (2021) ‘Sourdough Microbiome Comparison and Benefits’, *Microorganisms*, 9(7), p. 1355. doi:10.3390/microorganisms9071355. [Hämtad 2024-03-13]

Lopez, H. et al. (2001) ‘Prolonged fermentation of whole wheat sourdough reduces phytate level and increases soluble magnesium’, *JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY*, 49(5), pp. 2657–2662. doi:10.1021/jf001255z. [Hämtad 2024-04-03]

Minervini, F. et al. (2014) ‘Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough’, *International Journal of Food Microbiology*, 171, pp. 136–146. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.021. [Hämtad 2024-04-22]

Pontonio, E. et al. (2016) ‘How organic farming of wheat may affect the sourdough and the nutritional and technological features of leavened baked goods’, *International Journal of Food Microbiology*, 239, pp. 44–53. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.013.[Hämtad 2024-03-21]

Rizzello, C.G. *et al.* (2015) 'Organic Cultivation of *Triticum turgidum* subsp. durum Is Reflected in the Flour-Sourdough Fermentation-Bread Axis', *Applied & Environmental Microbiology*, 81(9), pp. 3192–3204. doi:10.1128/AEM.04161-14. [Hämtad 2024-03-21]

Wieser, H., Koehler, P. and Scherf, K.A. (2023) 'Chemistry of wheat gluten proteins: Quantitative composition', *Cereal Chemistry*, 100(1), pp. 36–55. doi:10.1002/cche.10553. [Hämtad 2024-03-22]

Laborationshandledning Lunds Universitet/ Fedkiv, Olexander & Prykhodko, Olena (2021).  
Livsmedlens mikrobiologiska grunder, YTHA73.

### Del 1: Tillverkning av substrat och sterilteknik

---

I allt mikrobiologiskt arbete är det viktigt att arbeta sterilt och undvika kontaminering. Vi måste kunna vara säkra på att vi verkligen analyserar de mikroorganismer som finns i provet och inte t.ex. de bakterierna som vi själva har på händerna eller i omgivning. All mikrobiologisk överföring mellan provet och omgivningen ska därför undvikas. Det finns olika typer av substrat som man använder för provsättning: PCA-agar används för **totalantal av bakterier**; MRS-agar är specifik för **mjölksyrabakterier**; VRBD-agar är specifik för *Enterobacteriaceae* och Malt-agar (MA) är specifik för **jäst och mögel svampar**.

#### i) Tillverkning av substrat

Beredning av Plate Count Agar (PCA):

1. Väg upp 18 g av substrat pulver på ett vågskepp.
2. Överför pulvret till en 1000 mL E-kolv.
3. Tillsätt 800 ml dH<sub>2</sub>O
4. Placera magnetloppa och värma upp blandningen på värmeplattan under omrörning tills agaren helt upplöst (när man inte kan se några agarkorn)
5. Märk upp 2st 500 ml flaskor med agartyp (PCA). Använd speciella autoklav tejp
6. Fördela agar i flaskor (ca 400 ml agar i varje flaska)
7. Lossa flask-korkarna så bara första gången är iskruvad.
8. Lämna till handledaren att autoklavera.
9. Efter autoklavering, sätt flaskorna i tempererat vattenbad (50°C).
10. Låt stå ca 30 min tills flaskorna håller ca 50°C.
11. Flaskorna ska stå kvar i vattenbadet tills användning

Beredning av MRS agar (de Man, Rogosa and Sharpe):

1. Väg upp 54,6 g av substrat pulver på ett vågskepp.
2. Överför pulvret till en 1000 mL E-kolv.
3. Tillsätt 800 ml dH<sub>2</sub>O
4. Placera magnetloppa och värma upp blandningen på värmeplattan under omrörning tills agaren helt upplöst (när man inte kan se några agarkorn)
5. Märk upp 2st 500 ml flaskor med agartyp (MRS). Använd speciella autoklav tejp
6. Fördela agar i flaskor (Det blir ca 400 ml agar i varje flaska)
7. Lossa flask-korkarna så bara första gången är iskruvad.
8. Lämna till handledaren att autoklavera.
9. Efter autoklavering, sätt flaskorna i tempererat vattenbad (50°C).
10. Låt stå ca 30 min tills flaskorna håller ca 50°C.
11. Flaskorna ska stå kvar i vattenbadet tills användning

### Beredning av Malt extract agar (MA):

1. Mät upp 38,4 g av agarpulver på ett vågskepp.
2. Överför agarpulvret till en 1000 mL E-kolv.
3. Tillsätt 800 ml dH<sub>2</sub>O
4. Placera magnetloppa och värma upp blandningen på värmeplattan under omrörning tills agaren helt upplöst (när man inte kan se några agarkorn)
5. Märk upp 2st 500 ml flaskor med agartyp (MA). Använd speciella autoklav tejp
6. Fördela agar i flaskor (Det blir ca 400 ml agar i varje flaska)
7. Lossa flask-korkarna så bara första gängen är iskruvad.
8. Lämna till handledaren att autoklavera.
9. Efter autoklavering, sätt flaskorna i tempererat vattenbad (50°C).
10. Låt stå ca 30 min tills flaskorna håller ca 50°C.
11. Börja med gjutning

### Provsättning för MA

1. Ta fram de petriskålar som hör till det livsmedlet du ska sätta.
2. Sortera petriskålarna **efter spädning**.
3. Börja med den högsta spädningen, t.ex -2. Ta 0,1 ml vätska från spädrör -2 och släpp droppen på agarn i den petriskål som är märkt -2.
4. Häll ca 5 glaskulor i varje petriskål. Sätt på locken efter varje.
5. Fördela glaskulorna genom att göra en liggande 8:a med handleden.
6. Häll ut glaskulorna i plastpåse monterad på plasthink.
7. Fortsätt på samma sätt med alla petriskålar för det aktuella livsmedlet.
8. Fortsätt på samma sätt med de andra livsmedlen.

### Inkubera petriskålar

1. Sortera petriskålarna **efter agartyp**.
2. Vänd alla plattor upp och ner.
3. Lägg ner varje agartyp-plattor för sig i avlånga plastpåsar.
4. Tejpa ihop med frystejp.
5. Märk påsarna med agartyp, kursnamn och när de är färdiginkuberade (se Tabell 3).
6. Inkubera varje agarsort i rätt inkubator, se tabell 3. **OBS! MRS plattor måste inkuberas i anaerob miljö.** Använd påsar med syrebindande reagensblandning vilken också producerar koldioxid. Vatten tillsätts för att starta reaktionen. Fråga handledare hur många påsar behöver ni per grupp och hur tillsätter man vatten.

**Tabell 3.** Inkubationstemperaturer och inkubationstider för de olika mikroorganismerna.

Mikroorganism	Agartyp	Inkubationstemperatur	Inkubationstid
Totalantal	PCA	30°C	72 h
<i>Enterobacteriaceae</i>	VRBD	37°C	24 h
Mjölksyrabakterier	MRS	37°C	72 h
Jäst & mögel	Malt	25°C = rumstemperatur	5-7 dagar

7. Handledaren tar ut plattorna efter rätt inkubationstid. Dessa plattor placeras i kylen och användas vid nästa laborationstillfälle.

## Bilaga 2

Tabell för signifikant mikrobiologisk skillnad mellan surdegarna

Mellan:	Signifikant skillnad? Ja/Nej	P-värde
Odlad råg kon /Odlad råg eko	PCA <b>Ja</b> MRS Nej MA Nej	PCA <b>0,0325</b> MRS MA
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst råg eko	PCA Nej MRS Nej MA <b>Ja</b>	PCA MRS MA <b>0,040</b>
Odlad råg kon/ Spontanjäst råg kon	PCA Nej MRS Nej MA Nej	PCA MRS MA
Odlad råg eko / spontanjäst råg eko	PCA Nej MRS <b>Ja</b> MA Nej	PCA MRS <b>0,006</b> MA
Odlad råg kon / Odlad vete kon	PCA Nej MRS Nej MA Nej	PCA MRS MA
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst vete kon	PCA Nej MRS Nej MA Nej	PCA MRS MA
Odlad råg eko / Odlad vete eko	PCA Nej MRS <b>Ja</b> MA Nej	PCA MRS <b>0,001</b> MA
Spontanjäst råg eko/ Spontanjäst vete eko	PCA Nej MRS Nej MA Nej	PCA MRS MA
Odlad vete kon / Odlad vete eko	PCA Nej MRS <b>Ja</b> MA Nej	PCA MRS <b>0,010</b> MA
Spontanjäst vete kon / Spontanjäst vete eko	PCA Nej MRS Ja MA <b>Ja</b>	PCA MRS <b>0,007</b> MA <b>0,011</b>
Odlad vete eko / spontanjäst vete eko	PCA Nej MRS Nej MA <b>Ja</b>	PCA MRS MA 0,032
Odlad vete kon/ spontanjäst vete kon	PCA MRS <b>Ja</b> MA	PCA MRS <b>0,017</b> MA Nej
Mjöl Råg kon/ råg Eko	PCA <b>Ja</b> MRS Nej MA Nej	PCA <b>0,014</b> MRS MA
Mjöl Vete Kon/ vete eko	PCA Nej MRS Nej MA Nej	PCA MRS MA

Mjöl Råg kon/ vete kon	PCA	MRS	MA	PCA	MRS	MA
Mjöl Vete Eko/ Råg eko	PCA	MRS	MA	PCA	MRS	MA

### Bilaga 3

Tabell för signifikant volym skillnad:

Volym mellan:	Signifikant skillnad? Ja/Nej	P-värde
Odlad råg kon /Odlad råg eko	<i>Inget data för odlad råg konventionell</i>	
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst råg eko	Nej	
Odlad råg kon/ Spontanjäst råg kon	<i>Inget data för odlad råg konventionell</i>	
Odlad råg eko / spontanjäst råg eko	Nej	
Odlad råg kon / Odlad vete kon	<i>Inget data för odlad råg konventionell</i>	
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst vete kon	Nej	
Odlad råg eko / Odlad vete eko	Nej	
Spontanjäst råg eko/ Spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad vete kon / Odlad vete eko	Nej	
Spontanjäst vete kon / Spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad vete eko / spontanjäst vete eko	Ja	0,040
Odlad vete kon/ spontanjäst vete kon	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg / Spontanjäst Råg kon	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg /	Nej	

spontanjäst Råg eko		
Spontanjäst grundsurdeg / spontanjäst vete kon	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg / spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad grundsurdeg / odlad råg kon	Nej	
Odlad grundsurdeg / odlad råg eko	Ja	0,012
Odlad grundsurdeg / odlad vete kon	Ja	0,000023
Odlad grundsurdeg / odlad vete eko	Ja	0,000075
Odlad grundsurdeg / spontanjäst grundsurdeg	Ja	0,00022



## Bilaga 4

Tabell för signifikant skillnad i fasthet

Fasthet mellan:	Signifikant skillnad? Ja/Nej	P-värde
Odlad råg kon /Odlad råg eko	Nej	
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst råg eko	Ja	0,000072
Odlad råg kon/ Spontanjäst råg kon	Nej	
Odlad råg eko / spontanjäst råg eko	Nej	
Odlad råg kon / Odlad vete kon	Nej	
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst vete kon	Nej	
Odlad råg eko / Odlad vete eko	Nej	
Spontanjäst råg eko/ Spontanjäst vete eko	Ja	0,012
Odlad vete kon / Odlad vete eko	Nej	
Spontanjäst vete kon / Spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad vete eko / spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad vete kon/ spontanjäst vete kon	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg / Spontanjäst Råg kon	Ja	0,000009

Spontanjäst grundsurdeg / spontanjäst Råg eko	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg / spontanjäst vete kon	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg / spontanjäst vete eko	Ja	0,016
Odlad grundsurdeg / odlad råg eko		
Odlad grundsurdeg / odlad vete kon		
Odlad grundsurdeg / odlad vete eko		
Odlad grundsurdeg / odlad råg kon		
Odlad grundsurdeg / spontanjäst grundsurdeg		

## Bilaga 5

Tabell för signifikant skillnad i hårdhet

Hårdhet mellan:	Signifikant skillnad? Ja/Nej	P-värde
Odlad råg kon /Odlad råg eko	Nej	
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst råg eko	Nej	
Odlad råg kon/ Spontanjäst råg kon	Nej	
Odlad råg eko / spontanjäst råg eko	Nej	
Odlad råg kon / Odlad vete kon	Nej	
Spontanjäst råg kon / Spontanjäst vete kon	Nej	
Odlad råg eko /Odlad vete eko	Nej	
Spontanjäst råg eko/ Spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad vete kon /Odlad vete eko	Nej	
Spontanjäst vete kon /Spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad vete eko / spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad vete kon/ spontanjäst vete kon	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg / Spontanjäst Råg kon	Ja	0,047
Spontanjäst grundsurdeg /	Nej	

spontanjäst Råg eko		
Spontanjäst grundsurdeg / spontanjäst vete kon	Nej	
Spontanjäst grundsurdeg / spontanjäst vete eko	Nej	
Odlad grundsurdeg / odlad råg kon	Ja	0,028
Odlad grundsurdeg / odlad råg eko	Ja	0,027
Odlad grundsurdeg / odlad vete kon	Ja	0,029
Odlad grundsurdeg / odlad vete eko	Ja	0,028
Odlad grundsurdeg / spontanjäst grundsurdeg	Ja	0,032

# Bilaga 6

## Rådata från mikrobiologiska odlingar

Surdeg	Medium	Spädning	CFU	CFU/g	Log	Medium	Spädning	CFU	CFU/g	Log	Medium	Spädning	CFU	CFU/g	Log	MEDEL	
Odlad	PCA	-1		0	#NUM!	MA	-1		0	#NUM!	MRS	-1		#VALUE!	#VALUE!		
		-2		0	#NUM!		-2		0	#NUM!		-2		#VALUE!	#VALUE!		
		-3	105	1050000	6,021189299		6,02	-3	44	4400000		6,643452676	6,81	-3	208	20800000	7,318063335
		-4		0	#NUM!		5,94	-4	5	5000000		6,698970004	6,92	-4	29	29000000	7,462397998
		-5	7	700000	5,84509804			-5	14	14000000		7,146128036		-5	41	41000000	7,612783857
		-6		0	#NUM!			-6	3	30000000		7,477121255		-6	2	20000000	7,301029996
		-7		0	#NUM!			-7		0		#NUM!		-7	6	60000000	7,77815125
		-8		0	#NUM!			-8		0		#NUM!		-8		0	#NUM!
		-9		0	#NUM!			-9		0		#NUM!		-9		0	#NUM!
		-10		0	#NUM!			-10		0		#NUM!		-10		0	#NUM!
Spontanjäst	PCA	-1		0	#NUM!	MA	-1		0	#NUM!	MRS	-1		0	#NUM!		
		-2		0	#NUM!		-2		0	#NUM!		-2		0	#NUM!		
		-3	159	1590000	7,201397124		7,08	-3		0		#NUM!	-3		0	#NUM!	
		-4	92	9200000	6,96378727		7,01	-4	67	67000000		7,826074803	7,86	-4	300	30000000	8,477121255
		-5	15	1500000	7,176091259		7,24	-5	77	77000000		7,886490725	8,11	-5	300	30000000	8,477121255
		-6	7	7000000	6,84509804			-6	24	240000000		8,380211242		-6	26	26000000	8,414973348
		-7	3	30000000	7,477121255			-7	7	700000000		7,84509804		-7	37	370000000	8,568201724
		-8	1	10000000	7			-8	1	100000000		8		-8	6	600000000	8,77815125
		-9		0	#NUM!			-9		0		#NUM!		-9		0	#NUM!
		-10		0	#NUM!			-10		0		#NUM!		-10		0	#NUM!

Surdeg	Medium	Spädning	CFU	CFU/g	Log	Medium	Spädning	CFU	CFU/g	Log	Medium	Spädning	CFU	CFU/g	Log	
RÅG	Odlad	Konventionell PCA	-2		0	#NUM!	MRS	-3		0	#NUM!	MA	-3		0	#NUM!
			-3	156	15600000	7,19		-4	118	118000000	8,07		-4		0	#NUM!
			-4	167	16700000	7,22		-5	4	40000000	7,60		-5	93	930000000	8,97
			-5	11	11000000	7,04		-6	4	40000000	7,60		-6	106	1060000000	9,03
			-5	1	10000000	7		-6		0	#NUM!		-6	4	400000000	8,60
	Spontanjäst	Eko PCA	-2		0	#NUM!	MRS	-3		0	#NUM!	MA	-3		0	#NUM!
			-3	354	35400000	7,55		-4	168	168000000	8,23		-4		0	#NUM!
			-4	279	27900000	7,45		-5	13	130000000	8,11		-5	59	590000000	8,77
			-5	25	25000000	7,40		-6	18	180000000	8,26		-6	57	570000000	8,76
			-5	27	27000000	7,43		-6	1	100000000	8		-6	1	100000000	8,00
Vete	Odlad	Konventionell PCA	-2		0	#NUM!	MRS	-3		0	#NUM!	MA	-3		0	#NUM!
			-3	140	14000000	7,15		-4	24	240000000	7,38		-4		0	#NUM!
			-4	150	15000000	7,18		-5	25	250000000	7,40		-5	280	280000000	8,45
			-5	15	15000000	7,18		-6		0	#NUM!		-6	31	310000000	8,49
			-5	13	13000000	7,11		-6	7	700000000	8,85		-6	23	230000000	8,36
	Spontanjäst	Eko PCA	-2		0	#NUM!	MRS	-3		0	#NUM!	MA	-3		0	#NUM!
			-3	273	27300000	7,44		-4	126	126000000	8,10		-4		0	#NUM!
			-4	188	18800000	7,27		-5	88	88000000	7,94		-5	46	460000000	8,66
			-5	20	20000000	7,30		-6	9	90000000	7,95		-6	83	830000000	8,92
			-5	12	12000000	7,08		-6	1	100000000	8		-6	7	700000000	8,85
RÅG	Odlad	Konventionell PCA	-2	ttc	#VALUE!	#VALUE!	MRS	-3		0	#NUM!	MA	-3		0	#NUM!
			-3	153	15300000	7,18		-4	78	78000000	7,89		-4		0	#NUM!
			-4	209	20900000	7,32		-5	59	59000000	7,77		-5	32	320000000	8,51
			-5	20	20000000	7,30		-6	13	130000000	8,11		-6	19	190000000	8,28
			-5	6	6000000	6,78		-6	11	110000000	8,04		-6	1	100000000	8,00
	Spontanjäst	Eko PCA	-2	ttc	#VALUE!	#VALUE!	MRS	-3		0	#NUM!	MA	-3		0	#NUM!
			-3	289	28900000	7,46		-4	38	38000000	7,58		-4		0	#NUM!
			-4	17	17000000	7,23		-5	67	67000000	7,83		-5	23	230000000	8,36
			-5	27	27000000	7,43		-6	3	30000000	7,48		-6	28	280000000	8,45
			-5	1	10000000	7		-6	4	40000000	7,60		-6	1	100000000	8,00
Vete	Konventionell PCA	-2	ttc	#VALUE!	#VALUE!	MRS	-3		0	#NUM!	MA	-3		0	#NUM!	
		-3	148	14800000	7,17		-4	176	176000000	8,245512668		-4		0	#NUM!	
		-4	179	17900000	7,25		-5	210	210000000	8,32219295		-5		0	#NUM!	
		-5	18	18000000	7,26		-6	19	190000000	8,278753601		-6	9	900000000	7,95	
		-5		0	#NUM!			-6		0		#NUM!		-6	2	200000000

# MJÖL

		Spontanje											
		RÅG											
		VETE											
Konv		-4	9	9000000	6,95	-5	16	16000000	8,204119983	-5	22	220000000	8,34
		-5	1	10000000	7	-6	1	100000000	8	-6	1	100000000	8,00
		-5	0	0	#NUM!	-6		0	#NUM!	-6	2	200000000	8,30
Eko	PCA	-2	0	0	#NUM!	-3		0	#NUM!	-3		0	#NUM!
		-2	0	0	#NUM!	-3		0	#NUM!	-3		0	#NUM!
		-3	168	16800000	7,23	-4	43	43000000	7,63	-4		0	#NUM!
		-3	153	15300000	7,18	-4	37	37000000	7,57	-4		0	#NUM!
		-4	4	4000000	6,60	-5	7	70000000	7,85	-5	49	490000000	8,69
		-4	8	8000000	6,90	-5	2	20000000	7,30	-5	30	300000000	8,48
		-5	1	10000000	7	-6	1	100000000	8	-6	10	100000000	9,00
		-5	1	10000000	7	-6		0	#NUM!	-6	4	400000000	8,60
Konventionell	PCA	0	0	0		-2		0		-1	39	390000	5,59
		0	0	0		-2		0		-1	41	410000	5,61
		-1	43	43000	4,63	-3		0		-2	4	400000	5,60
		-1	45	45000	4,65	-3		0		-2	6	600000	5,78
		-2	5	50000	4,70	-4		0		-3	1	1000000	6,00
		-2	7	70000	4,85	-4		0		-3	1	1000000	6,00
		-3		0									
		-3		0									
Eko	PCA	0	0	0		-2		0		-1	27	270000	5,43
		0	0	0		-2		0		-1	8	80000	4,90
		-1	14	14000	4,15	-3		0		-2	1	100000	5,00
		-1	8	8000	3,90	-3		0		-2		0	#NUM!
		-2	1	10000	4,00	-4		0		-3	1	1000000	6,00
		-2	3	30000	4,48	-4		0		-3		0	
		-3		0									
		-3		0									
Konventionell	PCA	0	0	0		-2		0		-1	44	440000	5,64
		0	0	0		-2		0		-1	38	380000	5,58
		-1	41	41000	4,61	-3		0		-2	7	700000	5,85
		-1	37	37000	4,57	-3		0		-2	5	500000	5,70
		-2	9	90000	4,95	-4		0		-3	3	3000000	6,48
		-2	4	40000	4,60	-4		0		-3	3	3000000	6,48
		-3	1	100000	5								
		-3		0									
Eko	PCA	0	0	0		-2		0		-1	38	380000	5,58
		0	0	0		-2		0		-1	31	310000	5,49
		-1		0		-3		0		-2	3	300000	5,48
		-1	81	81000	4,91	-3		0		-2	3	300000	5,48
		-2	2	20000	4,30	-4		0		-3	1	1000000	6,00
		-2	4	40000	4,60	-4		0		-3	1	1000000	6,00
		-3		0									
		-3		0									

## Rådata texturmätning

Texturmätning	FIRMNESS	TESTNAMN	TESTNAMN	Hardness	Resilience	Cohesion	Springiness	Gumminess	Chewiness	Adhesiveness
Spontanjäst surdeg	744,9	10	30	532,57	72,508	0,924	99,601	491,873	489,91	-0,552
	757,67	11	31	527,659	70,467	0,897	96,407	473,56	456,546	-0,07
	740,73	12	32	525,767	69,236	0,895	96,008	470,476	451,694	-0,443
Spontanjäst råg ekologisk	737,85	13	33	512,768	73,224	0,907	101,796	465,138	473,494	-0,369
	750,49	14	34	360,186	70,536	0,889	93,812	320,191	300,379	-1,321
	767,16	15	35	553,688	72,002	0,903	95,21	500,24	476,276	-1,312
Spontanjäst råg konventionell	515,68	16	36	421,846	71,474	0,902	97,006	380,689	369,291	-1,091
	533,84	17	37	388,085	72,392	0,912	99,8	353,789	353,083	-0,6
	531,2	18	38	468,324	72,32	0,908	99,8	425,446	424,597	-0,129
Odlad råg ekologisk	532,66	19	39	266,874	69,198	0,88	95,609	234,843	224,531	-0,657
	694,62	20	40	378,385	71,144	0,905	97,006	342,383	332,132	-0,446
	784,12	21	41	250,729	70,161	0,885	96,607	221,928	214,397	-0,387
Odlad råg konventionell	547,97	22	42	348,269	70,004	0,903	99,601	314,405	313,15	-1,782
	575,83	23	43	397,385	72,652	0,923	93,413	366,677	342,524	-3,012
	646,48	24	44	320,294	72,977	0,909	96,008	290,993	279,376	-0,687
Odlad surdeg		ej resultat	13	3390,624	64,876	0,872	90,818	2955,906	2684,505	-30,605
			14	4135,841	64,255	0,872	91,816	3607,391	3312,175	-47,965
		PROVNAMN	15	2383,027	67,427	0,887	87,425	2114,167	1848,313	-11,92
Spontanjäst vete konventionell	507,58	3	1	523,668	69,026	0,884	97,206	462,817	449,884	-3,788
	401,65	4	2	447,422	70,461	0,907	94,012	405,951	381,642	-1,745
	687,8	5	3	472,574	70,187	0,897	99,8	423,678	422,832	-1,2027
Spontanjäst vete ekologisk	588,14	12	10	424,281	70,983	0,897	96,208	380,472	366,043	-1,371
	505,65	13	11	541,954	70,459	0,901	97,006	488,226	473,609	-0,833
	582,19	14	12	571,215	68,509	0,883	96,008	504,574	484,431	-3,161
Odlad vete konventionell	640,11	6	4	399,929	70,693	0,897	93,214	358,91	334,553	-3,866
	672,58	7	5	389,915	71,089	0,901	97,405	351,149	342,037	-0,65
	548,44	8	6	540,581	70,034	0,893	99,601	482,902	480,974	-2,211
Odlad vete ekologisk	525,94	9	7	427,136	71,293	0,909	95,01	388,149	368,78	-1,422
	552,23	10	8	418,69	70,886	0,904	99,8	378,681	377,925	-0,714
	573,95	11	9	310,955	72,424	0,902	96,208	280,445	269,809	-0,636

## Rådata volymmätning

Volymmätning									
Bröd:	Volym	Höjd	Bredd	Djup	Area	Max diameter	Shape/Ratio (höjd/width)		
Spontanjäst surdeg	1,164	184	109,7	102,9	637	117,7	1,68		
	1,179	191,7	101,8	95,5	646	110,6	1,88		
	1,212	193,3	115,1	97,4	656	111,3	1,68		
Spontanjäst råg ekologisk	1,113	187,2	101	91,2	633	102,3	1,85		
	1,177	191,3	100,1	94,7	648	107,5	1,91		
	1,166	192,1	101,1	106,2	646	113,2	1,9		
Spontanjäst råg konventionell	1,255	190,6	102,7	94	670	111,7	1,86		
	1,161	173,3	100,8	101,8	634	109	1,72	Kasade ner lite	
	1,285	186,8	109,3	114,7	674	120,1	1,71		
Odlad råg ekologisk	1,247	195,8	107,9	96,6	671	105,9	1,82		
	1,112	178,8	104,7	98,8	621	114,6	1,71		
	1,038	164,8	106,7	95	587	116	1,54	Kasade ner mycket	
Odlad råg konventionell	Kunde ej mäta, för mjuk								
	Kunde ej mäta, för mjuk								
	Kunde ej mäta, för mjuk								
Odlad surdeg	589	184	84,4	79,5	466	87,5	2,18		
	585	190,1	87,9	54,3	462	84,7	2,16		
	599	184,1	81,5	85,1	462	86,2	2,26		
Spontanjäst vete konventionell	1,226	192	105	104,4	657	109,8	1,83		
	1,218	192,1	103	89,2	654	110,4	1,87		
	1,25	191,6	106,9	94,7	666	108,4	1,79		
Spontanjäst vete ekologisk	1,207	190,6	106,2	107,7	658	108,9	1,79		
	1,214	192	110,6	106,4	658	110,1	1,74		
	1,239	193,6	113,8	106	663	110,2	1,7		
Odlad vete konventionell	1,23	190,2	100,6	105	661	114,7	1,89		
	1,254	189	116,3	101,9	664	116,4	1,62		
	1,222	188,9	107,8	113,7	656	118	1,75		
Odlad vete ekologisk	1,259	189,2	114,7	105	665	114,5	1,65		
	1,291	191,3	104,4	96,5	685	115,6	1,83		
	1,252	187,9	108,7	103,9	665	113,8	1,73		



## Rådata pH mätning

Prov	PH-värde surdeg	pH värde jäst deg	Skillnad
Spontanjäst	3,72	3,79	0,07
Spontanjäst vete ekologisk	3,95	3,76	-0,19
Spontanjäst vete konventionell	3,96	3,78	-0,18
Spontanjäst råg ekologisk	3,87	3,76	-0,11
Spontanjäst råg konventionell	3,91	3,76	-0,15
Odlad	3,69	4,52	0,83
Odlad vete ekologisk	3,93	3,62	-0,31
Odlad vete konventionell	3,92	3,77	-0,15
Odlad råg ekologisk	3,87	3,79	-0,08
Odlad råg konventionell	3,96	3,81	-0,15