

# Isterband av mjölmask

Produktutveckling samt sensoriska och näringsmässiga egenskaper

INSTITUTIONEN FÖR LIVSMEDELSTEKNIK | LUNDS UNIVERSITET  
EXAMENSARBETE FÖR HÖGSKOLEEXAMEN I LIVSMEDELSTEKNIK  
Marcus Jacobsen och Mattias Stenström | 2021

Handledare: Maria Glantz  
Examinator: Ia Rosenlind



# Förord

Detta examensarbete kom till som ett resultat av den lagändring som trädde i kraft den 1 oktober 2020 gällande insekter som humanföda. Examensarbetet avslutar en tvåårig högskoleutbildning i Livsmedelsteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Då personer och företag på olika sätt har varit inblandade i arbetet vill vi tacka samtliga företag och personer. Ett speciellt tack riktas till vår handledare Maria Glantz och vår examinator Ia Rosenlind för allt stöd under arbetets gång. Vi vill även rikta tack till följande personer, som har ägnat tid åt oss genom intervjuer och försedd information:

- Nils Österström med personal på Tebrito.
- Peter Andersson, Solina.
- Anders Engström, Bug Burger
- Mårten Carlsson, Lindvalls Chark

Lund 2021-05-18

**Stort tack för all hjälp!**

Marcus Jacobsen

Mattias Stenström

# Sammanfattning

Det är nu tillåtet att sälja mjölmask (*Tenebrio molitor*) för livsmedelskonsumtion och troligen kommer den att spela en stor roll i sökandet av framtidens proteinkällor. Mjölmaskens klimatavtryck är avsevärt mindre än för traditionella boskap och är därför av intresse. Insekter som människoföda är ett ganska oexploaterat område i Sverige och västvärlden. I samband med den nya lagstiftningen uppstod ett intresse till att bygga vårt examensarbete kring denna produkt.

Syftet med arbetet var att produktutveckla ett isterband där den konventionella proteinkällan var utbytt mot insekter för att avslutningsvis med hjälp av en testpanel få ett betyg för produktens helhetsupplevelse som livsmedel. Syftet var dessutom att jämföra näringsvärden och klimatpåverkan med traditionella isterband och dess traditionella proteinkällor.

Under de fem testkörningar som gjordes för att få fram ett isterband användes olika tillvägagångssätt och beredningsmetoder, där den femte skulle komma att bli den slutgiltiga receptet. Saltning, rökning och fermentering med tillsatt starterkultur var tre behandlingar som skulle spela en avgörande roll. Processerna gav utöver ett säkert livsmedel även smak och karaktär. Av det färdiga resultatet kunde ett sensoriskt test utföras av tio otränade testpersoner. Deltagarna svarade på frågor och lämnade kommentarer som skulle ge ett större perspektiv på det färdiga resultatet, mjölmaskisterband. Det utfördes sedan sex olika analyser på det färdiga mjölmaskisterbandet, vilka var vattenaktivitet, vattenhalt, proteinhalt, fetthalt, energiinnehåll och beräkning av kolhydrathalt.

Resultaten av det sensoriska testet för det slutgiltiga receptet av mjölmaskisterband och bedömarnas kommentarer anses som positiva. Det går att ta fram ett isterband med protein från insekter som smakar gott men produktutveckling krävs för att arbeta på de negativa delarna. Enligt de studier, rapporter och resultat från våra näringsvärdeanalyser som använts vid jämförelse av klimatavtryck av mjölmask och konventionellt kött, kan man definitivt påstå att mjölmaskkött ger ett lägre klimatavtryck och kräver mindre resurser vid jämförelsen av motsvarande mängd konventionellt kött. Ett isterband gjort på mjölmask istället för traditionella köttsorter som till exempel nöt och fläsk kommer i de flesta avseenden gällande näringsämnen vara ett bättre alternativ. Mjölmaskisterbandet kommer att ha mindre andel mättat fett och innehåller även mer av de essentiella fettsyrorerna än vad de gör i traditionella isterband gjort på fläsk eller nöt. Vitaminer och mineraler är dessutom teoretisk tillräckligt höga för att täcka en persons rekommenderade dagliga intag av vitaminer och mineraler associerade med animaliskt protein.

# Abstract

It is now allowed to sell mealworm (*Tenebrio molitor*) for food consumption, and it will probably play a major role in the search for future protein sources. The climate footprint of the mealworm is considerably smaller than for traditional livestock and is therefore of interest. Insects as human food is fairly unexploited in Sweden and the western world. In connection with the new legislation, an interest arose to base our master thesis around this product.

The aim of the work was to develop an isterband (a Swedish sausage) where the conventional protein source was exchanged with insect protein in order to, with the help of a test panel, obtain a rating for the product's overall experience as food. The aim was also to compare nutritional values and climate impact with traditional isterband and its traditional protein sources.

During the five test runs that were done to produce an isterband, different approaches and preparation methods were used, where the fifth would be the final recipe. Salting, smoking and fermentation with an added starter culture were three treatments that would play a crucial role. In addition to food safety, the processes also gave taste and character. From the finished result, a sensory test could be performed by ten untrained test persons. The participants answered questions and left comments that would give a greater perspective on the finished result, mealworm isterband. Six different analyses were then performed on the finished mealworm isterband, water activity, water content, protein content, fat content, energy content and calculation of carbohydrate content.

The results of the sensory test for the final recipe of mealworm isterband and the evaluators' comments were considered positive. It is possible to produce an isterband with protein from insects that taste good, but product development is required to work on the negative parts. According to the studies, reports and results from our nutritional value analyses used in comparing the climate footprint of mealworms and conventional meat, it can definitely be said that mealworm meat gives a lower climate footprint and requires less resources when comparing the corresponding amount of conventional meat. An isterband made on mealworm instead of traditional meat, such as beef and pork, will in most respects in terms of nutrients be a better alternative. The mealworm isterband will have a smaller proportion of saturated fat and also contains more of the essential fatty acids than they do in traditional isterband made on pork or beef. In addition, vitamins and minerals are theoretically high enough to cover a person's recommended daily intake of vitamins and minerals associated with animal protein.

## Innehållsförteckning

1	Introduktion .....	5
1.1	Syfte .....	6
1.2	Frågeställning .....	6
2	Bakgrund .....	7
2.1	Lagstiftning .....	7
2.2	Mjölmask .....	8
2.2.1	Mjölmasken och dess livscykel.....	8
2.2.2	Insektsallergi .....	9
2.2.3	Kitin.....	9
2.2.4	Näringsvärde av mjölmask (Litteraturdata) .....	10
2.3	Tebrito Studiebesök.....	11
2.4	Klimatpåverkan .....	13
2.3.1	Foder av restprodukter .....	13
2.4	Isterband .....	13
2.4.1	Historia.....	13
2.4.2	Fermentering.....	14
2.4.3	Starterkulturer för fermenteringsprocessen i livsmedel .....	15
2.4.4	Korvförgiftning av <i>Clostridium botulinum</i> .....	16
2.4.5	Natriumnitrit, E 250 .....	16
3	Materiel och metod.....	18
3.1	Produktutveckling .....	18
3.1.1	Materiel och livsmedel.....	18
3.1.2	Testkörning 1 - Ingredienser .....	19
3.1.3	Testkörning 2 - Provlagning av grovmalt isterband.....	19
3.1.4	Testkörning 3 - Provlagning av puréad isterband .....	20
3.1.5	Testkörning 4 - Mogning, rökning och tillagning .....	20
3.1.6	Testkörning 5 - Slutgiltigt recept.....	21
3.2	Sensorisk analys .....	22
3.3	Näringsvärdeanalyser.....	22
3.3.1	Materiel .....	22
3.3.2	Provberedning.....	23
3.3.3	Vattenaktivitet ( $a_w$ ).....	24
3.3.4	Vattenhalt.....	24
3.3.5	Proteinhalt.....	24

3.3.6 Fetthalt .....	25
3.3.7 Energiinnehåll .....	25
3.3.8 Kolhydrathalt .....	26
3.4 Jämförelse med litteratordata .....	26
3.4.1 Klimat.....	26
3.4.2 Näring .....	26
4 Resultat.....	28
4.1 Produktutveckling .....	28
4.1.1 Ingredienser .....	28
4.1.2 Mogning, rökning och tillagning .....	28
4.1.3 Slutgiltigt recept .....	28
4.2 Sensorik .....	30
4.3 Näringsvärde .....	32
4.4 Jämförelse med litteratordata .....	34
4.4.1 Klimatpåverkan .....	34
4.4.2 Näring .....	38
5 Diskussion .....	43
5.1 Produktutveckling .....	43
5.2 Klimatpåverkan.....	44
5.3 Näringsvärde .....	46
6 Slutsats .....	48
7 Referenser .....	49
Bilagor .....	53
Bilaga 1 .....	53
Bilaga 2 .....	59
Bilaga 3 .....	60
Bilaga 4 .....	63

# 1 Introduktion

Den 1 oktober 2020 kom beskedet att det nu var tillåtet med försäljning av insekter som livsmedel, det gäller dock bara en del insekter och försäljningen gäller bara under en så kallad övergångsperiod (Livsmedelsverket 2020a). Insekter är ett nytt livsmedel och går därför under Europaparlamentets och rådets förordning 1997/258/EG, om nya livsmedel och nya livsmedelsingredienser. Förordningen innebär att ett livsmedel som inte har funnits inom EU före 1997 måste genomgå en riskvärdering och godkännas av EU-kommissionen innan det får säljas på den europeiska marknaden. Denna lagstiftning skulle komma att ersättas 2018 av Europaparlamentets och rådets förordning 2015/2283/EU, det var en uppdaterad och utökad version där livsmedelskategorier kom att ändras. Sverige tolkade lagen som att försäljning av hela insekter inte var tillåtet vilket en del andra länder i EU inte gjorde, som till exempel Danmark och Finland. Eftersom våra grannländers tolkning av 2018 års lagändring, har de också kommit längre i utvecklingen gällande insekter. Både i produktion och variation av insekter men också i utbudet av insektsinnehållande produkter och livsmedel. Nedan följer några exempel på vad som görs inom branschen av insekter i Sverige och våra grannländer.

## **Sverige:**

*Tebrit* i Orsa, Dalarna (Tebrit 2021) föder upp mjölmaskar på svenskt spårbart foder. De beskriver sin produkt som ett mycket bra proteinrikt livsmedel för oss människor och även som bra foder till sällskapsdjur. De är i skrivande stund igång med att flytta sin verksamhet till större lokaler för att öka sin produktion.

*Bugburger* är en hemsida (Bugburger 2021) som är skapad av Anders Engström. Han brinner för insekter och vill driva branschen framåt. Han följer utvecklingen Sverige men även utomlands och har gedigen kunskap om alla lagar och bestämmelser kring insekter för livsmedelskonsumtion.

## **Danmark:**

*Enorm* är en verksamhet som 2017 startade sin insektsfabrik av svart soldatfluga på Jylland, Danmark. Deras mål är att ha en produktion av 100 ton levande larver om dagen och med den kapaciteten vill de kunna producera 11 000 ton insektsmjöl om året. Då kommer de att omsätta cirka 55 000 ton organiskt avfall/sidoströmmar från industrier (Enorm 2021).

## **Finland:**

*Griidy* har odlat syrsor sedan 2015 och de hjälper även andra att komma igång och köper sedan deras produkt som de bland annat gör proteinpulver av. I nuläget har de cirka 26 stycken odlare i sitt nätverk (Griidy 2021).

**Examensarbete Isterband av mjölmask** blev ett resultat av den nya övergångslagen då vi blev inspirerade till att göra vårt examensarbete inom detta "nya" område. Vi valde att basera ett isterband på mjölmask som är en av insekterna som ingår i övergångsperioden. Då vi båda tidigare har bakgrund som kockar ville vi dra vårt strå till stacken och vara med i utvecklingen av klimatsmarta och näringsrika livsmedel baserat på insektsprotein.

## 1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att tillverka ett isterband där den huvudsakliga proteinkällan kommer från insekter samt analysera produktens sensoriska och nutritionella egenskaper. Syftet är även att göra en teoretisk jämförelse av näringsvärde och klimatpåverkan jämfört med befintlig litteratordata och motsvarig produkt på marknaden, för att se vilka eventuella fördelar ett isterband baserat på mjölmask kan ha.

## 1.2 Frågeställning

Våra frågeställningar är:

Går det att ta fram ett isterband baserat på protein från insekter som smakar gott? Kan näringsvärdet bli bättre jämfört med befintlig produkt på marknaden? Kan mjölmaskisterbandet ge ett lägre klimatavtryck än befintliga produkter?



## 2 Bakgrund

I bakgrunden ges ett kortfattat avsnitt om lagstiftningen kring insekters produktion och konsumtion. Det är en viktig detalj som inte kan passeras utan att nämnas då den för några år sedan ställde till det för många i branschen.

“*Från jord till bord*” är ett vedertaget uttryck som kan skapa större förståelse kring råvarans beteende, funktionella egenskaper och smak. Under avsnittet mjölmask finns därför en kortfattad överblick av mjölmaskens livscykel, från larv till bagge. Vidare står det kortfattat om allergier av mjölmask som fortfarande inte är ett helt utforskat ämne. Man vet dock att ämnet kitin, ett vanligt ämne i insekters exoskelett, har en inverkan. Bakgrunden fortsätter med att näringsvärdet av mjölmask tas upp i form av en tabell av samtliga näringsämnen som fanns att tillgå från litteratordata.

Vidare i bakgrund kommer en kort beskrivning av ett studiebesök som gjordes i samband med att examensarbetet påbörjades. Studiebesöket genomfördes dels för att få större kunskap kring området och dels för att ordna fler kontakter som skulle komma att hjälpa oss inte bara med information utan även bidra med grundråvara till det kommande mjölmaskisterbandet.

Klimatpåverkan är en viktig aspekt kring produktion av livsmedel och är även en stor del av denna rapport. I avsnittet Klimatpåverkan tas insektsproduktion kontra konventionell djurproduktion upp eftersom stora skillnader finns. En av alla bidragande faktorer är foder och mjölmasken har en ganska unik egenskap som inte många andra djur har när det kommer till att äta.

Isterband är en välkänd produkt som har en ganska speciell tillverkningsmetod där fermentering är en av de viktiga parametrarna. För att samla kunskap och förståelse kring isterband krävdes därför grundlig informationssökning kring bland annat fermentering, starterkultur, patogener och nitrit.

### 2.1 Lagstiftning

Den 1 oktober 2020 stod det klart att det nu är tillåtet att sälja vissa insekter som livsmedel i Sverige, under en övergångsperiod. Insekter har tidigare klassats som nytt livsmedel och ska därför enligt gällande EU-lagstiftning godkännas av EU-kommissionen (Livsmedelsverket 2020a). Alla nya livsmedel måste först bedömas så att det inte medför någon risk för konsumenternas hälsa. Detta är en lag (Europaparlamentets och rådets förordning 1997/258/EG) som trädde i kraft 1997 och betyder att “nya livsmedel” som vi inte tidigare har ätit inom EU ska riskvärderas och godkännas av EU-kommissionen innan de får säljas inom EU. Denna lagstiftning kallas för “Novel food legislation” och var aktuell fram till 31 december 2017 och skulle komma att ersättas av en uppdaterad version (Europaparlamentets och rådets förordning 2015/2283/EU).

Den 1 januari 2018 ersattes den gamla förordningen från 1997 av en ny uppdaterad version (Europaparlamentets och rådets förordning 2015/2283/EU), som utökade och beskrev mer i

detalj om livsmedelskategorier samt en del andra ändringar. Dock kvarstår tidsgränsen för när ett livsmedel ska betraktas som nytt, nämligen 15 maj, 1997 (Livsmedelsverket 2021a). Den tidigare lagstiftningen som gällde har tolkats på samma sätt av de flesta länder inom EU och även Sverige, att alla former av insekter måste godkännas av EU-kommissionen innan de säljs. Några få länder i Europa tolkade lagstiftningen annorlunda och tillät försäljning av hela insekter. Den 1 oktober 2020 stod det klart att den gamla lagstiftningen inte berörde hela insekter, det vill säga att det nu är tillåtet att sälja hela insekter (se tabell 2.1) under en övergångsperiod i alla EU-länder (Livsmedelsverket 2020a).

Tabell 2.1: De insekter som fr.o.m. 27 oktober är tillåtna att säljas i Sverige enligt Livsmedelsverket (Livsmedelsverket 2021b).

Vetenskapligt namn	Svenskt namn
<i>Tenebrio molitor</i>	Mjölmask
<i>Acheta domesticus</i>	Hussyrsa
<i>Apis mellifera</i>	Bidrönarlarver
<i>Locusta migratoria</i>	Europeisk vandringsgräshoppa
<i>Schistocerca gregaria</i>	Ökengräshoppa
<i>Grylodes sigillatus</i>	Tropisk hussyrsa
<i>Alphitobius diaperinis</i>	Buffalolarv
<i>Hermetia illucens</i>	Svart soldatfluga

Det finns dock några förutsättningar för att livsmedel med insekter ska få säljas. Den ena är att det ska ha varit tillåtet att sälja i EU enligt den gamla lagstiftningen (Europaparlamentets och rådets förordning 1997/258/EG). Den andra förutsättningen är att det ska ha skickats in en ansökan om godkännande av livsmedlet före den 1 januari 2019. Ansökan som skickats in gäller själva livsmedlet och inte den som skickat in ansökan, det betyder att den som vill släppa sin produkt på marknaden inte behöver ha deltagit i någon ansökan för produkten tidigare (Livsmedelsverket 2021b). En viktig detalj är att dessa regler gäller för hela insekter, alla delar av insekter måste finnas med. Det är alltså inte tillåtet att plocka bort delar av insekten under produktionen. Insekterna kan till exempel vara blancherade, ugnstorkade eller nermalda till mjöl och därefter tillsatta i något livsmedel (EFSA panel on nutrition et al. 2021). Övergångsperioden gäller fram till att EU-kommissionen fattat ett beslut om ansökan.

## 2.2 Mjölmask

### 2.2.1 Mjölmasken och dess livscykel

Mjölmasken är egentligen inte en mask utan en larv som kommer från mjölbaggen (*Tenebrio molitor*), en underfamilj till svartbaggar som tillhör arten skalbagge. För att bli en fullvuxen mjölbagge genomgår den fyra stadier: ägg, larv, puppa och slutligen vuxen individ. Tiden för de olika stadierna kan variera beroende av yttre faktorer såsom mat, temperatur, fuktighet

och vatten. Första steget i mjölbaggens liv tillbringas i ett ägg. Ägget är bönformat, lika litet som ett dammkorn. Beroende på klimat så kan det ta allt från en till fyra veckor till att ägget kläcks och larven framträder och infinner sig då i det andra stadiet. När ägget har kläckts är larven väldigt liten men växer sedan och blir mellan två till tre cm lång på åtta till nio veckor, innan den övergår till puppstadiet (Mealwormcare 2021). Mjölmaskens liv som larv går ut på att äta och lagra energi i väntan på nästa och tredje stadiet, puppstadiet. Under puppstadiet utvecklas deras kropp, vingar och organ. Efter cirka tre veckor är den en färdigutvecklad mjölbagge och kan leva mellan en till tre månader. Mjölbaggarna är väldigt produktiva när det kommer till reproduktion och honorna kan lägga hundratals ägg under sin livstid som fullvuxen mjölbagge (Mealwormcare 2021). De fullvuxna baggarna går att äta men innehåller illasmakande kinon (1,4-Bensokinon,  $C_6H_4O_2$ ) (EFSA panel on nutrition et al. 2021).

### 2.2.2 Insektsallergi

Som tidigare nämnts måste alla nya livsmedel bedömas säkra innan de kan godkännas för marknaden. En av anledningarna till detta är risken för överkänslighet och allergier. Det är bland annat av risken för detta som det finns särskilda regler för hur vanliga allergener tydligt ska märkas och informeras om (Livsmedelsverket, 2021c). Dessa regler för märkning av färdigpackade livsmedel är samma inom hela EU. I Livsmedelsverkets föreskrifter om Livsmedelsinformation (LIVSFS 2014:4) finns bland annat nationella regler om livsmedel som inte är färdigpackade som kompletterar gällande EU-regler (Livsmedelsverket 2021c). Om en person får i sig något den inte tål kan den riskera kraftiga symtom som nässelutslag, eksem, illamående och kräkningar eller allvarligare symtom som anafylaktiska reaktioner (allergisk chock) (Livsmedelsverket 2021d).

Forskning visar att personer som är allergiska mot skaldjur, kvalster och kräftdjur riskerar så kallade korsallergier om de äter livsmedel av eller innehållande insekter. Anledningen kan vara att kräftdjur, kvalster och insekter alla tillhör stammen Arthropoda (leddjur) och är på så vis besläktade (Livsmedelsverket 2021b). Det betyder att deras nära släktskap gör att det finns liknande proteiner i många av dessa arter. Personer med allergiantikropparna för exempelvis räkor kan därför riskera att dessa binder till insekternas liknande proteiner. Symtom vid allergier mot insekter bedöms av Livsmedelsverket vara av liknande karaktär som mot skaldjur. Forskning ser däremot inga samband mellan allergiska reaktioner orsakade av insektsstick och -bett som förtäring av insekter (Livsmedelsverket 2021b).

För de 14 livsmedelsgrupper och ingredienser som orsakar flest reaktioner finns särskilda märknings- och informationskrav. Insekter är idag **inte** en av dessa speciella grupper eller ingredienser med krav på märkning. Då skaldjursallergi beräknas förekomma hos 2 - 3 ‰ av Sveriges befolkning berör detta cirka 20500 - 30700 personer, och därför uppmanar bland annat Astma- och allergiförbundet Livsmedelsverket att "ta fram kunskapsstöd och vägledning" (Astma och allergiförbundet 2021).

### 2.2.3 Kitin

I leddjurens (arthropoda) exoskeletts cellväggar finns en cellulosaliknande linjär polysackarid av glukosamin som heter kitin. Detta är vanligt förekommande hos insekter, som tillhör djurstammen leddjur (Chandran et al. 2016). Man vet fortfarande inte tillräckligt mycket om

kitin som allergen men man vet att partikelstorleken av kitinet kan spela roll. Större partiklar som finns hos vissa insekter kan starta ett inflammatoriskt svar i kroppen medan mindre partiklar kan ge en minskning av immunsvaret (Burton 2007).

Eftersom kitin innehåller så kallat "icke-proteinkväve" kan standard kväve-till-protein-omvandlingsfaktorn ge ett överskattat värde vid bestämning av mängden protein. Likt fiber som är närvarande i sädeslag tros också kitin kunna binda tvåvärda mineraler och därför minska biotillgängligheten för gällande mineraler (EFSA panel on nutrition et al. 2021).

#### 2.2.4 Näringsvärde av mjölmask (Litteratordata)

I tabell 2.2 finns näringsvärde / 100 g hel frusen mjölmask från Tebrito, Orsa Sverige och vitaminer och mineraler / 100 g från färsk mjölmask. De olika mjölmaskarna är från två olika källor, då mjölmaskens näringsvärde samt nivåer av vitaminer och mineraler (se tabell 2.3) kan skilja sig mycket beroende på foder.

Tabell 2.2: Näringsvärde frusen hel mjölmask (Tebrito, 2021).

Näringsvärde (g / 100 g)	Frusen hel mjölmask
Energi, kcal / kJ	145 / 607
Fett, varav:	7,9
Mättade fettsyror	1,8
Enkelomättat fett	2,7
Fleromättat fett	3,0
Omega 3, total	1,3
Omega 6, total	1,1
Kolhydrater	1,7
Varav sockerarter	0,3
Fiber	1,7
Protein	17

Tabell 2.3: Mängden vitaminer och mineraler i färsk mjölmask (Van Huis et al. 2013).

Vitaminer och Mineraler	Färsk Mjölmask (per 100 g)
<b><u>Mineraler</u></b>	
Kalcium (mg)	17
Järn (mg)	2,1
Kalium (mg)	34
Magnesium (mg)	80
Mangan (mg)	0,52
Natrium (mg)	54
Zink (mg)	5,2
<b><u>Vitaminer</u></b>	
Vitamin A (IU)	100
Vitamin D3 (IU)	26
Vitamin E (IU)	0,5
Vitamin C (IU)	5,4
Tiamin (mg)	0,24
Riboflavin (mg)	0,81
Niacin (mg)	4,1
Folsyra (µg)	160
Vitamin B12 (µg)	0,5

## 2.3 Mjölmask produktion på Tebrito, Studiebesök

Den 7 april 2021 besökte vi Tebritos anläggning i Orsa (se figur 2.1). Det är en relativt liten lokal där man i nuläget producerar cirka 70 kg mjölmask i veckan och för tillfället går större delen till fiskfoder. Visionerna är stora och inom en snar framtid kommer allting att se väldigt annorlunda ut, menar ägarna. De kommer att flytta anläggningen till större lokaler och ska öka produktionen till 250 kg i veckan, med kapacitet för en produktion upp till tre ton i veckan som också är deras mål.

Produktionen av mjölmask gjordes i två containrar som de kallar för celler. Där styr man temperatur och luftfuktighet som är en viktig del för lyckad och effektiv uppfödning. I cellerna fanns cirka 30 stickvagnar med tillhörande grå backar vid varje nivå på vagnen. Varje back hade en unik QR-kod för att förenkla spårbarheten i produktionen. Vagnar och backar var uppdelade för att hålla isär mjölmaskens fyra livscykelsteg: ägg, larv, puppa och bagge. En viss mängd backar höll ett steg av livscykeln, det vill säga att i en viss mängd backar fanns

där enbart ägg och i en viss mängd enbart larver och så vidare. Backarna var fyllda med vetekli och en del näringsjäst, vilket är en optimal miljö för mjölmaskarna. Fodret de fick var potatisskal och morötter som kan komma att ändras beroende på vad som fanns att tillgå. När cirka nio veckor har passerat är mjölmasken redo att skördas. 95 % av skörden blir till färdig produkt och resterande sparas i reproduktionssyfte.

I lokalen, utanför cellerna genomgick mjölmaskarna en så kallad uttömning. I backar med finmaskiga hål i botten fick de fasta cirka två dygn tills dess att tarmarna hade tömts, spillet åkte igenom de finmaskiga hålen och samlades upp i en undre back. Efter uttömningen av mjölmaskarna placerades de i hållbleck, cirka två cm tjockt lager och tillagades sedan i ugn med 100 % ånga till det att maskarna nådde en temperatur på cirka 70 °C. Slutligen torkades mjölmaskarna cirka 24 timmar i en tork, packades och var sedan leveransklara till kund. Resterna från uttömningen togs tillvara. Det kallas för frass och är ett väldigt potent gödningsmedel som de även saluför hos Tebrito.



Figur 2.1: Kollage av Tebritos nuvarande uppfödning- och produktionsanläggning.

## 2.4 Klimatpåverkan

Klimatavtrycket av djurproduktion är ständigt aktuellt då den hårda och höga produktionen ger stort avtryck på vår planet. Därför drivs forskning och lösningar framåt på nya proteinkällor som kan komma att ge mindre avtryck vid produktion än vad konventionell köttproduktion gör. Insektsproduktion kommer inte vara nyckeln till lösningen på alla problem som konventionell köttproduktion har men kanske kan den ha potential till att minska en del miljöproblem som den konventionella köttproduktionen för med sig. I de flesta fall är fördelarna med insektsproduktion kontra köttproduktion att insekterna är effektivare på att omvandla fodret till protein än vad grisar och kor är. En annan fördel är också att den kräver betydligt mindre yta och vatten (Halloran et al. 2018).

Kanske är ändå den största fördelen med insektsuppfödning att de kan ta hand om avfall och biprodukter från jordbruk, industrier och hushåll. Insekter är en väldigt annorlunda grupp av djur som kan utnyttjas av att de till exempel kan digerera fiberinnehållande foder, som för oss människor inte är ätbart (Halloran et al. 2018).

### 2.3.1 Foder av restprodukter

Svenska företaget Tebrito i Orsa som föder upp mjölmask (*Tenebrio molitor*) har tittat närmare på lokala industrier för att ta vara på spill- och restprodukter. Regelverk gällande foder till insekter är idag samma förordning som till traditionellt boskap (SFS 2006:814). Det som är av intresse just nu för Tebrito är drav (en restprodukt från ölbrygging) från lokala bryggerier. De flesta bryggerier i Dalarna är dock småskaliga och kan kanske inte uppnå den mängd drav som behövs för att förse en storskalig anläggning av insektsproduktion. Tebrito har tittat närmre på något större bryggerier och regionens största bryggeri som producerar cirka 40 000 ton drav per år skulle vara fullt tillräckligt för att förse en storskalig anläggning skriver Pernilla Löfling som är projektledare för Klimatsmart proteinproduktion, KLIPP (Dalarna science park 2021a). De har även gjort en kartläggning av restprodukter som finns i närområdet på bland annat bröd, kli, morötter och potatis. Det som återstår och som måste göras är att analysera restprodukterna i avseende att ta reda på näringsinnehåll, till exempel proteinhalt som bör vara likvärdig dagens insektsfoder. Det ska också beslutas om dessa företag vill bli leverantörer av sina restprodukter till insektsbranschen (Dalarna science park 2021b).

## 2.4 Isterband

### 2.4.1 Historia

I boken "Isterband, spickekorv och chorizo" (Bengtsson et al. 1983) står det berättat att korvens debut i svensk litteraturhistoria är daterad 1500-tal och det ska ha varit korvtillverkande tyskar som flyttat till Sverige som förde med sig detta hantverk. Under samma period fanns inte någon köttkvarn så allt hackades för hand. Kött och inälvor hackades med handhackor och kryddades sedan upp med till exempel salt, lök, vitpeppar och kryddpeppar. När allt var färdigblandat stoppades det för hand i fjälster och därefter kunde korven stekas eller saltas och hängas på tork nära en ugn eller/och rökas. Eftersom man använde sig av metoder som dessa (saltning, rökning och torkning) kunde man ha korv till vinterhalvåret också, då slakten skedde på hösten.

”Äkta småländska isterband” är en slags korv som enligt tradition ska innehålla nötkött, fläsk och potatis (numera ofta ersatt med förvårdade korngryn). Isterbandets kött halt ska ligga mellan 25 – 35 % och får max ha en vattenhalt på 60 %. Den ska vara grovkornig, ha en syrlig smak och ibland lätt rökt. För att få fram syrligheten i isterbandet enligt det ursprungliga sättet ska man hänga de färdigstoppade isterbanden ovanför vedspisen och låta de torka. Under torkning kommer de naturliga mjölksyrabakterierna i isterbanden starta fermenteringen och dess metaboliter förändra smaken genom att pH sänks (Smaka Sverige 2015). I modern tillverkning av isterband tillsätts en känd starterkultur för jämnare och säkrare resultat. Nedan i tabell 2.4, är de vanligaste näringsämnena för isterband presenterade och de är hämtade från livsmedelsverkets databas (Livsmedelsverket 2021e).

Tabell 2.4: Näringsvärde för stekt isterband hämtat från Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas med sökorden “Korv isterband fermenterad kött 59%” (Livsmedelsverket 2021e).

Näringsämne	Korv Isterband fermenterad kött 59% g / 100 g
Energi	278 kcal / 1161 kJ
Protein	11,0
Fett	24,0
Mättade fettsyror	9,4
Enkelomättade fettsyror	11,3
Fleromättade fettsyror	2,0
Kolhydrater	4,6
Varav Sockerarter	1,5
Fiber	1
Aska	2,3
Vatten	57,1

## 2.4.2 Fermentering

I många århundraden har man saltat, torkat och rökt kött för att öka hållbarheten men också använt sig av mikroorganismer. Från början gjordes detta endast för att öka hållbarheten men det resulterade också i att slutprodukten förändrades i både färg, textur och smak. Nuförtiden kallar vi det att fermentera, vilket man traditionellt gör vid bland annat isterbandstillverkning (Robinson 1999).

Det som händer under fermenteringsprocessen i korvar är att den relativt höga pH i det råa köttet minskar ganska drastiskt i början, ner till cirka pH 4,5 - 5. Det är de organiska syrorna



och främst laktat från laktobakterier som sänker pH-värdet. För att optimera fermenteringsprocessen tillsätts i regel även nitrit- och/eller kalium-salter. Förutom att hålla god hygien under tillverkningsprocessen och miljön kring produkten är ändå det viktigaste att se till att hämma tillväxten av patogena mikroorganismer. De mikroorganismer som används i starterkulturen måste tolerera alla dessa ovanstående förändringar och kunna ha en hög konkurrenskraft gentemot andra mikroorganismer under fermentationen (Hüfner et al. 2008).

De mikroorganismer som oftast används till starterkulturen i korvtillverkning är laktobakterier (LAB) som till exempel *Lactobacillus sakei* samt katalaspositiva kocker, oftast koagulasnegativa stafylokokker (KNS) som till exempel *Staphylococcus carnosus*. Detta är mikroorganismer som tåler lägre vattenaktivitet och anaeroba miljöer. Det är oftast laktobakterierna som så småningom blir dominanta under fermenteringsprocessen. Det är dessa bakterier som till största del kommer att göra produkten livsmedelssäker tack vare dess mjölksyraproduktion. En del laktobakterier producerar även baktericider som har en dödande effekt på liknande bakteriestammar och därmed ökar konkurrenskraften. De katalaspositiva kockerna ansvarar oftast för en stabil färg och smak i korven samt sönderdelning av peroxider. Smakförändringar sker genom metabolism av slutprodukterna från proteolys och lipolys (sönderdelning av peptider och lipider) (Demeyer et al. 2014). Den stora smakförändringen under fermenteringsprocessen sker när aminosyror kataboliserar (Leroy et al. 2016).

### 2.4.3 Starterkulturer för fermenteringsprocessen i livsmedel

En starterkultur är en blandning av utvalda mikroorganismer som tillsätts till livsmedel för att starta en fermenteringsprocess. Dessa starterkulturer skapas genom att kombinera olika bakterier, jästsvampar och mögel i specifika förhållanden, vilka sedan tillsätts till ett livsmedel. Detta sker vid tillverkning av surdegsbröd, alkoholframställning, ost eller lufttorkade korvar. Genom att välja mikroorganismer med kända egenskaper kan man styra fermenteringsprocessen och ge produkten förändrade egenskaper.

Till vårt projekt har vi valt starterkultur FA-52 (tidigare LS-25) från Lundgrensskafferiet.se. Denna kultur är en allround-starterkultur. Det är en ganska snabbfermenterande starterkultur som ger en god syrlighet och används främst för korv såsom salami, medvurst och isterband. Mikroorganismer som ingår är *Lactobacillus sakei* och *Staphylococcus carnosus*.

#### ***Lactobacillus sakei*:**

Är en icke sporbildande, grampositiv, fakultativ heterofermentativ bakterieart som tillhör släktet *Lactobacillus*. Denna har möjlighet att både skapa alkohol eller mjölksyra från sockerarter beroende på substrat. Den har på grund av sina egenskaper länge använts inom traditionell europeisk tillverkning av torkad korv och annan charkproduktion (Bredholt et al. 2001). *Lactobacillus sakei* (*L. sakei*) har använts som ett biokonservationsämne tack vare dess antimikrobiella egenskaper och förmåga att konkurrera ut andra mikrober. Dess förstörelse på livsmedlets sensoriska egenskaper anses vara försumbara, däremot kan viss slemliknande beläggning uppkomma (Lorenzo et al. 2018).

#### ***Staphylococcus carnosus*:**

Är en icke-patogen, grampositiv, koagulasnegativ och icke-sporbildande bakterieart som tillhör släktet *Staphylococcus* och används traditionellt inom färskkorvindustrin (Löfblom et

al. 2017). Idag är staphylococcus den vanligaste stammen inom starterkulturer för fermentering av köttprodukter. Sedan 1950-talet har man använt *Staphylococcus carnosus* (*S. carnosus*) för dess förmåga att reducera nitrat till nitrit i härdningsprocessen av korv och andra charkprodukter. Denna är ett hjälpmedel för att styra jäsningsprocessen och öka mikrobiell säkerhet samtidigt som den bidragit med positiv smak och färg till livsmedlet (Demeyer et al. 2014). De flesta variationer av *S. carnosus* är aktiva vid relativt höga temperaturer. Mellan 32 - 38 °C anses vara optimala temperaturer för nitratomvandling för härdning av korv och chark (Pegg et al. 2014). Däremot brukar traditionell isterbandstillverkning använda sig av en lägre inkuberingstemperatur på 26 - 28 °C.

#### 2.4.4 Korvförgiftning av *Clostridium botulinum*

*Clostridium botulinum* (*C. botulinum*) är en anaerob, grampositiv, sporbildande bakterie som kan orsaka den allvarliga matförgiftningen botulism (Livsmedelsverket 2020b), även känt i folkmun som "korvförgiftning". Ordet botulism kan spåras till det latinska ordet för korv, botulus (Läkartidningen 2014). Denna bakterie kan bilda sporer som är motståndskraftiga för torka och upphettning. Bakterierna kan dessutom producera ett av de starkaste nervgifterna känt av människan; botulinumtoxinet. Så länge bakterien är i ett sporstadium är de relativt ofarliga men under gynnsamma förhållanden såsom syrefattiga miljöer och miljöer över pH 4,5 kan sporer gro till aktiva växande bakterier som i sin tur producerar neurotoxinet. *C. botulinum*-sporer kan finnas vilt i syrefattig jord och i sjö- och havsbottnar, men också i felaktigt konserverade livsmedel exempelvis i osaltad inlagd fisk, grönsaksinläggningar och korv (Livsmedelsverket 2020b). Toxinet är extremt potent och orsakar muskelförlamning vilket kan leda till döden genom att andningsmuskulaturen förlamas. Tiden för insjuknande kan variera från 6 till 36 timmar, eller ibland flera dygn.

Botulinumtoxin kan förstöras genom upphettning till 100 °C i en minut, alternativt 90 °C i 10 minuter (Folkhälsomyndigheten 2018). Detta kommer däremot inte avdöda eventuella sporer, vilket kan leda till att de åter börjar växa och kan bilda nytt toxin i tarmarna hos människor. Enligt svenska Smittskyddsinstitutet är däremot botulism mycket sällsynt och endast 8 officiella fall har bekräftats i Sverige mellan 1997 och 2012. Tillsammans med så kallade "importfall" har totalt 30 stycken fall rapporterats sedan 1969 (Folkhälsomyndigheten 2018; Livsmedelsverket 2020b).

#### 2.4.5 Natriumnitrit, E 250

Konserveringsämnet natriumnitrit (E 250) används ofta som livsmedelstillsats i charkprodukter för att förhindra risken av tillväxten av *C. botulinum* (Livsmedelsverket 2020c). Vilka tillsatser som är godkända till vilka livsmedel och under vilka villkor som maxhalter framgår av Europaparlamentets och rådets förordning 2008/1333/EG om livsmedelstillsatser. Bilaga 2 till förordningen är uppdelad i olika livsmedelskategorier. Under varje livsmedelskategori finns sedan listat vilka tillsatser som är godkända. Där beskrivs även under vilka villkor och begränsningar de olika tillsatserna får användas (se tabell 2.5) (Livsmedelsverket 2020c).

Tabell 2.5: Allmänna bestämmelser om villkoren för användning av E 250 som livsmedelstillsats i Europaparlamentets och rådets förordning 2008/1333/EG, bilaga II.

Livsmedelstillsatsens E-nummer	Livsmedelstillsatsens namn	Maxhalt i enzymeredning	Maxhalt i slutliga livsmedlet
E 250	Natriumnitrit	500 mg / kg	0,01 mg / kg

Om tillsatserna nitrat och nitrit finns i ett livsmedel ska det tydligt stå i ingrediensförteckningen enligt Europaparlamentets och rådets förordning 2008/1333/EG. På förpackningen ska du kunna läsa:

- Tillsatsens funktion, (E 250 - konserveringsmedel).
- Tillsatsens E-nummer eller namn: E 249 (kaliumnitrit), E 250 (natriumnitrit), E 251 (natriumnitrat) och E 252 (kaliumnitrat).

Nitrat och nitrit kan ha en negativ påverkan om en person får i sig för mycket av ämnena. Det är framför allt nitrit som är skadligt, men nitraten kan omvandlas till nitrit i kroppen och det är därför också viktigt att vara medveten om nitratintaget. Nitrit kan ge upphov till methemoglobinemi, vilket innebär att förmågan att transportera syre i blodet försämras (Livsmedelsverket 2020c). Nitrat och nitrit kan också tillsammans med andra ämnen bilda nitrosaminer i kroppen. Vissa nitrosaminer har i studier visat sig öka risken för cancer hos djur, men det är inte utrett om de nitrosaminer (som kan bildas från intaget av olika livsmedel) är cancerframkallande hos människor (Livsmedelsverket 2020c).

#### 2.4.6 Övriga ingredienser

För att efterlikna isterbandets konsistens kommer olika gryn och spannmål användas. Projektet har valt att använda sig av risgryn, mathavre, matris och korngryn. Gryn är spannmål som klippts ned till mindre bitar. Korngryn är en vanligt förekommande och en traditionell ingrediens i isterband. Havregryn / mathavre är egentligen flingor av havre som ångas och valsas.

Syrsmjöl av märket *Sens* kan komma att användas under produktutvecklingen för att höja produktens proteinhalt om vi anser att andelen protein i den slutgiltiga produkten är för låg.

Näringsvärde (g / 100 g) hussyrsmjöl: Protein 70g, Fett, 20 g och kolhydrater 0,5g.

## 3 Materiel och metod

### 3.1 Produktutveckling

Nedan följer en sammanställning av materiel (se tabell 3.1), livsmedel (se tabell 3.2) och metoder för samtliga fem testkörningar. Syftet med de olika testkörningarna var att lägga en grund för olika recept på isterband av mjölmask som sedan kunde användas för vidare produktutveckling. Efter provlagning av olika recept med olika metoder diskuterades och behandlades de olika receptens för- och nackdelar för att ta fram ett slutgiltigt recept. Det slutgiltiga receptet kom att ligga till grund för ett sensoriskt prov.

#### 3.1.1 Materiel och livsmedel

Tabell 3.1: Materiel till samtliga testkörningar.

Köttkvarn (Bosch ProPower MFW68660)	Korvhorn	Ugn (Rational)	Gastrobleck
Matberedare (Braun Combimax 600)	Gryta	Sax	Durkslag
Blender (Bosch)	Stekgarn	Klimatskåp (ta märke)	Handskar
Rökspån av al (Lundgrens Skafferi)	Stekpanna	Slevar	Bunkar och skålar
pH-mätare (Metro744 pH Meter)	Brulee-brännare	Finmaskig sil	Kyl/frys
Köksvåg	Termometer (Rational)	Hushållspapper och Plastfilm	Ugnsgaller

Tabell 3.2: Livsmedel till samtliga testkörningar.

Mjölmask (Orsa, Sverige)	Risgryn (Garant)	Korngryn (GO green)	Havreris (Frebaco)
Mathavre (Frebaco)	Syrsmjöl (SENS)	Kryddpeppar (Santa Maria)	Vitpeppar (Santa Maria)
Lökpulver (Santa Maria)	Muskotnöt (Santa Maria)	Salt/Nitritsalt (Lundgrens skafferi)	Dextros (MEAT cracks)
Starterkultur FA-52 (Lundgrens skafferi)	Potatismjöl (Garant)	Rödbeta (ICA)	Röd karamellfärg (Dr. Oetker)
Solroskärnor (Garant)	Svinfjälster (Lundgrens skafferi)	Is	-

### 3.1.2 Testkörning 1 - Ingredienser

Syftet med projektets första testkörning var att förstå de nya livsmedel som skulle användas samt välja ut vilka livsmedel som skulle komma att ligga till grund för projektet. Parametrar som undersöktes var bland annat smak, konsistens, doft och eventuella funktionella egenskaper (se tabell 1, bilagor 1). Färskrusen mjölmask och hussyrksamjöl's egenskaper tillsammans med övriga ingredienser i isterbandet undersöktes. Genom att prova olika förhållanden mellan mjölmask och andra livsmedel kunde man få bra förståelse för vilka utmaningar projektet stod inför (se tabell 3, bilaga 1). Därefter kunde man utarbeta konkreta lösningar på eventuella problem kopplade till projektets produktutveckling (se tabell 1 och 2, bilagor 1).

#### **Metod:**

1 liter rå mjölmask mättes upp och blancherades, risgryn och korngryn kokades enligt paketets instruktioner och kylades ner. När mjölmasken kylts och vattnet runnit av rostades 0,25 L i varmluftsugn på 150 °C i cirka 10 min, 0,25 L kokades upp med vatten och fick puttra i 60 min, därefter silades vätskan av och reducerades till en fond.

Resterande 0,5 L delades upp på två och mixades till en grovmixad konsistens och den andre finmixades till en puré. Grovmixad mjölmask och mjölmaskpuré, syrsmjöl, risgryn, korngryn och kryddor blandades i olika mängder för att få en bättre översikt och förståelse av för- och nackdelar av livsmedlen och ingredienserna. Fonden användes som underlag för att diskutera smaken av mjölmasken.

### 3.1.3 Testkörning 2 - Provlagning av grovmalt isterband

Målet för testkörning 2 var att tillverka fyra stycken olika versioner av isterband där originalreceptet för isterband blivit något modifierat. Största skillnaden från ursprungsreceptet var att proteinkällan var utbytt till mjölmask. Genom att göra 4 olika prover ökade chansen att få till ett bra recept där rätt mängd av vardera ingrediens tillsatts. Olika nivåer av malningsgrad provades och bedömdes som underlag för att få fram en behaglig munkänsla. För att höja helhetsupplevelsen var det av stor vikt att få en tilltalande färg på slutprodukten. För detta användes rödbeta och/eller karamellfärg i de fyra olika varianterna, då tidigare recept haft en grå och icke tilltalande färg.

Smaksättningen av isterbanden var lika viktig då målet var att efterlikna traditionella isterband. Därför användes en och samma kryddblandning till samtliga prover där endast mängden varierade. Starterkultur FA-52 (*Lactobacillus sakei* och *Staphylococcus carnosus*) som traditionellt används vid isterbandstillverkning och andra torkade korvar valdes som kultur för fermentering. Detta eftersom isterbandet skulle få en syrlig smak samt att det sänkta pH-värdet skulle resultera i ökad hållbarhet. Dextros tillsattes som näring till starterkulturen och var styrande för hur mycket pH skulle komma att sänkas.

#### **Metod:**

Fyra bunkar markerades och numrerades. Bunke 1 användes till prov 1, bunke 2 till prov 2 och så vidare. Grötris, mathavre och havreris kokades enligt förpackning. Solroskärnor rostades i varmluftsugn på 160 °C i 10 - 12 minuter med omrörning var 4 minut och kryddblandning preparerades.

Mjölmasken fördelades som ett tunt lager på gastrobleck och blancherades sedan i ugn på ångfunktion i 2 ½ minuter. Isbad användes för snabbast möjlig nedkyllning. Mjölmaskarna silades och vatten fick rinna av på papper innan de placerades i frysen.

Alla proven förbereddes på samma vis med undantag för mängd samt att en del ingredienser ej tillsattes (se bilaga 1). Bunkarna placerades på vågen och mjölmaskarna vägdes upp, varpå resterande ingredienser blandades i med undantag för starterkultur. Ingredienserna i bunken överfördes sedan till köttkvarnen där de kördes igenom med bestämd storlek på munstycket (se bilaga 1) och sedan placerades de åter i bunken. Smeten rördes och blandades sedan för hand för att få en jämn fördelning av ingredienserna. Prover av de olika recepten formades till små biffar, stektes och låg till grund för ett enklare internt sensoriskt test.

Svinfjälster rengjordes med vatten och placerades därefter på korvhornet. Korvstopparen förbereddes och korven stoppades i fjälster och knöts noga med stekgarn. Korvarna placerades sedan i ett klimatskåp för fermentering (se bilaga 1).

### 3.1.4 Testkörning 3 - Provlagning av puréad isterband

Tidigare recept av mjölmaskisterband har varit baserade på grövre mald mjölmask. I dessa försök har två varianter (se tabell 3, bilaga 1) blivit provlagade baserat på puré av mjölmask. Recept C är baserat på mjölmask som först maldes grovt och därefter maldes igen tillsammans med övriga ingredienser med ett finare munstycke.

#### **Metod:**

2 L mjölmask mättes upp och blancherades, risgryn, mathavre, havreris och korngryn kokades enligt paketets instruktioner och kylde ner. När mjölmasken kylts ner och vattnet runnit av placerades de på hushållspapper i ett ugnbleck och fick torka i kyl cirka 30 min. 1,5 kg mjölmask mixades kort till en puré i en matberedare för att minska risken för temperaturhöjning av smeten. Mjölmasken passerades därefter med hjälp av sil och slev till en slät puré. De återstående 500 g mjölmask frystes och maldes därefter på grövsta munstycket i köttkvarnen varpå de sedan placerades i frysen igen.

Övriga ingredienser mättes upp enligt recept i separata bunkar med undantag för recept C där en del ingredienser tillsattes senare (se bilaga 1). Alla ingredienser blandades därefter försiktigt med hjälp av en sked.

Mjölmaskpurén och den grovmalda mjölmasken mättes upp och placerades i respektive bunke. Dextros, starterkultur, kryddblandning och nitritsalt vägdes upp, pudrades jämnt över smeten och blandades runt försiktigt för en jämn fördelning.

Svinfjälster rengjordes med vatten och placerades på korvhornet. Korvstopparen förbereddes och korven stoppades och knöts noga med stekgarn. Korvarna placerades sedan i ett klimatskåp för fermentering (se bilaga 1).

### 3.1.5 Testkörning 4 - Mogning, rökning och tillagning

Till isterbanden kommer en starterkultur att tillsättas för att sänka isterbandets pH-värde. Minskningen styrs genom att tillsätta dextros som kommer agera näring åt

mikroorganismerna. Bildandet av olika syror kommer ge isterbandet sin karaktäristiska syrlighet och smak och på grund av det låga pH-värdet hämmar viss mikrobiell tillväxt. När korven mognat färdigt kommer pH-sänkningen upphöra eller kraftigt reduceras i hastighet på grund av näringsbrist för starterkulturen. För att avstanna eventuell aktivitet från starterkulturen eller andra närvarande mikrober röks isterbandet efter mognaden och därefter värmebehandlas till en innertemperatur på 71 °C. Rökprocessen kommer utöver en god smak och fin färg på fjälstret också ge en viss ökad hållbarhet.

#### **Metod:**

De olika mjölmaskisterbanden hängdes i klimatskåpet och fermenteringsprocessen fick gå sin gång. Isterbanden kontrollerades med jämna mellanrum med hjälp av en pH-mätare. Detta för att säkerställa mikrobiell aktivitet genom en kontinuerlig sänkning av pH-värde (se bilaga 1). När isterbanden understeg pH-värdet 4,5 var de redo för att rökas och därefter värmebehandlas till en innertemperatur på 71 °C.

När samtliga korvar mognat färdigt placerades de på ugnbleck för att alspånrokas i ugn (se bilaga 1). Ugnen ställdes på 30 °C varmluft med stängda spjäll så att röken inte försvann. En gjutjärnspanna värmdes och fylldes med spån som fattade eld med hjälp av en gasbrännare. När rökprocessen var klar togs mjölmaskisterbanden ut och ugnen ställdes om till 100 °C och 100 % ånga. Korven pickades med en nål och en termometer stoppades i centrum av korven. Därefter värmebehandlas korvarna.

### **3.1.6 Testkörning 5 - Slutgiltigt recept**

Det slutgiltiga receptet (se Recept D i tabell 3, bilaga 1) utarbetades genom att studera för- och nackdelar med hjälp av föregående recept. På grund av resursbrist av mjölmask skulle detta komma att bli det slutgiltiga receptet.

#### **Metod:**

Havreris, risgryn och korngryn kokades enligt anvisningarna på förpackningen och kylades ner efter tillagningen. Mjölmasken placerades som ett tunt lager på gastrobleck och ångades i en förvärd ugn på 100 °C och 100 % ånga i 2 ½ min. Därefter kylades mjölmasken ner med hjälp av ett isbad och mjölmasken fick rinna av i ett durkslag. Mjölmaskarna torkades med hjälp av hushållspapper som placerades i ett gastrobleck. Därefter vägdes mjölmasken och ställdes i frysen. Medan resterande ingredienser kylades förbereddes kryddblandningen, köttkvarnens lösa delar placerades i frysen och solroskärnorna rostades och hackades. När korngrynen och havreriset var nedkyllt vägdes de i två separata bunkar enligt recept (se bilaga 1) varpå de åter ställdes i kylan. Dextros och starterkultur vägdes upp i en liten skål och rördes ut med 1 msk ljummet vatten och fördelades sedan jämnt över mjölmaskarna. Därefter maldes de i köttkvarnen med 3 mm-munstycket. De finmalda mjölmaskarna blandades med de uppmätta grynen och rödbeta i en bunke enligt recept och placerades i frysen cirka 10 min. Innehållet i bunken maldes sedan i köttkvarnen med 6 mm-munstycket. Försiktigt blandades den malda blandningen med resterande gryn och ris enligt recept och placerades i kylan cirka 10 min. Därefter pudrades resterande dextros och starterkultur samt potatismjöl, rostade solrosfrön, salt och kryddblandning över den kylda korvsmeten och blandades försiktigt. Korvsmeten fick sedan vila i kylan cirka 1 till 2 timmar. Korvstopp och korvhorn förbereddes och fjälstret fylldes med korvsmet likt tidigare beskrivning i Testkörning 2. Korvarna knöts ordentligt och hängdes i klimatskåp på 28 °C tillsammans med en

vattenskål i 24 – 30 h (se bilaga 1). När korvarna mognat och pH-värdet understigit 4,5 gjordes två minimala små hål i fjälstret med hjälp av en nål och röktes sedan 1 timme enligt samma metod som i Testkörning 4. Därefter värmebehandlas korvarna i ugn på 85 °C med 75 % ånga till dess att korvarna nådde en innertemperatur på 71 °C.

## 3.2 Sensorisk analys

Efter att ha provlagat olika recept av mjölmaskisterband blev recept D slutprodukten och fick ligga till grund för det sensoriska testet. Försökspersonerna fick provsmaka och bedöma produkten som helhetsupplevelse i ett acceptanstest i ett sensorikrum som finns att tillgå på Kemikentrum i Lund. Därefter fick försökspersonerna svara på två frågor i en elektronisk enkät (se bilaga 1) med chans till fria kommentarer gällande produkten. Resultatet har behandlats anonymt och har presenterats under resultat, figur 4.1 och 4.2.

### **Målgrupp:**

10 stycken otränade testpersoner deltog i undersökningen och fördelningen mellan könen var relativt jämn (60/40 %). I inbjudan ställdes det gemensamma kravet att samtliga deltagare skulle tycka om isterband sedan tidigare och deltagarna informerades även om eventuella korsallergier och överkänslighet.

## 3.3 Näringsvärdeanalyser

### 3.3.1 Materiel

Nedan i tabell 3.3 följer en sammanställning av materiel listade under respektive analys. Processernas syfte har legat till grund för en sammanställning av näringsvärde för projektets produkt "Mjölmaskisterband".



Tabell 3.3: Materiel för samtliga analyser.

<b>Provberedning, vattenaktivitet och vattenhalt.</b>			
Vågskepp	Våg (Mettler Toledo, AB204, Schweiz)	Exsickator	Matberedare
Torkugn/Värmeskåp	Kniv	Mortel	Vattenaktivitetsmätare (AquaLab, Decagon Oevides, USA)
Skedar	Skålar		
<b>Proteinhalt</b>			
Proteinanalysator (Flash EA 1112 series, Bergman Labora AB, Danderyd)	Asparaginsyra	Folie	Pincett
Folie-beredare, med verktyg	Sked	Borste	Våg (Mettler Toledo, AB204, Schweiz)
<b>Fetthalt</b>			
Soxtec avanti 2055 extraktionsenhet	Sand	Glaskulor	Petroleumeter
Pappershylsor	Glasstav	Bomull	Aceton
Dispenser	Exsickator	Handskar	Våg (Mettler Toledo, AB204, Schweiz)
Torkugn			
<b>Energiinnehåll</b>			
Kalorimeter (Parr 6200 Calorimeter)	Prov-beredare press	Bomullstråd	Syrgas
Våg (Mettler Toledo, AE 163, Schweiz)	Handskar	Sked	

### 3.3.2 Provberedning

För att samtliga analyser skulle ha samma förutsättningar samt att vissa analyser krävde delvis torkade provsubstanser eller livsmedel i torrsustans, förbereddes på förhand samtliga analyserade provsubstanser samtidigt.

**Metod:**

Ett helt mjölmaskisterband finfördelades med hjälp av en mixer till en homogen massa som sedan användes vid analyserna. Skålen placerades i ett torkskåp som höll 100 °C. Provet togs ut efter cirka 24 timmar och fick svalna i en exsickator i cirka 30 minuter. Torkat mjölmaskisterband mortlades sedan till en homogen provsubstans. Den substansen används sedan till analyser, som original i vattenhalt och som torrsustans i proteinanalys, fettextraktion och energiinnehåll.

**Population/Urval:**

Korv av recept D. Mjölmasken kommer från Tebrito, Orsa.

### 3.3.3 Vattenaktivitet ( $a_w$ )

Genom att sänka vattenaktiviteten med hjälp av torkning och saltning kan ett livsmedel få förlängd hållbarhet och ökad kvalitet. Syftet är att kontrollera vattenaktiviteten efter mogning för att se hur stor andel av vattnet som är tillgängligt för eventuella mikroorganismer.

**Metod:**

Vattenaktivitetsmätaren förbereddes enligt instruktioner. Trippelprov av recept D fördelades i vars en provkopp enligt instruktioner och vattenaktiviteten avlästes.

### 3.3.4 Vattenhalt

Genom att torka en känd mängd av ett livsmedel kan man beräkna dess vattenhalt och torrsustans. Med hjälp av känd vattenhalt, fetthalt och proteinhalt kan man sedan beräkna andelen kolhydrater i livsmedlet.

**Metod:**

Sex tomma och numrerade aluminiumskålar vägdes med fyra decimalers noggrannhet på en analysvåg varpå skålarnas vikt antecknades. Därefter vägdes den homogena massan som tillverkades vid proberedningen upp i aluminiumskålarna, cirka 1 g prov per skål. Sedan vägdes varje skål igen och den nya vikten antecknades. Aluminiumskålarna placerades därefter i torkskåp i 100 °C för att torka i cirka 24 timmar. Proverna togs ut och placerades i en exsickator där de fick svalna i cirka 30 minuter. Proverna vägdes och den nya vikten antecknades. Vattenhalten samt torrsustansen beräknades genom att dividera den torkade vikten med vad provet vägde från början. Den torkade substansen sparades som original för proteinanalys.

### 3.3.5 Proteinhalt

Man antar att 16 % av ett protein är kväve. Analysen går ut på att förbränna provet och att allt kväve reduceras till  $N_2$ . Mängden  $N_2$  bestäms och därefter kan man med hjälp av en "kväve-till-proteinomvandlingsfaktor" beräkna andelen protein. Vid proteinanalysen kommer både proteinet med den konventionella omvandlingsfaktorn 6,25 men också med omvandlingsfaktor 4,76 att beräknas. Anledningen är att användningen av standardomvandlingsfaktorn kan överskatta mjölmaskens nivå av äkta protein. Detta på

grund av närvaron av icke-proteinkväve som huvudsakligen kommer från kitinet i mjölmaskens exoskelett (Janssen et al. 2017).

#### **Metod:**

Torrsubstans av mjölmaskisterband lades i foliepaket. Foliepaketen fylldes med 25 – 35 mg torrsubstans vardera, vägdes därefter på analysvåg med fyra decimalers noggrannhet och vikterna antecknades. Paketen förslöts försiktigt så att ingen förlust av prov skulle ske och för att luft skulle kunna avlägsnas i största mån. Totalt fyra kontrollpaket med asparaginsyra tillverkades och användes sedan som kalibrering och referens. Proteinanalysatorn fylldes med proverna och vikterna på foliepaketen skrevs in i tillhörande mjukvaruprogram.

Maskinen startades och analysen påbörjades. Processen skulle komma att använda sig av två olika "kväve-till-proteinomvandlingsfaktorer", 6,25 och 4,73

### 3.3.6 Fetthalt

Lipider är opolära och kräver därför opolära lösningsmedel för att lösa ut fett från livsmedel. Genom att extrahera allt fett från en känd mängd av ett livsmedel kan man beräkna dess fetthalt genom att beräkna mängden utlöst fett från provet.

#### **Metod:**

Handskar och verktyg användes under hela analysen för att skydda proverna mot fett och smuts från händerna. Glaspärlor lades i sex skålar (5 – 7 pärlor i varje skål) som torkas sedan tidigare. Skålarna markerades och vägdes in på en analysvåg med fyra decimalers noggrannhet varpå vikterna antecknades. Sand lades i botten på sex pappershylsor och fylldes med vardera 2 – 3 g torrsubstans (provmängden anpassades efter uppskattad fetthalt i produkten) och vägdes in på en analysvåg med fyra decimalers noggrannhet varpå vikterna antecknades. Provet blandades sedan med sanden med hjälp av en glasstav. För att få med allt prov torkades glasstaven sedan av med en bomullstuss doppad i aceton som fick följa med ner i pappershylsan. En bomullstuss formades och stoppades ner i varje pappershylsa för att förhindra att en kanal skulle bildas i provet. Pappershylsorna sattes sedan in i extraktionsenheten och därefter placerades skålarna med glaskulor under varje prov. Instruktionerna till extraktionsenheten följdes punkt för punkt.

När processen var klar togs skålarna med glaskulor och fett ut och placerades i värmeskåp i 30 min, följt av 30 min i en exsickator för avsvälning. Skålarna togs ut och vägdes på en analysvåg med fyra decimalers noggrannhet och fetthalten beräknades.

### 3.3.7 Energiinnehåll

Proven förbränns i en känd mängd vatten. Energin som avges vid förbränning beräknas genom att mäta temperaturökningen på en känd mängd vatten. Energin från förbränningen absorberades av vattnet och temperaturökningen av vattnet kunde därefter noteras och beräknas. Energiinnehållet i provet beräknades utifrån formel:  $Q = m \cdot C \cdot \Delta T$ .

**Q** = energi kJ/kg

**m** = massa

**C** = specifik värmekapacitet

**$\Delta T$**  = temperaturdifferens

**Metod:**

Cirka 1 - 1,2 g torrs substans pressades ihop och vägdes upp i en behållare som monterades i en så kallad "bomb" tillsammans med bomullstråd (bomullstråden agerade som ett tändstift till förbränningsprocessen). Ventilen på "bomben" stängdes och syrgas kopplades på. En behållare fylldes med exakt två kg avjoniserat vatten och sattes sedan ner i kalorimetern. "Bomben" kopplades i och placerades därefter i den vattenfyllda behållaren. Locket stängdes, processens mjukvara fylldes i enligt instruktioner och maskinen påbörjade processen.

### 3.3.8 Kolhydrathalt

Mängden kolhydrater har tagits fram enligt praxis. När andelen protein, vatten och fett fastställdes adderades mängden per 100 g och multipliceras med respektive kcal-värde. Andelen kolhydrater beräknades genom att anta att all resterande energi utöver protein och fett är kolhydrater. Andelen aska och fiber har försumrats och antagits som kolhydrater. (För fullständiga beräkningar, se bilaga 3).

## 3.4 Jämförelse med litteraturdata

### 3.4.1 Klimat

Underlag vid jämförelse av klimatpåverkan mellan traditionellt isterband och isterband av mjölmask är baserat på sammanställningar av befintlig litteraturdata. Data från studier, förordningar, regelverk och information från olika myndigheter användes till skapandet av figurer och diagram. Detta tillsammans med vår produkts näringsvärde (se tabell 4.3) skulle komma att ligga till grund för resultat och diskussion.

**Följande studier har använts vid jämförelse med litteraturdata:**

- Totalt klimatavtryck och GWP: (De Vries et al. 2010; Oonincx et al. 2012).
- Utnyttjandegrad: (Tebrito studiebesök: Van Huis et al. 2013).
- Uppfödning, yta m<sup>2</sup>: (Oonincx et al. 2012).
- Vattenavtryck per enhet: (Pier Paolo et al. 2015).
- Foderomvandling: (Van Huis et al. 2013; Oonincx et al. 2012).

### 3.4.2 Näring

Underlag till jämförelsen av näringsvärde mellan traditionellt isterband och vår produkt är baserat på sammanställningar av befintlig litteraturdata och egna analyser av vår produkt. Källor för näringsvärden som användes vid jämförelsen hämtades från livsmedelsverkets databas. Detta tillsammans med våra analysresultat (se tabell 4.3) skulle komma att ligga till grund för resultat och diskussion.

**Följande källor har använts vid jämförelse av litteraturdata:**

- Näringsvärde mjölmask: Tebrito produktinformation av mjölmask (Tebrito 2021).
- Näringsvärden traditionella isterband: Livsmedelsverkets databas (Livsmedelsverket 2021e).
- Mineraler och vitaminer mjölmask: Livsmedelsverkets databas (EFSA panel on nutrition et al. 2021).
- Aminosyraprofil mjölmask: Tebrito produktinformation av mjölmask (Tebrito 2021).

## 4 Resultat

### 4.1 Produktutveckling

#### 4.1.1 Ingredienser

Till grund för isterbandet låg ett recept hämtat från boken *Isterband, spickekorv och Chorizo* Bengtsson et al. 1983). Receptet användes som grund för ingredienser samt mängd och fördelning av gryn och kryddor. Efter provsmakning diskuterades positiva såväl som negativa egenskaper. Resultatet tillsammans med konkreta idéer för vidareutveckling av produkten, sammanställdes i tabell 1 och 2, bilaga 1.

#### 4.1.2 Mogning, rökning och tillagning

Efter provlagning, rökning och provsmakning blev slutsatsen att korv baserat på recept A och B (se bilaga 1) där mjölmasken gjorts till en puré, inte gav rätt konsistens åt den typ av korv projektet ville uppnå. En kombination av grovmalen mjölmask och mjölmaskpuré hade möjligtvis förbättrat resultatet. Detta kunde inte undersökas då vi led brist på mjölmask. Recept C (se bilaga 1) blev något för kompakt men överlag det bästa. Tillsammans med positiva egenskaper från prov 2 skulle recept C komma att ligga till grund för det slutgiltiga receptet.

Samtliga recept understeg inte pH-värde 4,5 och recepten antogs därför ha fått för låg andel dextros eller starterkultur. För att lösa problemet föreslogs en 50 % ökning av både starterkultur och dextros. Dubbel exponeringstid vid rökningen föreslogs eftersom mjölmaskisterbanden saknade vad vi ansåg vara en bra smak och rökdoft.

Mjölmaskisterbanden från samtliga recept klarade inte värmebehandlingen, vilket resulterade i spruckna korvar. Anledningen tros vara en "grötig" konsistens som svällde vid upphettning, detta i kombination med att svinfjälster har en förmåga att lätt gå sönder. Att sänka temperaturen samt procenten ånga på ugnen skulle eventuellt vara lösningen på problemet. Samtliga för- och nackdelar från de olika recepten diskuterades och tillsammans med resultaten kunde ett slutgiltigt recept tas fram.

#### 4.1.3 Slutgiltigt recept

Med hjälp av tidigare recept av mjölmaskisterband som tillagades och röktes kunde förbättringar både vad gäller smak och konsistens men även tillagningsmetod leda till ett slutgiltigt recept (se tabell 4.1). Då tillgången av mjölmask var begränsad samt att mer tid inte fanns skulle nästa recept bli det sista och slutliga.

Projektets recept nedan på Isterband av mjölmask är ett resultat av utvärdering och sammanställning från de tidigare receptens för- och nackdelar (se tabell 1 - 3, bilaga 1).

Tabell 4.1: Fullständigt recept av slutresultat.

<b>Recept mjölmaskisterband</b>	
375 g mjölmask	126 g kokt havreris
260 g kokt risgryn	126 g kokt havreris
130 g kokt korngryn	40 g solrosfrön
7,5 g kryddblandning	50 g rödbeta
0,35 g starterkultur	3,6 g dextros
5 – 7 g potatismjöl	10 g nitritsalt
Svinfjälster	Röd karamellfärg
Stekgarn	Rökspån av al
<b>Recept kryddblandning</b>	
Lökpulver 79%	Kryddpeppar 9,5%
Vitpeppar 9,5%	Muskotnöt 2%

1. Sätt ugnen på 100 °C och 100 % ånga. Koka havreris, risgryn och korngryn enligt anvisningarna på förpackningen och kyl efter därefter.
2. Ånga mjölmasken i 2 ½ min i förvärmad ugn. Kyl med hjälp av isbad och låt rinna av. Lägg ut mjölmasken på papper för att bli av med den sista fukten. Därefter väg upp 375 g mjölmask och ställ i frysen.
3. Medan resterande ingredienser kyls, förbered kryddblandningen, (se tabell 4.1, recept kryddblandning) placera köttkvarnen i frysen och rosta och hacka solroskärnorna.
4. När grynen och havreriset är väl nedkylt, väg upp enligt nedan i två separata bunkar som ställs i kylan.

**Bunke 1:**

Risgryn: 200 g  
 Korngryn: 110 g  
 (Skvätt över cirka 7 droppar röd karamellfärg.)

**Bunke 2:**

Havreris: 126 g  
 Korngryn: 20 g  
 Risgryn: 60 g

**5.** Väg upp 2,4 g dextros med 0,2 g starterkultur i en liten skål och rör ut med 1 msk ljummet vatten. Fördela vätskan jämnt över de 375 g frysta ångade mjölmaskarna. Mal därefter mjölmaskarna i köttkvarnen på 3 mm-insatsen (var noga med att tömma kvarnen för att få med all mjölmask).

**6.** Blanda de finmalda maskarna med de uppmätta grynen från bunke 1 (se punkt 4) och 50 g finriven rödbeta. Ställ därefter blandningen i frysen i 15 min.

**7.** Ta ut blandningen (bunke 1 + mjölmask) från frysen och mal på 6 mm-insatsen. Blanda försiktigt ihop den malda blandningen med innehållet från bunke 2 utan att använda händerna för mycket då detta påverkar temperaturen. Placera i kyl.

**8.** Väg upp följande i en skål:

Dextros: 1,2 g

Potatismjöl: 5 - 7 g

Starterkultur: 0,15 g

Hackade rostade solrosfrön: 40 g

Kryddblandning: 7,5 g

Salt: 10 g

**9.** Blanda ihop de torra ingredienserna och pudra den kylda korvsmeten. Skaka runt och blanda varsamt.

**10.** Låt korvsmeten stå i kylan och vila i cirka 1 – 2 timmar.

**11.** Förbered korvstopparen, trä fjälster på korvhornet och stoppa korven.

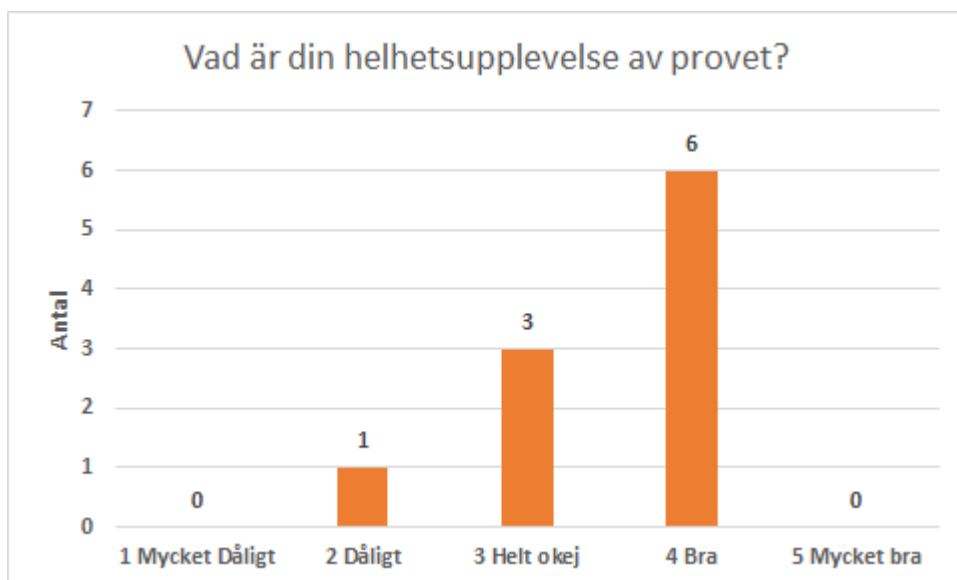
**12.** Knyt korvarna ordentligt och häng dem i ett klimatskåp med hög luftfuktighet på 28 °C i 24 – 30 timmar.

**13.** När korvarna mognat och pH-värdet understigit 4,5, gör ett minimalt hål i fjälstret med hjälp av en nål och rök isterbanden i 1 timme. Värmebehandla därefter korvarna på 85 °C med 75 % ånga tills innertemperaturen uppnått 70 °C.

## 4.2 Sensorik

Nedan följer resultatet av den sensoriska analysen där ett acceptanstest utfördes samt att deltagarna fick avlägga kommentarer. I figur 4.1 nedan ser man att 60 % av deltagarna svarade att helhetsupplevelsen uppfattades som bra, 40 % uppfattade produkten som "helt okej" medan 10 % av deltagarna uppfattade produkten som dålig. I fråga 2 ansåg samtliga tio deltagare att produkten hade framtidspotential (se figur 4.2). Deltagarnas kommentarer kring båda frågorna finns presenterade nedan och fullständigt underlag finns att tillgå, se bilaga 2.





Figur 4.1: Resultat av acceptanstest från samtliga 10 deltagare, fråga 1.

Kommentarer fråga 1:

*"Syrlig och god. Lite lite mjölig smak men inget som påverkar i helhet. Påminner om isterband. Lagom tuggmotstånd. God i konsistens. Vill ha mer!"*

*"God kraftig smak krispig men möjligen lite syra och någon liten bismak men inget problem kunde hålla ihop mer"*

*"Det är någon bismak som inte var så angenäm, lite mjuk. Trevlig syra. Helt okej smak annars. "*

*"Doftar gott och ser aptitlig utvärdigt! Väldigt mjuk konsistens, känns som en typ av grönsaksbiff. Smaken är bra, smakar inte insekter som man kanske tänkt sig de ska göra. "*

*"God doft"*

*"Något salvig konsistens"*

*"Okej smak"*

*"Tyckte den doftade gott. Men när man tuggar på den så tycker jag det är för lite tuggmotstånd vilket förstör upplevelsen en del. Skulle kunna tänka mig att köpa en sån här korv om man lyckas bättre med texturen. "*

*"Trevlig syra med en mjuk smaksättning"*

*"Efterhängsen beska"*

*"Doftar mycket bra och smaken är också bra, lite mjuk i texturen"*

*"God smak, krispig utsida med saftigt innehåll. Möjligt lite beska i eftersmak. "*



Figur 4.2: Resultat av acceptanstest från samtliga 10 deltagare, fråga 2.

Kommentarer fråga 2:

*"Livsmedel baserat på denna typ av källa. Som är lagat på detta sätt gör att det är svårt att associera isterband till just insekter. Även om man vill så florerar smaken bort i just isterband och något annat som smakar gott."*

*"Fantastisk produkt skulle köpa den"*

*"Jag tror att som korv tillsammans med kött kan detta nog funka, hade önskat en fastare konsistens"*

*"Tror just denna "smeten" passat bättre som nån typ av biff, men vet också att ni haft problem med smeten! Bra jobbat :) "*

*"Både lukt och smak får dig verkligen att tänka på isterband. Bra jobbat! "*

*"Doft och initial smak är mkt bra. Texturen är i dagsläget för blöt. Den beska eftersmaken från mjölmasken behöver täckas. "*

*"Sammanfatta, god smak, luktar och smakar verkligen isterband. "*

### 4.3 Näringsvärde

Näringsvärdesanalyser av vårt slutliga recept (se tabell 4.1) på mjölmaskisterband gjordes och innefattade vattenaktivitet, vattenhalt, proteinhalt, fetthalt och energiinnehåll. I tabell 4.2 visas en sammanställning av samtliga analyser med respektive medelvärde och standardavvikelse. Antal prov som använts vid varje enskild analys samt fullständiga provresultat finns att tillgå i bilagor (se bilaga 3).

Tabell 4.2: Näringsvärde av mjölmaskisterband presenterat som medelvärde och standardavvikelse för samtliga utförda analyser.

Näringsvärdesanalys	Medelvärde	Standardavvikelse
Energi (kJ/100 g)	987,17	4,10
Energi (kcal/100 g)	236,16	0,98
Fetthalt (%)	6,74	0,24
Protein (%) original (Pf 4,76)	8,20	0,33
Protein (%) original (Pf 6,25)	10,76	0,43
Vattenhalt (%)	53,34	0,56
Vattenaktivitet (a <sub>w</sub> )	0,89	0,16

I tabell 4.3 presenteras näringsdeklaration för mjölmaskisterband recept D baserat på egna analyser samt tillhörande ingredienslista presenterade enligt gällande regelverk (LIVSFS 2014:4).

Tabell 4.3: Näringsvärde / 100 g och innehållsförteckning för recept D av mjölmaskisterband.

Näringsämnen	Näringsvärde per 100 g
Energi	987 kJ / 236 kcal
Fett	6,7 gram
Kolhydrater	33 gram
Protein	8,2 <sup>A</sup> / 10,8 <sup>B</sup> gram
Vattenhalt	53,3 gram

Ingredienser: **MJÖLMASK\*** 37 %, risgryn, **KORNGRYN**, **HAVRERIS**, rödbeta, **SOLROFRÖN**, potatismjöl, salt, kryddor (bl.a. **muskot**), konserveringsmedel: **E250**.

Naturligt **SVINFJÄLSTER\***, Kan innehålla **spår av nötter och baljväxter**.

\*Ursprung Sverige

A: omvandlingsfaktor 4,76

B: omvandlingsfaktorn 6,25

## 4.4 Jämförelse med litteraturdata

### 4.4.1 Klimatpåverkan

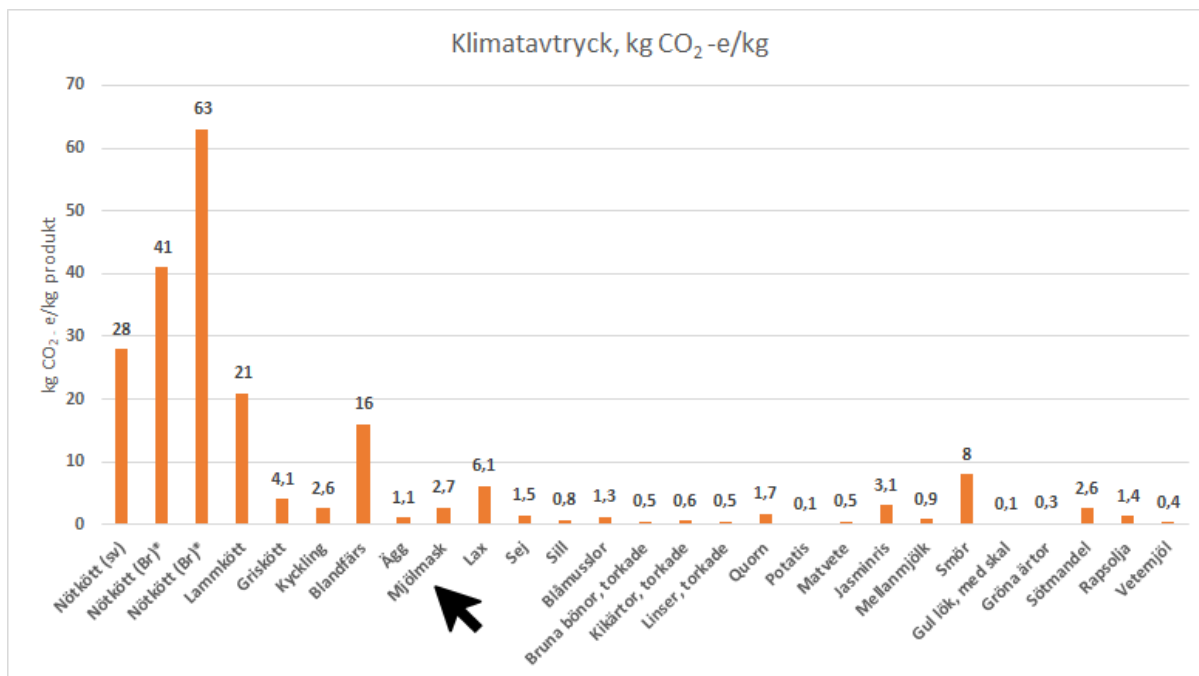
För att jämföra klimatavtryck och resursanvändande mellan protein från traditionella proteinkällor som nötkött, fläskkött, fjäderfän m.fl. och projektets proteinkälla mjölmask/insekter har fyra primära områden valts att fokusera på:

- Totalt klimatavtryck per koldioxidekvivalenter / kg och skillnaderna i Global Warming Potential (GWP).
- Utnyttjandegraden, hur stor andel av det levande djuret som går att nyttja efter slakt.
- Uppfödning yta m<sup>2</sup> / 1 kg protein, boskapens behov av levnadsyta.
- Behovet av vatten och föda / 1 kg protein, boskapens behov av vatten och foder vid uppfödning.

#### **Klimatavtryck och GWP:**

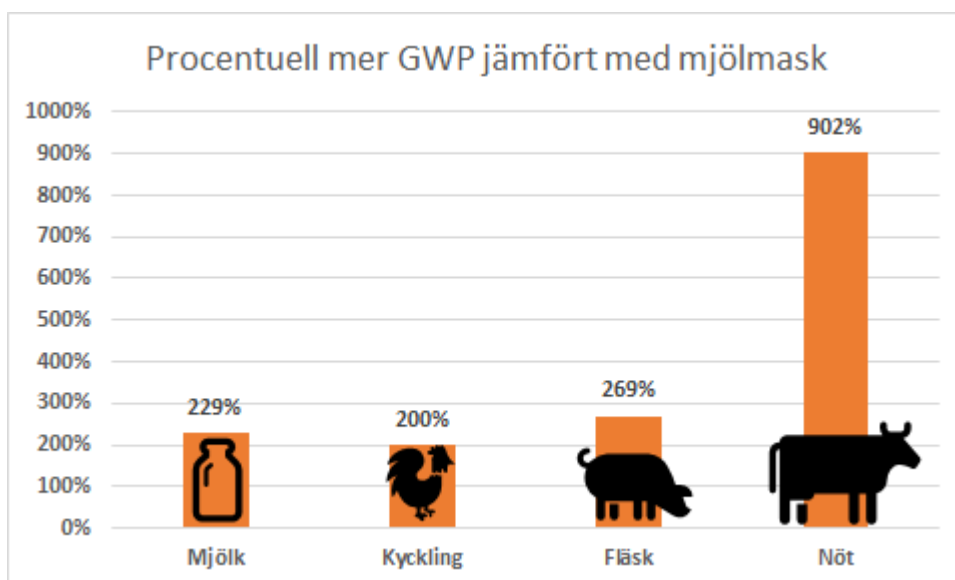
I rapporten (Van Huis et al. 2013) jämförs växthusgasutsläpp mellan olika insektsarter och traditionella boskapsdjur. När det gäller insekter så är det endast kackerlackor, termiter och vissa skalbaggar som har metangasproducerande bakterier i sina tarmar.

I figur 4.3 visas en jämförelse av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter / kg av mjölmask, mejeriprodukter, fläsk, kyckling, nöt och andra vanliga livsmedel. Den procentuella skillnaden i det totala klimatavtrycket på mjölmask och nöt är alltså enorm. Figuren är en sammanslagning av två olika undersökningar. I den ena rapporten av De Vries M et al. (2010) har man presenterat vanliga livsmedels klimatavtryck genom hela dess livscykel och i den andra rapporten av Oonincx et al. (2012) har man också presenterat klimatavtrycket under hela livscykeln för mjölmask. Mjölmaskens klimatavtryck är cirka 90 - 95 % lägre än för nötköttsproduktion (beroende på ursprungsland), cirka 87 % lägre än för lammkött och 35 % lägre än för fläsk men likvärdig med kyckling.



Figur 4.3: Traditionella proteinkällor och livsmedel samt mjölmask med dess respektive klimatavtryck i kg CO<sub>2</sub>e per kg produkt (De Vries et al. 2010; Oonincx et al. 2012).

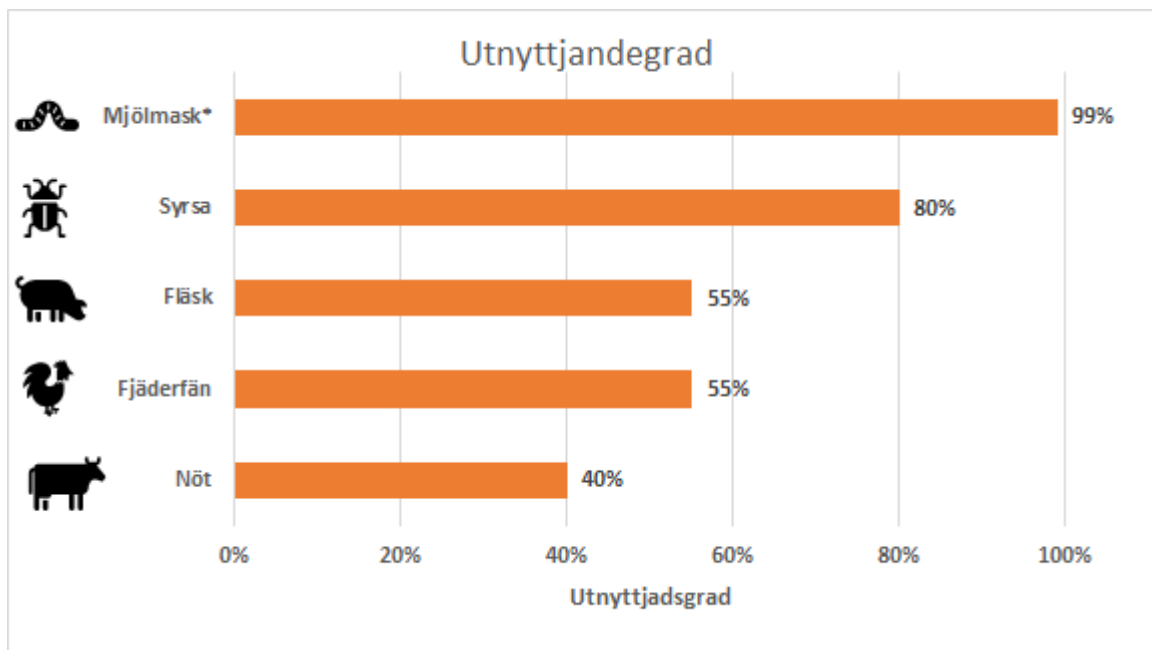
I figur 4.4 nedan visas den procentuella skillnaden i GWP mellan tre vanliga proteinkällor. Ett kg ätbart nötkött kräver alltså nio gånger mer resurser än för samma mängd mjölmask.



Figur 4.4: Procentuell skillnad på GWP (Global Warming Potential (klimatavtryck)) av traditionella boskap kontra mjölmask (Oonincx et al. 2012).

### Utnyttjandegrad:

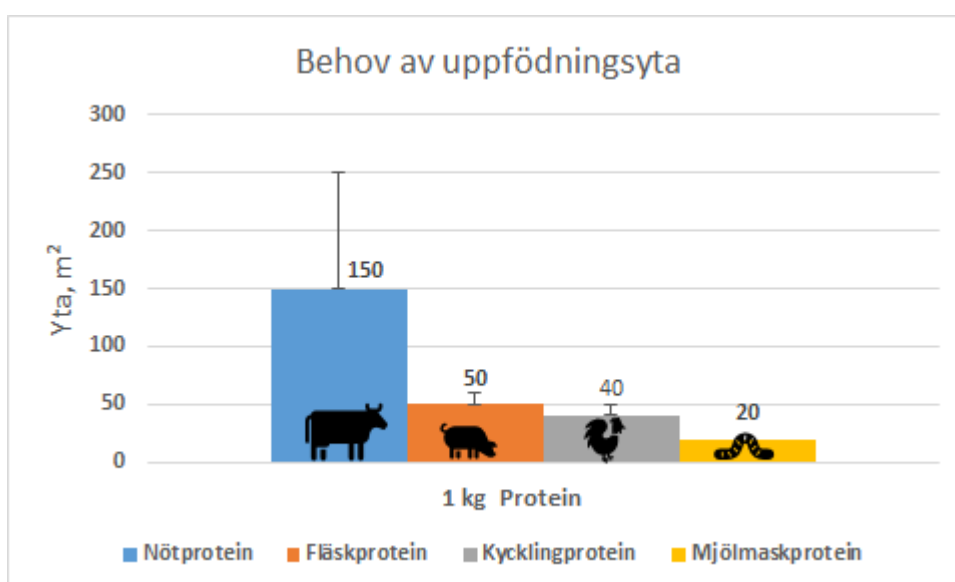
En annan stor påverkande aspekt är de stora skillnaderna i utnyttjandegraden mellan djur, fåglar och insekter. I figur 4.5 nedan illustreras de stora skillnaderna mellan traditionella boskap och insekter. Viss variation i utnyttjandegrad kan skilja beroende på geografiskt område, underraser och lokal tradition. Vid produktion av mjölmask utnyttjar man i princip hela dess volym till skillnad från andra slaktdjur.



Figur 4.5: Visar utnyttjandegrad av mjölmask, syrsa, fläsk, fjäderfän och nöt som kan utnyttjas efter slakt (Van Huis et al. 2013; \*Tebrito 2021).

### Uppfödningssyta:

I figur 4.6 visas skillnaderna mellan mjölmask och konventionell boskaps behov av landyta vid uppfödning. Figuren visar tydliga skillnader i behovet av landyta som mjölmaskar och andra konventionella proteinkällor behöver per kg. Ett kg protein av mjölmask kräver endast 20 m<sup>2</sup> och motsvarande mängd av nötprotein har ett behov av en yta mellan 150 - 250 m<sup>2</sup>. Mjölmasken är alltså 750 - 1250 % mer effektiv vid utnyttjandet av yta än traditionella boskap av nöt och cirka 100 % så effektiv jämfört med kycklingproduktion. Felstaplarna är utplacerade på grund av att den nyttjade landytan skiljer sig stort beroende på land, metod och tradition där uppfödningen sker.

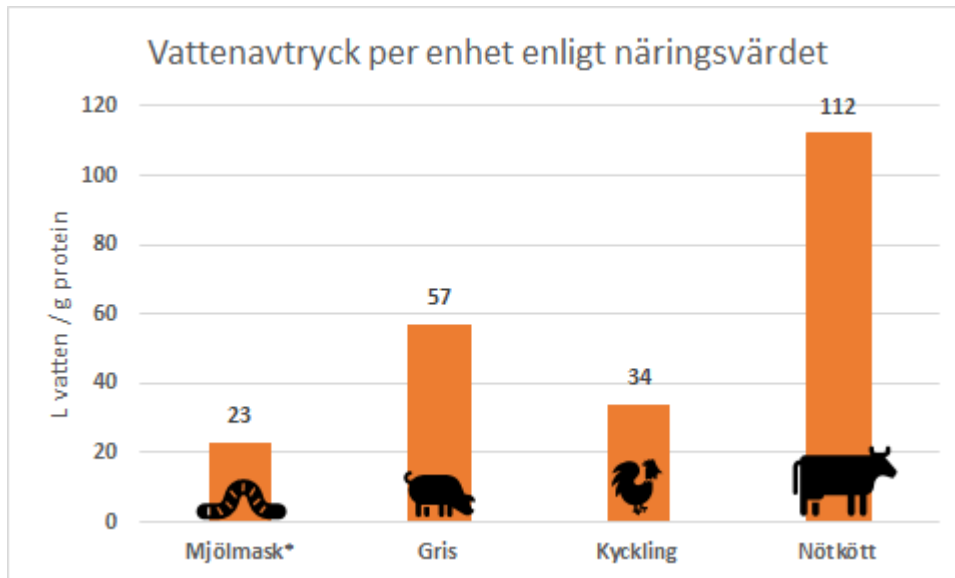


Figur 4.6: Diagrammet visar hur många kvadratmeter som krävs per framställt kg protein av tre vanliga boskap samt mjölmask (Oonincx et al. 2012).

### Vattenavtryck:

Det totala vattenavtrycket är betydligt lägre för mjölmask än andra boskap, vilket syns tydligt i figur 4.7 nedan. Mjölmaskens vattenavtryck är cirka 80 % lägre vid jämförelsen vattenavtryck per enhet näringsvärde än för samma mängd nötkött, cirka 60 % än för fläskkött och cirka 30 % lägre än kycklingkött.

Som underlag för figur 4.7 har studien använt mjölmaskproduktion där fodret bestått av fuktade blandade gryn och morötter för att beräkna vattenavtrycket (Pier Paol et al. 2015).

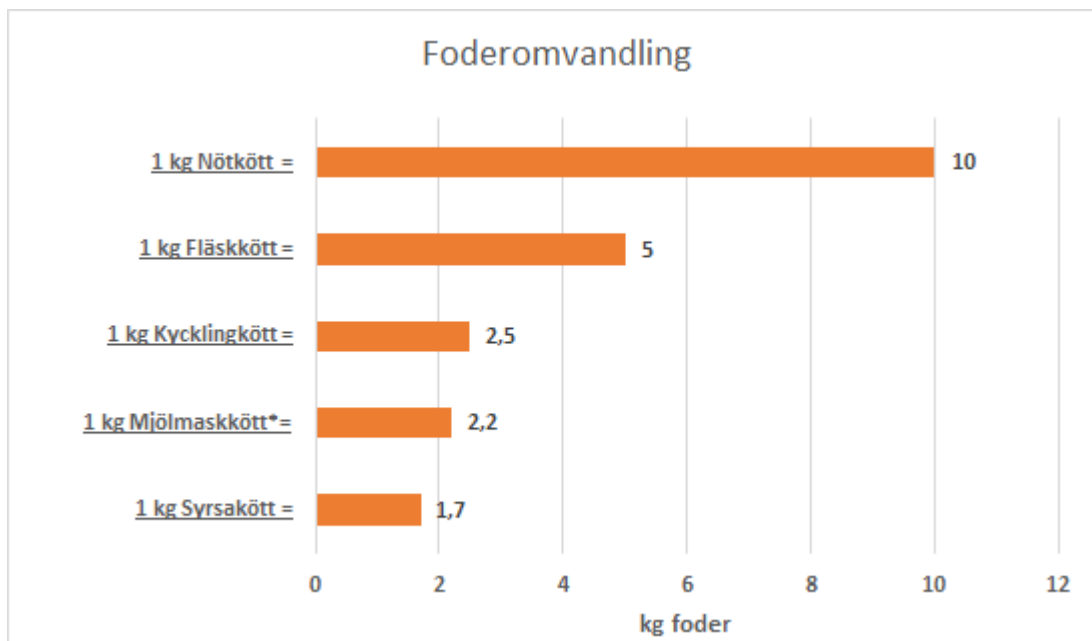


Figur 4.7: Vattenavtryck av mjölmask samt tre vanliga boskap uttryckt i liter per gram protein (Pier Paolo et al. 2015).

\*Beräknas genom att multiplicera produktionsmängden uttryckt i kg färska mjölmaskar som produceras med den genomsnittliga rapporterade torrsbstanshalten och procentgenomsnittet av rapporterat råprotein i torrsbstansen, efter att ha försämrat andelen kitinbundet kväve (Pier Paolo et al. 2015).

### Foderomvandling:

Insekter är väldigt effektiva på att konvertera mat till kroppsvikt. Fodret spelar stor roll gällande klimatavtryck (se figur 4.3), både varifrån fodret kommer och mängden som krävs för att föda upp djuret. Nedan i figur 4.8 ser man de stora skillnaderna gällande foderomvandling på protein från traditionella boskap samt mjölmask och syrsa. Mjölmaskens omvandlingsgrad av foder till kroppsvikt är cirka 13 % mer effektiv än den för kyckling, cirka 127 % mer än den för fläskkött och cirka 350 % mer för nötkött.



Figur 4.8: Figuren visar mängden foder som krävs för 1 kg kött ska framställas av traditionell boskap, mjölmask och hussyrsa (Van Huis et al. 2013; Oonincx et al. 2012).

#### 4.4.2 Näring

Nedan följer de fem områden som har legat till grund för jämförelsen mellan traditionella isterband där proteinet kommer från nö- och fläskkött och projektets isterband vars protein primärt kommer från mjölmask:

- Näringsvärde av mjölmask: Isterbandets primära källa till protein.
- Jämförelse av isterband med olika proteinkällor: Jämförelse mellan Livsmedelsverkets databas av isterband (Livsmedelsverket 2021) med projektets recept av isterband.
- Mineraler och vitaminer av mjölmask: Näringsämnen som traditionellt kopplas till animaliska proteinkällor (Tebrito 2021) (Livsmedelsverket 2021).
- Fettsyrasammansättning: Mjölmask är en källa till båda de essentiella fettsyror och innehåller även fettsyror som anses ha positiva hälsomässiga egenskaper (Tebrito 2021).
- Aminosyraprofil på mjölmask: För att säkerställa att mjölmaskens protein är fullvärdigt, det vill säga att samtliga nio (för barn tio) essentiella aminosyror är närvarande och i tillräcklig mängd för att täcka mänskligt behov (Tebrito 2021).

#### Näringsvärde av mjölmask:

I tabell 4.4 presenteras tre olika källor av näringsvärde för mjölmask. Då projektet endast har använt mjölmask från Tebrito (se tabell 4.4) kommer detta vara projektets primära källa för data och jämförelse. Mjölmaskens näringsvärde kan variera stort beroende på dess foder och likaså mängden och förhållandena i dess fettsyrasammansättning. Högre av nö- och karré av fläsk har använts som exempel för en övergripande jämförelse mellan utvalda näringsämnen, se tabell 4.4 och figur 4.9.



Tabell 4.4: Näringsvärde per 100 g av tre olika proteinkällor: mjölmask, högrek och karré.

Näringsvärde / 100 g	Tebrito produktinformation <sup>A</sup>	Mjölmask <sup>B</sup>	Högrek av nöt <sup>C</sup>	Karré av fläsk <sup>D</sup>
<b>Energi kcal / 100 g</b>	145	198	145	171
<b>Fett (g / 100 g produkt) varav:</b>	7,9	13,4	6,9	11,2
<b>Mättade fettsyror</b>	1,8	3,2	3,2	4,8
<b>Enkelomättat fett</b>	2,7	6,2	2,9	4,6
<b>Fleromättat fett</b>	3	3,9	0,4	1,2
<b>Omega 3, total</b>	1,3	Data saknas	-	-
<b>Omega 6, total</b>	36	Data saknas	-	-
<b>Kolhydrater</b>	1,7	1,9	0	0
<b>Varav sockerarter</b>	0,3	Data saknas	0	0
<b>Fiber</b>	1,7	2,3	0	0
<b>Protein</b>	17	16,3	20,6	17,8
<b>Salt</b>	0,01	0,1	0,2	0,1

A: (Tebrito 2021)

B: (Van Huis et al. 2013)

C: (Livsmedelsverket 2021)

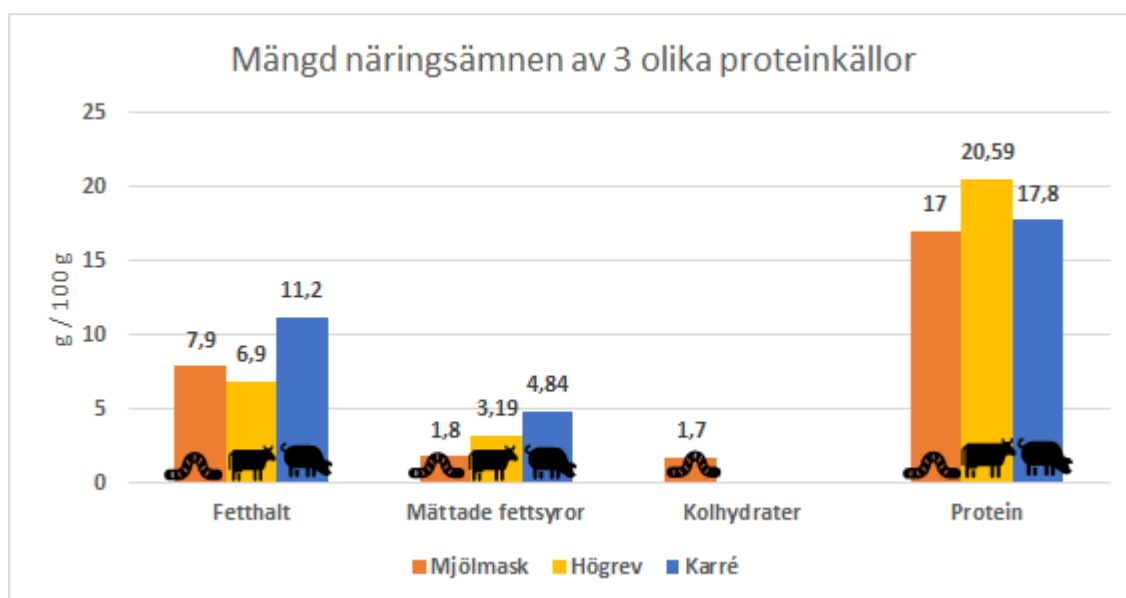
D: (Livsmedelsverket 2021)

För att jämföra mjölmaskens näringsinnehåll med proteinkällor som vanligtvis används vid tillverkning av isterband (se tabell 4.4) har karré av fläsk och högrek av nöt använts. I figur 4.9 presenteras och jämförs dessa olika proteinkällors näringsämnen och man kan se att mängden protein per 100 g skiljer sig. Skillnaden mellan hel mjölmask och karré av fläsk är cirka 5 % och mellan hel mjölmask och högrek av nöt är skillnaden något större, cirka 18 %.

#### Fettsyrasammansättning:

Differensen i fetthalt mellan de olika proteinkällorna varierar, högrek har cirka 13 % lägre fetthalt än hel mjölmask och fetthalten i karré av fläsk har cirka 40 % högre fetthalt än

mjölmask. En tydlig felkälla som bör tas i beaktande är den att jämförelsen är med ett högre som enligt beskrivning fått "fettet bortskuret", vilket tros kunna påverka jämförelsen med mjölmask. Andelen mättade fettsyror som ej bör överstiga 10 E% vid planeringen av kost utgör dessutom större procentuell andel av totala mängden fett i karré och högre. Den totala fettsyraprofilen i mjölmask är bättre ur ett hälsoperspektiv, då den också innehåller båda de essentiella fettsyrorna linolensyra och linolsyra samt EPA och väldigt små mängder av DPA och DHA vilka anses ha en positiv hälsopåverkan (Livsmedelsverket 2016), se tabell 4.5. Mjölmasken innehåller till skillnad från karré och högre kolhydrater i form av fiber, primärt kitin. Skillnader i fetthalt bör beaktas då signifikanta skillnader mellan olika slaktdjur, producenter och styckning kan förekomma.



Figur 4.9: Jämförelse av näringsämnen på tre olika proteinkällor.

Tabell 4.5: Urval av fettsyror på mjölmask, högre av nöt och karré av fläsk.

Fettsyra	Mjölmask Fettsyra (g / kg) <sup>A</sup>	Högre Fettsyra (g / kg) <sup>B</sup>	Karré Fettsyra (g / kg) <sup>C</sup>
*Linolsyra 18:2	20,7	2,3	9,6
*Linolensyra 18:3	3,5	0,6	0,5
EPA 20:5	0,4	0,2	0,1
DPA 22:5	<0,07	0,2	0,3
DHA 22:6	<0,07	0	0,4

\* Essentiella fettsyror

A: (Finke 2015)

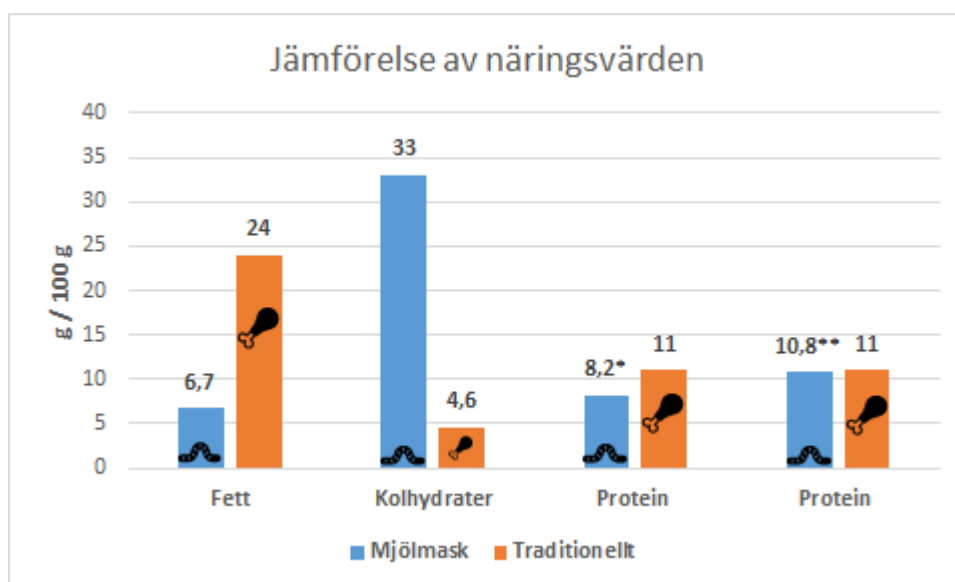
B: (Livsmedelsverket 2021)

C: (Livsmedelsverket 2021)

### Jämförelse av isterband med olika proteinkällor:

Skillnaderna mellan data från Livsmedelsverkets databas (Livsmedelsverket 2021) av *Korv isterband fermenterad kött 59 %* och resultaten av analyser av projektets recept av mjölmaskisterband (se tabell 4.2 och 4.3) presenteras nedan i figur 4.10.

Skillnaderna som utmärker sig mest är mängderna kolhydrater och fett. Andelen fett i recept av traditionella isterband är mellan 3 - 4 gånger högre än i mjölmaskisterband. Däremot är andelen kolhydrater i mjölmaskisterband cirka sju gånger högre än i traditionellt isterband. Andelen protein i mjölmaskisterband är något lägre än motsvarande mängd i traditionella isterband, cirka 25 % lägre vid proteinfaktor 4,76. Då kitin kan ge felaktig förhöjd proteinhalt har och bör jämförelsen ske med proteinfaktor 4,76 för ett mer exakt värde.



Figur 4.10: Skillnader av tre olika näringsämnen av traditionella isterband och mjölmaskisterband.

\* Proteinfaktor 4,76

\*\*Proteinfaktor 6,25

### Aminosyraprofil i mjölmask:

För att säkerställa att mjölmaskens nivåer av aminosyror uppfyller det mänskliga behovet och är så kallat fullvärdigt protein har detta kontrollerats genom beräkning av andelen befintliga aminosyror och sett om de överstiger minimumkraven. Resultatet av beräkningar bekräftar att protein från mjölmask **är fullvärdigt**. För fullständiga beräkningar se tabell 1, bilaga 4.

### Vitaminer och mineraler i mjölmask:

I tabell 4.6 nedan kan näringsämnen som vanligtvis är kopplat till kött och animaliskt protein avläsas och jämföras mellan olika proteinkällor, samt rekommenderat dagligt intag (RDI) för barn ett år och uppåt.

Tabell 4.6: Näringsämnen per 100 g av mjölmask, högrev av nöt, karré av fläsk och RDI av dessa näringsämnen.

Näringsämnen / 100 g	Färsk mjölmask <sup>A</sup>	Högrev av nöt (fett bortskuret) <sup>B</sup>	Karré av fläsk <sup>B</sup>	RDI (Från barn 1 år och uppåt) <sup>B</sup>
<b><u>Mineraler</u></b>				
<b>Kalcium (mg)</b>	17	6,20	11	600 - 900 mg
<b>Järn (mg)</b>	2,10	2,58	1,48	9 - 15 mg
<b>Magnesium (mg)</b>	80	19,50	27	80 - 350 mg
<b>Zink (mg)</b>	5,20	7,04	2,90	6 - 12 mg
<b><u>Vitaminer</u></b>				
<b>Vitamin D3 (IU)</b>	26	0,07	0,57	10 - 20 µg
<b>Riboflavin (mg)</b>	0,81	0,17	0,36	0,6 - 1,7 mg
<b>Vitamin B12 (µg)</b>	0,50	1,51	0,68	0,6 - 2,6 µg

A: (Van Huis et al. 2013)

B: (Livsmedelsverket 2021)

# 5 Diskussion

## 5.1 Produktutveckling

Det centrala i projektet och vilket bland annat har legat till grund för jämförelser i både näring och klimatpåverkan är projektets recept på isterband av mjölmask som primär proteinkälla. Den slutgiltiga produkten togs fram genom att metodiskt prova flera olika recept. Utvärderingar av dessa har drivit produktutvecklingen och förbättringsarbetet framåt.

Det slutgiltiga resultatet och receptet landade i en produkt med en metod som går ut på att mala olika ingredienser i olika grovhet och steg. Anledningen var att denna metod resulterade i en konsistens som mer liknade traditionellt isterband än tidigare versioner där allt maldes tillsammans. Dessa försök blev väldigt grötiga i konsistensen, vilket också resulterade i att fjälstret lätt sprack vid tillagning eftersom innanmätet svällde.

Ett av de huvudsakliga problemen med isterbanden var mjölmaskens protein, som kan ha förlorat sina funktionella egenskaper vid blancheringen. Vid tidigare tester kunde man konstatera att mjölmaskens "kött" inte betedde sig som traditionellt kött. Mjölmaskens kött verkade antingen ha en låg bindningsförmåga eller ingen alls. En bindningsförmåga likt köttfärs eller ägg hade varit önskvärt. Om man ska använda mjölmask för en storskalig produktion tror vi därför att någon form av tillsats i form av funktionellt protein är nödvändigt. Vi har under vår sökning av litteratordata läst om att bidrönare har konsistens och egenskaper som påminner om ägg och kanske skulle dessa vara lösningen till en bättre produkt baserad på insektsprotein.

Receptet använde hela mjölmasken med dess exoskelett vilket medför att skalrester kan fastna i tänderna och uppfattas av vissa som negativt. Trots detta önskade resultat, anser vi att fördelarna överväger nackdelarna. Recept innehållande endast puré gav en ofast och oönskat "krämig" konsistens som inte uppfyller våra mål av slutresultatet. För att förbättra konsistens och färg tillsattes rostade solrosfrön och rödbeta. Rödbetan tillsattes för färgen då tidigare versioner hade en oaptitlig grå ton. Rödbetan bidrog också med en positiv smakförändring medan solroskärnorna gav en behaglig munkänsla.

Produktens  $a_w$  kontrollerades för att få en övergripande överblick av dess hållbarhet då en lägre  $a_w$  kan resultera i förlängd hållbarhet och ökad kvalitet. Vårt resultat  $a_w < 0,89$  kan hämma vissa patogena mikrober. Exempel på mikroorganismer som vanligtvis hämmas vid  $a_w < 0,89$  är bland andra *Salmonella*, *Escherichia*, *Clostridium botulinum*, *Lactobacillus* (Furugren 2017).

När vi landat i ett slutgiltigt recept utfärdades ett sensoriskt acceptanstest, där resultatet var oväntat positivt. De 10 deltagarnas betyg sammanställdes och produkten fick ett genomsnitt på  $3\frac{1}{2}$  av 5, vilket i vår tolkning är "Helt okej +". Den huvudsakliga konstruktiva kritiken handlade om mjölmaskens bismak, vilket är en något besk ihållande smak.

Vi tror därför att en annan smaksättning än traditionell isterbandkryddsättning kan vara ett bättre alternativ för denna typ av produkt, då kraftigare kryddor skulle tänkas kunna dölja eventuell bismak. Samtidigt tänker vi att en mer "modern" eller bekant kryddsättning kan locka en större kundkrets. Den andra gemensamma kritiken var olika synpunkter på

produktens konsistens, framförallt att den skulle varit fastare eller att isterbandet inte höll samman ordentligt. Lösningen tror vi är som tidigare nämnts att protein med bindande egenskaper saknas eller förlorat dess egenskaper vid den tidiga blancheringen. "Recept D" (se, 4.1.3 Slutgiltigt recept) som är vårt slutliga recept tror vi också skulle passat som recept för biffar, dock kommer fortfarande konsistensen vara ett problem om inget bindande livsmedel tillsätts. Efter att provsmakarna gett sina synpunkter fick de också frågan: "Baserat på produkten du fått se och prova idag, tror du denna typ av livsmedel har framtidspotential? (isterband eller korv av insekter)". I denna fråga var samtliga 10 deltagarna eniga i JA.

Projektets isterband fick sammanfattningsvis ett positivt betyg men vidare förbättringsarbete krävs om receptet ska hamna i dagligvaruhandel. De viktigaste punkterna att gå vidare med är att neutralisera eller avlägsna mjölmaskens naturliga bismak samt tillsätta funktionellt protein eller annan tillsatts för att förbättra de negativa egenskaperna i produktens konsistens. Övrigt tror vi att en annan kryddsättning av korvarna kan nå en bredare kundkrets medan valet av svinfjälster begränsar med tanke på kosthållning och religion. Vi och samtliga bedömare tror dock att insekter har en framtid som proteinkälla vid tillverkningen av korv och isterband.

## 5.2 Klimatpåverkan

Metoden som används för att beräkna det totala klimatavtrycket CO<sub>2</sub>-ekvivalenter / kg baseras på en så kallad livscykelanalys på den gällande produkten. Parametrar som ingår är bland annat förbrukad energi och landyta vid produktion, utnyttjandegrad av hela djuret samt mängden foder och vatten som åtgår vid produktion (Bernes 2016).

GWP står för Global Warming Potential och är ett mått på en gas förmåga att bidra till den globala uppvärmningen. Skalan är relativ och är en omvandling av olika växthusgasers klimatpåverkan i förhållande till samma mängd koldioxid. GWP-värdet kan räknas om till koldioxidekvivalenter och på så vis enkelt jämföras med olika livsmedel och processer (Naturvårdsverket, 2020).

Efter jämfört totalt klimatavtryck CO<sub>2</sub>-ekvivalenter / kg och GWP mellan mjölmask och andra proteinkällor kunde vi konstatera att skillnaderna var betydande. Beroende på boskap i fråga varierar det totala klimatavtrycket från likvärdigt vid jämförelsen med kycklingproduktion till cirka 90 - 95 % lägre än den för nötköttsproduktion. I samma jämförelse mellan fläsk och lamm var det något lägre, cirka 87 % lägre för lammkött och cirka 35 % lägre för fläskkött. I figur 4.4 resultat, presenteras också skillnader i GWP av annan källa. Återigen syns dramatiska skillnader mellan nötkött och mjölmask. Nöt har över 900% mer GWP än det för mjölmask medan fläsk, kyckling och mjölk har mellan 200 - 270 % mer GWP. De stora skillnaderna i GWP och klimatavtryck beror primärt på skillnader i metanproduktion (CH<sub>4</sub>) och utsläpp, stora skillnader i reproduktionshastighet samt foderomvandling.

Det är viktigt att ha i åtanke att mjölmaskproduktionen tyvärr inte har haft samma utveckling som till exempel kycklingproduktionen. De senaste årtiondena har kycklingindustrin optimerats och ökat produktiviteten med 2,3 % tack vare nya tekniker (Oonincx et al. 2012). Hade mer resurser satsats på den generellt underutvecklade mjölmaskproduktionen hade säkerligen det totala klimatavtrycket varit lägre. Aspekter som man bör ha i åtanke och som

inte tagits hänsyn till i undersökningen är utsläpp vid transport och lagerhållning av mjölmask. När det kommer till gris och kyckling står cirka 20 % av det totala klimatavtrycket för transport, slakt och lagerhållning (De Vries et al. 2010).

Vid undersökningen av utnyttjandegraden mellan boskap (se figur 4.5) presenteras andelen procent som går att nyttjas som människoföda av varje slaktdjur. Återigen påvisar mjölmasken sin överlägsenhet vid jämförande av nöt, även skillnaderna mellan fläsk och fjäderfä är signifikanta. En mjölmask fulla volym med undantag för en försumbar volym som går förlorad vid tömningen av tarminnehåll går att använda, jämför med endast 55 % för den för fjäderfä och fläskkött och endast 40% för den av nötkött.

Dessa dramatiska skillnader i utnyttjandegrad är en av flera stora bidragande faktorer till mjölmaskens låga klimatavtryck och GWP i jämförelsen med traditionellt boskap. En lägre utnyttjandegrad kan skapa nya strömmar av växtgasutsläpp då restprodukter från djuren ska hanteras för fortsatta processer. Den stora fördel mjölmasken har i utnyttjandegrad gentemot idisslare och annan boskap, är att i princip alla resurskostnader kan utnyttjas och därmed exkludera svinn.

Skillnaderna mellan mjölmask och konventionell boskaps behov av landyta vid uppfödning utmärker sig återigen störst mellan nötkött och mjölmask. Beroende på ursprungsland kräver traditionellt nötboskap 750 - 1250 % mer yta än motsvarande mjölmaskuppfödning. Behovet av uppfödningssyta för fläsk är 150 – 200 % större och för motsvarande mängd kött från fjäderfä 100 – 150 % större än för mjölmask. Variationerna beror främst på att den nyttjade landytan skiljer sig stort beroende på land, uppfödningssmodell och lokal tradition. På Tebritos uppfödningssanläggning i Orsa sker uppfödningen i plastbackar som ställs på lastvagnar lastade på höjden. Då man dessutom kan utnyttja ytan på höjden bidrar detta till att mjölmasken och andra insekter är överlägsna när det handlar om att optimera ytan för uppfödning. Mjölmasken tar heller ingen skada av att ligga tätt intill varandra, de trivs och håller på så vis värmen till skillnad från annat boskap som tar skada av trängsel.

Vattenförbrukningen är betydligt lägre vid mjölmaskuppfödning än för andra boskap. Mjölmaskens vattenavtryck är cirka 80 % lägre vid jämförelsen vattenavtryck än för samma mängd nötkött, cirka 60 % än för fläskkött och cirka 30 % lägre än kycklingkött. Den primära anledningen är att mjölmasken inte kräver en direkt tillgång till vatten. Det som krävs är god luftfuktighet och ett foder som innehåller vatten till exempel morötter. Valet av foder har därför en direkt påverkan på det totala vattenavtrycket vid mjölmaskproduktion.

Insekter är väldigt effektiva på att konvertera mat till kroppsvikt. Fodret har stor betydelse för klimatavtrycket, både ursprung och mängd foder som krävs för uppfödning. Eftersom insekter är kallblodiga och därför inte behöver förbruka energi till att bevara kroppstemperatur kräver de också mindre foder. Detta resulterar i att mjölmasken och de flesta insekter är överlägsna däggdjur och de flesta fåglar i jämförelse av foderomvandling. Hussyrsan är mest utmärkande med att endast behöva 1,7 kg foder för att skapa 1 kg kroppsvikt, medan mjölmaskens foderomvandling är något högre och kräver motsvarande 2,2 kg foder. Att ersätta traditionella proteinkällor till isterband med protein från mjölmask eller liknande insekt kommer resultera i betydande besparingar av klimatavtryck och GWP.

## 5.3 Näringsvärde

Mjölmask är ett livsmedel med relativt lågt energiinnehåll cirka 145 kcal / 100 g där den huvudsakliga energin utgörs av fett (cirka 49 E %) tätt följt av protein (cirka 47 E %). Proteinet är fullvärdigt vilket betyder att de olika nivåerna av aminosyror uppfyller mänskligt behov av kväve och aminosyror.

Enligt Tebritos egen produktinformation utgör proteinhalten 17 g / 100 g mjölmask, vilket är lägre än det för högrev (20,6 g /100 g) och karré (17,8 g / 100 g). Då de omvandlingsfaktorer som använts vid Tebritos proteinanalys är okända bör detta tas i beaktande då detta kan betyda att mjölmasken innehåller en lägre andel protein än vad som anges i produktbeskrivningen. Utöver kitinets eventuella påverkan på proteinhalten skiljer sig också mjölmaskens näringsvärde från traditionellt kött i mängden kolhydrater. Det är ovanligt att kött innehåller några betydande mängder kolhydrater men mjölmask innehåller cirka 1,7 g kolhydrater / 100 g, vilket till största delen utgörs av kitin från dess exoskelett. Kitin tros också kunna ha en negativ effekt på biotillgängligheten av tvåvärdiga mineraler, vilket också är en negativ aspekt bland vegetabiliska fiber. Detta kan drastiskt förändra det äkta näringsvärdet eller utnyttjandegraden av befintliga mineraler (EFSA panel on nutrition et al. 2021). I vår produkt har en fermentering skett vilket vi tror kan öka biotillgängligheten på de mineraler som tidigare varit otillgängliga. Anledningen till vår hypotes är att det är tidigare känt att surdeg vid brödbakning kan ha just effekten ökad biotillgänglighet av vissa mineraler (Furugren 2018).

Vitaminer och mineraler som oftast associeras till proteinkällor är också närvarande i mjölmask. Nivåerna av kalcium, magnesium, vitamin D och riboflavin är betydligt högre i mjölmask än i karré och högrev. Nivåerna av järn och zink är högre hos mjölmask än de i karré men lägre än de i högrev. Andelen B-12 är lägre i mjölmask än i både karré och högrev. Samtliga nivåer av nämnda vitaminer och mineraler är teoretiskt tillräckligt höga för att kunna täcka en persons RDI men värdena kan skilja sig stort mellan olika batcher mjölmask då de i nuläget föds upp på olika restprodukter. Mjölmaskens näringsvärde är direkt kopplat till dess foder och uppfödningmodell. Exempelvis kan exponering av UV-ljus öka mängden D-vitamin, även foder innehållande tång kan öka eller förändra fettsyrasammansättningen och andelen omega 3 i dess fetthalt (Oonincx et al. 2018).

Som tidigare nämnts har mjölmasken relativt låg fetthalt vid jämförande av styckningsdetaljer som vanligtvis används inom korvtillverkning. Sammansättningen av fettsyror är dessutom bättre ur en hälsoaspekt än de för karré och högrev, samt andelen mättat fett är lägre i mjölmask än de för karré och högrev. Detta är betydande då de nordiska näringsrekommendationerna förordar att max tio energiprocent ska utgöras av mättat fett. Detta är på grund av att mättat fett inte är ett essentiellt ämne och kan ha negativa effekter på en persons hälsa. En kombination av en minskning av mättat fett och en ökning av omättade fettsyror kan sänka risken för hjärt- och kärlsjukdomar (Livsmedelsverket 2020d). Utöver de fördelaktiga förhållandena av mättat fett, enkel- och fleromättade fettsyror innehåller också mjölmask betydligt högre nivåer av de två essentiella fettsyrorna linolensyra och linolsyra. Nivåerna av linolsyra i mjölmask är cirka 1000 % högre än i högrev av nötkött och cirka 100 % högre än i karré av fläsk. Nivåerna av linolensyra i mjölmask är cirka 600 - 700 % högre än de för karré och högrev. Mjölmask innehåller också betydligt högre nivåer av EPA än högrev och karré. EPA är en omega-3 fettsyra som ofta associeras med fet fisk



och har en positiv inverkan på bland annat cirkulationsorganen vid en daglig dos av 250 mg (Livsmedelsverket, 2016).

Ett isterband där mjölmasken får ersätta den traditionella proteinkällan från nöt eller fläsk resulterar i ett mer hälsosamt livsmedel. Produkten kommer att få en annorlunda fettsyrasammansättning och fördelen är att andelen mättat fett är betydligt lägre i mjölmask än den i nöt och fläsk. Mättat fett innehåller inga essentiella fettsyror och kommer därför endast användas som energi. Mjölmaskens fettsyrasammansättning innehåller dessutom mer av de essentiella fettsyrorna samt EPA som har positiv påverkan på hjärtat. Nivåerna av vitaminer och mineraler är som nämnts tillräckligt höga för att teoretiskt kunna tillgodogöra personers RDI av näringsämnen traditionellt förknippade med proteinkällor (se tabell 4.6). Detta förutsatt att mineraler inte är otillgängliga på grund av kitins teoretiska förmåga att sänka biotillgängligheten av tvåvärda mineraler som nämns i EFSA panel on nutrition et al. (2021). Fermenteringsprocessen som vi använt oss av kan hypotetiskt öka biotillgängligheten av dessa mineraler förutsatt att tjocktarmens bakterier kan processa kitinet. Kitinet kommer också resultera i att mjölmasken innehåller mindre mängder kolhydrater (cirka 1,7 g / 100 g) vilket är ovanligt bland animaliska proteinkällor. Vi anser däremot att dessa förhållandevis små mängder är försumbara i sammanhanget.

## 6 Slutsats

Med resultat av vår slutprodukt, isterband med protein från insekter och med en sensorisk analys av denna, har vi visat på att det går att producera ett välsmakande livsmedel med insektsprotein. Innan produkten kan saluföras i dagvaruhandeln behövs däremot mer tid och resurser för produktutveckling. De huvudsakliga utvecklingsområdena är att dölja eller eliminera mjölmaskens naturliga bismak och att tillföra ett bindande protein som skulle förbättra korvens konsistens.

Gällande skillnader i totalt klimatavtryck och GWP förklarar våra källor att mjölmaskens påverkan är lägre än för samtliga traditionella animaliska proteinkällor vilka i denna rapport använts vid jämförelsen av olika proteinkällors klimatpåverkan. Vi tycker oss därför kunna påstå att om man ersätter proteinkällorna i isterband eller korv av liknande karaktär med insektsprotein, kommer det att sänka produkternas klimatpåverkan och därmed göra dessa bättre ur ett klimatperspektiv.

Mjölmaskens protein är fullvärdigt och innehåller teoretiskt tillräckliga nivåer för att säkerställa ett RDI av näringsämnen vanligtvis associerade med animaliska proteinkällor. På grund av detta riskerar man inte heller brist av vitaminer eller mineraler om den traditionella proteinkällan skulle ersättas med mjölmask eller annan likvärdig insekt. Den fördelaktiga fettsyrasammansättningen jämfört med den för fläsk och nötkött kommer dessutom resultera i ett mer hälsosamt livsmedel vad avser fettsammansättning. Mjölmask innehåller högre koncentrationer av samtliga essentiella fettsyror och dessutom Omega-3 och 6 fettsyror vilka har väl dokumenterade hälsofördelar. Utöver detta kan också fettsyrasammansättningen till viss del styras tack vare mjölmaskens egenskaper. Exempelvis har exponering av UV-ljus kunnat öka nivåerna av D-vitamin medan en närvaro av specifikt foder kunnat påverka nivåerna av tex omega-3 eller nivåerna av vitaminer och mineraler. Många möjligheter ges här som att förslagsvis sälja mjölmask eller andra insekter med specifika näringsvärden till personer som genom olika anledningar lider brist på dessa ämnen.

## 7 Referenser

- Astma och allergiförbundet (2021). *Ätbara insekter en risk för allergiker*.  
<https://astmaoallergiforbundet.se/atbara-insekter-en-risk-for-allergiker/> [Hämtad 2021-03-23]
- Bengtsson, G., Brinck, C., Göransson, G., Odham, G. & Westerdahl, G. (1983). *Isterband, spickekorv och chorizo*. Lund: Signum.
- Bernes, C. (2016). *En varmare värld: Växthuseffekten och klimatets förändringar*. 3. uppl., Stockholm: Naturvårdsverket.
- Bredholt S., Nesbakken T. & Holck A. (2001). Industrial application of an antilisterial strain of *Lactobacillus sakei* as a protective culture and its effect on the sensory acceptability of cooked, sliced, vacuum-packaged meats. *International journal of food microbiology*, 66(3), s. 191–196.
- Bugburger (2021). *Kontakt*.  
<https://www.bugburger.se/kontakt-contact/> [Hämtad 2021-04-22]
- Burton, T. O. & Zaccane, P. (2007). The potential role of chitin in allergic reactions. *Trends in Immunology*, 28(10), s. 419–422.
- Chandran, R., Williams, L., Hung, A., Nowlin, K. & LaJeunesse, D. (2016) SEM characterization of anatomical variation in chitin organization in insect and arthropod cuticles. *Micron*, 82 s. 74–85.
- Dalarna science park (2021a). *Finns det foder till insekterna vi vill föda upp*.  
<https://www.dalarnasciencepark.se/inlagg/finns-det-foder-till-insekterna-vi-vill-foda-upp/>  
[Hämtad 2021-05-13]
- Dalarna science park (2021b). *Klimatsmart proteinproduktion 2*.  
<https://www.dalarnasciencepark.se/inlagg/klimatsmart-proteinproduktion-2/> [Hämtad 2021-03-24]
- Demeyer D., Toldrá F. & Leroy F. (2014). Fermentation. *Encyclopedia of meat sciences*. 2. uppl., Academic press s. 1–7.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00122-7> [Hämtad 2021-04-19]
- De Vries M. & De Boer I.J.M. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 128(1–3) s. 1–11.
- EFSA panel on nutrition & Novel foods and food allergens (2021). Scientific Opinion on the safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*, 19(1) s. 29.
- Enorm (2021). *Eat the change*.  
<https://www.enormbiofactory.com/da/eat-the-change> [Hämtad 2021-04-22]

Europaparlamentets och rådets förordning (EG) 1997/258 av den 27 januari 1997 om nya livsmedel och nya livsmedels ingredienser (EGT L 43, 14.2.1997, s. 1–6).

<http://data.europa.eu/eli/reg/1997/258/oj>

Europaparlamentets och rådets förordning (EG) 2008/1333 av den 16 december 2008 om livsmedelstillsatser (Text av betydelse för EES) (EUT L 354, 31.12.2008, s. 16–33).

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1333/oj>

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2015/2283 av den 25 november 2015 om nya livsmedel och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 1169/2011 och upphävande av Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 258/97 och kommissionens förordning (EG) nr 1852/2001 (Text av betydelse för EES) (EUT L 327, 11.12.2015, s. 1–22).

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2015/2283/oj>

Finke, M.D. (2015). Complete nutrient content of four species of commercially available feeder insects fed enhanced diets during growth. *Zoo Biology*, 34, s. 554–564.

Folkhälsomyndigheten (2018). *Smittsamma sjukdomar: botulism*.

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/botulism/> [Hämtad 2021-03-27]

Furugren, Bo. (2017). *Matkemi med kemiska grunder*. Lund: KFS.

Furugren, Bo. (2018). *Livsmedelskemi och matkunskap Vegetabilier*. Lund: KFS.

Griidy (2021). *About*.

<https://sv.griidy.com/sv/about/> [Hämtad 2021-04-22]

Halloran, A., Hansen, H.H., Jensen, L.S. & Bruun, S. (2018). Comparing environmental impacts from insects for feed and food as an alternative to animal production. *Edible insects in sustainable food systems*. Cham: Springer, s. 163–180.

Hüfner, E. & Hertel, C. (2008). Improvement of raw sausage fermentation by stress-conditioning of the starter organism *Lactobacillus sakei*. *Current Microbiology*, 57, s. 490–496.

Janssen, R. H., Vincken, J. P., van den Broek, L. A., Fogliano, V. & Lakemond, C. M. (2017). Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible Insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 65(11), s. 2275–2278.

Leroy, S., Vermassen, A. & Talon, R. (2016). *Staphylococcus: occurrence and properties*. *Encyclopedia of Food and Health*. Academic press, s.140–145.

DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00656-5> [Hämtad 2021-05-02]

Livsmedelsverket (2016). *Faktaskrifterna: Vad är nyttigt och vad är onyttigt fett*. Uppsala: Livsmedelsverket. <https://www.livsmedelsverket.se/bestall-ladda-ner-material/sok-publikationer/broschyr/halsosam-helhet4> [Hämtad 2021-05-17]

Livsmedelsverket (2020a). *Livsmedel med insekter tillåtna i Sverige*. <https://www.livsmedelsverket.se/produktion-handel--kontroll/produktion-av-livsmedel/nyheter-for-livsmedelsforetag/livsmedel-med-insekter-tillatna-i-sverige> [Hämtad 2021-03-23]

Livsmedelsverket (2020b). *Clostridium botulinum*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar1/bakterier/clostridium-botulinum> [Hämtad 2021-03-27]

Livsmedelsverket (2020c). *Nitrat, nitrit och nitrosaminer*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/nitrat-nitrit-och-nitrosaminer> [Hämtad 2021-03-28]

Livsmedelsverket (2020d). *Livsmedel och innehåll, näringsämne, fett, mättat fett*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/fett/mattat-fett> [Hämtad 2021-05-10]

Livsmedelsverket (2021a). *Nya livsmedel: att tänka på för företag*. <https://www.livsmedelsverket.se/produktion-handel--kontroll/produktion-av-livsmedel/nya-livsmedel-foretag> [Hämtad 2021-03-23]

Livsmedelsverket (2021b). *Kontrollwiki: Insekter*. <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/660/insekter> [Hämtad 2021-05-03]

Livsmedelsverket (2021c). *Allergimärkning*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/text-pa-forpackning-markning/allergimarkning>[Hämtad 2021-03-23]

Livsmedelsverket (2021d). *Allergi och överkänslighet: Fisk, skaldjur och insekter*. <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/sjukdomar-allergier-och-halsa/allergi-och-overkanslighet/fisk-skaldjur-och-insekter> [Hämtad 2021-03-23]

Livsmedelsverket (2021e). *Sök näringsinnehåll*. <http://www7.slv.se/SokNaringsinnehall/> [Hämtad 2021-03-26]

Lorenzo J., Munekata P., Dominguez, R., Pateiro, M., Saraiva, J. & Franco, D. (2018). Main Groups of Microorganisms of Relevance for Food Safety and Stability: General Aspects and Overall Description. *Innovative technologies for food preservation: Inactivation of spoilage and pathogenic microorganisms*, 3, s. 53–107.

Läkartidningen (2014). *Botulism är en behandlingsbar, mycket sällsynt förgiftning*. <https://lakartidningen.se/klinik-och-vetenskap-1/artiklar-1/fallbeskrivning/2014/03/botulism-ar-en-behandlingsbar-mycket-sallsynt-forgiftning/> [Hämtad 2021-03-27]

Löfblom, J., Rosenstein, R., Nguyen, M. T., Ståhl, S. & Götz F. (2017). *Staphylococcus carnosus*: from starter culture to protein engineering platform. *Applied microbiology and biotechnology*, 101(23–24), s. 8293–8307.

Mealwormcare (2021). *Life cycle*.

<http://mealwormcare.org/life-cycle/> [Hämtad 2021-04-08]

Pegg, R.B. & Boles, J.A. (2014). Curing, production procedures. I *Encyclopedia of meat sciences*. 2. Uppl., Academic press, s. 442–452.

DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00114-8> [Hämtad 2021-05-15]

Oonincx, D. & De Boer, I. (2012) Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans - A life cycle assessment. *Plos one*, 7(12).

Oonincx, D., Keulen, P., Finke, M., Baines F., Vermeulen, M. & Bosch, G. (2018). Evidence of Vitamin D synthesis in insects exposed to UVb light. *Scientific Reports*, 8(1).

Pier Paolo, M., De Leo, F., Ruberti M. & Massari S. (2015). Mealworms for food: A water footprint perspective. *Water*, 7, s. 6190–6203.

SFS 2006:814. *Förordning om foder och animaliska produkter*. Stockholm: Näringsdepartementet.

Smaka Sverige (2015). *Småländska isterband*.

<http://smakasverige.se/produkter/produktarkiv/smalandskaisterband.257.html> [Hämtad 2021-05-15]

Tebrito (2021). *Product specification Tenebrio molitor larvae (frozen)*.

<https://www.tebrito.se/#products> [Hämtad 2021-04-21]

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir G. & Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO forestry paper*, 171.

# Bilagor

## Bilaga 1

### Produktutveckling, recept och sensoriktest

**Tabell 1:** Sammanfattande tankar och funderingar efter testkörning 1.

	Beskrivning	Positiv	Negativ
<b>Smak</b>	<i>Kraftig smak av kryddpeppar, djup tydlig umami, uppfattas som köttprodukt, god stekyta</i>	Kryddig, umami, djup,	Ej syrlig, för mycket kryddpeppar
<b>Textur</b>	<i>Fast stekyta, mjuk/degig konsistens och tappar formen vid tillagning</i>	Maillard-stekyta, håller ihop	Lever, mjuk, degig, flöt ut, tappar formen
<b>Färg</b>	<i>Stekytan var okej men innehållet var en grå och tråkig färg.</i>	Stekytan fick gyllenbrun ton/färg	Grått innanmäte
<b>Doft/lukt</b>	<i>Stekdoft, husmansdoft, kryddpeppar och lökpulver</i>	Positiv, kryddor, kött, lite brynt smör, kycklingbuljong	-
<b>Ingredienser</b>	Blancherade finmixade passerade mjölmask, syrsmjöl, grötris, korngryn (50/50), kryddor (muskotnöt, kryddpeppar, vitpeppar, salt, lökpulver)	Valet av kryddor är bra, proportioner behöver justeras, positiv helhetsupplevelse,	-

- Textur och färg har prioritet, eftersom de var de svagaste delarna.
- Proteinmängden antar vi ligger i linje med vårt mål (ca 10 - 15 %).
- Mjölmask smakar bra, djup smak.
- Mjölmaskbuljong smakar bra, kan användas i korven om kraftigare smak behövs
- Standardisera kryddblandning (det vill säga mäta upp rätt mängd och avgöra hur mycket som ska vara till rätt mängd smet)
- Fett? Är fettmängden bra? Behövs det tillsättas mer fett? I så fall vad?

**Tabell 2:** Frågeställningar och problemlösningar efter testkörning 1.

<b>Problem:</b>	<b>Lösning:</b>	<b>Konkret lösning:</b>
Oattraktiv färg	Tillsätta färgämne	Rödbetsaft, karamellfärg, tomatpuré (att koka gryn i), gurkmeja, persilja (klorofyll, färska örter)
För lös konsistens	Bättre kokta gryn, tillsätta någon form stärkelse/bindande	Koka gryn 99 % klara (al dente), tillsätta havregryn/mathavre, tillsätta stärkelse, potatistärningar, lufttorka
Inget tuggmotstånd	Bättre kokta gryn, tillsätta tuggigt livsmedel (köttkonsistens/fastare)	Lufttorka, stött solroskärna (eller liknande), Koka gryn 99 % klara (al dente)
Har vi rätt fetthalt?	Solroskärna,	
Är det rätt kryddblandning?	Moderna smaker	Prova göra en med Chorizo-smak (eller annan kryddig korv)?
Var ska korvarna mogna/torka?	Kolla med lärarna? Temperaturer/tid	Löst!
Rökning?	Får vi röka i ugnen?	
pH	Kontrollera pH före, under, efter	Slutresultat måste vara under pH 4,4



**Tabell 3:** Recept på samtliga korvar som tillagades under samtliga testkörningar och den slutgiltiga tillagningen.

Ingredienser	Original	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4	Prov A	Prov B	Prov C	Recept D
Mjölmask	375 g	375 g	375 g	375 g	375 g	-	-	365 g	375 g
Mjölmask puré	-	-	-	-	-	187 g	170 g	-	-
Syrsmjöl	8 g	8 g	8 g	-	10 g		11 g	5 g	-
Risgryn (kokt)	130 g	130 g	130 g	-	130 g	65 g	65 g	73 g	260 g
Korngryn (kokt)	-	-	-	-	-	-	-	-	130 g
Mathavre (kokt)	65 g	65 g	65 g	140 g	130 g	32,5 g	32 g	70 g	-
Havreris (kokt)	65 g	65 g	65 g	61 g	-	32,5 g	33 g	63 g	126 g
Kryddblandning	5,5 g	6,4	7,4 g	8 g	8 g	3,0 g	4 g	8 g	7,5 g
Nitritsalt	8,25 g	9,5 g	10 g	9,5 g	12 g	4,1 g	4,5 g	9 g	10 g
Dextros	3,25 g	2,9 g	3 g	3,4 g	3,5 g	1,6 g	1,6 g	3,3 g	3,6 g
Starterkultur	0,2 g	0,2 g	0,2 g	0,2 g	0,5 g	0,15 g	0,2 g	0,2 g	0,35
Potatismjöl	-	-	10 g	5 g	-	15 g	21 g	-	6 g
Rödbeta	-	-	80 g	33 g	55 g	-	30 g	33 g	50 g
Karamellfärg	-	6 droppar	-	5 droppar	-	6 droppar	-	4 droppar	7 droppar
Solroskärnor (rostade)	-	-	-	61 g	-	-	-	61 g	40 g

**Tabell 4:** pH-förändring över tid samt tid för rökbehandling.

Prov	Tid rökning	pH-värde	Kommentarer
<b>1</b>	30 min	Före Mognad: 6,76 24h: 5,28 48h: 5,08 66h: 4,86 72h: 4,90	Temperatur höjdes från 25 till 27 °C efter 24h i klimatskåpet
<b>2</b>	30 min	Före Mognad: 6,78 24h: 5,47 48h: 4,98 66h: 4,56 71h: 4,53	Temperatur höjdes från 25 till 27 °C efter 24h i klimatskåpet
<b>3</b>	30 min	Före Mognad: 6,63 24h: 5,17 48h: 4,93 66h: 4,70 72h: 4,65	Temperatur höjdes från 25 till 27 °C efter 24h i klimatskåpet
<b>4</b>	30 min	Före Mognad: 6,61 24h: 5,04 48h: x 42h:4,9	Temperatur höjdes från 25 till 27 °C efter 24h i klimatskåpet
<b>A</b>	30 min	Före Mognad: 6,25 24h: 4,75 44h: 4,61 40h: 4,78	Klimatskåpet 27 °C
<b>B</b>	30 min	Före Mognad: 6,35 24h: 4,81 44h: 4,61 40h: 4,71	Klimatskåpet 27 °C
<b>C</b>	30 min	Före Mognad: 6,26 24h: 4,98 44h: 4,82 40h: 4,83	Klimatskåpet 27 °C
<b>D</b>	1h	Före Mognad: 6,31 24h: 4,55	Klimatskåpet 28 °C

**Tabell 5:** Sammanfattande tankar och funderingar efter samtliga testkörningar.

Recept	Positivt	Negativt	Förbättring till nästa recept
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>· För mild röksmak/doft</li> <li>· För mycket muskot</li> <li>· För högt pH-värde</li> <li>· För lite salt</li> <li>· Innanmätet för grötigt och sväller, fjälstret spricker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Dubbla rökeexponering</li> <li>· Mindre muskot, mer salt</li> <li>· Öka mängden dextros och starterkultur.</li> <li>· Genom att inte mala alla gryn kommer produkten få mer tuggmotstånd och därmed upplevas mindre grötig</li> <li>· Viss förbättring av tillvägagångssätt</li> <li>· Dubbel mala mjölmasken när den är frusen för att det inte ska bli gröt.</li> </ul>
2	Bra konsistens	<ul style="list-style-type: none"> <li>· För mild röksmak/doft</li> <li>· För mycket muskot</li> <li>· För högt pH-värde</li> <li>· För lite salt</li> <li>· Innanmätet för grötigt och sväller, fjälstret spricker</li> </ul>	
3	God smak	<ul style="list-style-type: none"> <li>· För kompakt</li> <li>· För grovt mald mjölmask</li> </ul>	
A	Fin färg	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mjölmaskpuré ger fel konsistens</li> <li>· För mild röksmak/doft</li> <li>· För mycket muskot</li> <li>· För högt pH-värde</li> <li>· För lite salt</li> <li>· Fjälstret spricker</li> </ul>	
B	Fin färg	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mjölmaskpuré ger fel konsistens</li> <li>· För mild röksmak/doft</li> <li>· För mycket muskot</li> <li>· För högt pH-värde</li> <li>· Fjälstret spricker</li> </ul>	

C	Bästa versionen, solroskärnor ger bra tuggmotstånd	<ul style="list-style-type: none"><li>· För mild röksmak/doft</li><li>· För mycket muskot</li><li>· För högt pH-värde</li><li>· Aningen för lite salt</li><li>· Fjälstret spricker</li></ul>	
---	--	--	--

## Bilaga 2

### Instruktioner

1. Börja med att dofta på provet.
2. Smaka på provet genom att stoppa det i munnen och tugga ca. 7 gånger och svälj om så önskas, om inte så spottar du i din spottkopp. Skölj därefter med vatten.
3. Svara på frågorna i formuläret.

I fråga 1 skall du betygsätta helhetsupplevelsen av provet.

Genom att använda alla dina sinnen skall du nu betygsätta provet från 1 till 5 och där finns möjlighet att skriva en kommentar om så önskas.

- 1 = Mycket dåligt
- 2 = Dåligt
- 3 = Helt okej
- 4 = Bra
- 5 = Mycket bra

1. Vad är din helhetsupplevelse av provet? \*

	1	2	3	4	5	
Mycket dåligt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mycket bra

**Figur 1.** Kopia på instruktioner samt en del av formuläret som användes vid sensoriktestet

2. Baserat på produkten du fått se och prova idag, tror du denna typ av livsmedel har framtidspotential? (isterband eller korv av insekter) \*

- Ja
- Nej
- Vet ej

**Figur 2.** Andra och sista delen av formuläret som användes vid sensoriktestet

## Bilaga 3

### Näringsvärdesanalyser:

### Vattenaktivitet ( $a_w$ )

**Tabell 1:** Samtliga prover av vattenaktiviteten med tillhörande medelvärde och standardavvikelse.

Prov	$a_w$
1D	0,886
2D	0,884
3D	0,888
<b>Medelvärde</b>	<b>0,886</b>
<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,16%</b>

### Vattenhalt

**Tabell 2:** Resultat av de prover som utfördes för att fastställa vattenhalten. I slutet av tabellen presenteras medelvärdet och median med standardavvikelse.

Prov	Vattenhalt (%)
D1	52,8597
D2	53,8437
D3	53,1576
D4	53,6360
D5	54,0756
D6	52,4969
<b>Medelvärde</b>	<b>53,3449</b>
<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,5563 ±</b>

## Proteinhalt

Tabell 3: Resultat av proteinanalys av mjölmaskisterband.

Prov	Protein % original (Pf 4,76)	Protein % original (Pf 6,25)
1	8,1974	10,7634
2	7,4853	9,8285
3	8,3861	11,0111
4	7,9884	10,4890
5	8,6284	11,3294
6	8,1912	10,7553
7	8,2096	10,7794
8	8,7958	11,5491
9	8,3804	11,0037
10	7,8738	10,3385
11	8,0977	10,6325
12	8,1343	10,6806
<b>Medelvärde</b>	<b>8,2 g</b>	<b>10,8 g</b>
<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,3269±</b>	<b>0,4292±</b>

## Fetthalt

Tabell 4: Samtliga analyser fetthalt med tillhörande medelvärde och standardavvikelse.

Prov	Fetthalt (%)
1	7,2219
2	6,6715
3	6,6987
4	6,8040
5	6,5360
6	6,5187
<b>Medelvärde</b>	<b>6,7 %</b>
<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,2357 ±</b>

## Energiinnehåll

**Tabell 5:** Samtliga analyser av energi med tillhörande medelvärde och standardavvikelse.

Prov	kcal / 100 g	kJ / 100 g
1	235,5893	984,7632
2	234,6461	980,8208
3	236,1831	987,2452
4	237,1005	991,0803
5	237,3015	991,9201
<b>Medelvärde</b>	<b>236,16</b>	<b>987,17</b>
<b>Standardavvikelse</b>	<b>0,98 ±</b>	<b>4,10 ±</b>

\*Enligt praxis när en näringsvärdesberäkning bestäms adderas vikten av vatten, kostfiber, aska och sedan adderas den vikt fett och protein som framtagits genom analys. Det som blir över efter att man adderat alla värden antas endast vara kolhydraterna.

## Kolhydrathalt

**Tabell 6:** Beräkning av kolhydrater.

	g / 100 g	Energi	Energi
<b>Energi</b>			236 kcal
<b>Vattenhalt</b>	53,35		
<b>Proteinmängd</b>	10,8	1 g protein = 4 kcal	43,2 kcal
<b>Fettmängd</b>	6,7	1 g fett = 9 kcal =	60,3 kcal
<b>Kolhydrat</b>	$x = 132,5 / 4 \text{ kcal}$	1 g kolhydrat = 4 kcal	132,5 kcal
		<b>Totalt</b>	236 kcal



## Bilaga 4

Tabell 1: Beräkning av begränsande aminosyra.

Aminosyror	/ per 100 g	Vuxna, mg/g kväve	Barn (1–3 år), mg/g kväve	Proteinpoäng
Lysin	0.575	294	320	180 %
Metionin	0.25	142	156	160 %
Tryptofan	0.165	38	43	384 %
Treonin	0.65	152	170	383 %
Cystin + (Metionin)	0.12	142	156	237 %
Leucin	1.095	322	341	321 %
Isoleucin	0.815	142	156	522 %
Histidin	0.475	104	114	417 %
Fenylalanin	0.535	256	291	184 %
Tyrosin	0.555	256	291	191 %
Serin	0.645	-	-	-
Glutaminsyra	1.69	-	-	-
Glycin	0.86	-	-	-
Valin	1.05	180	199	528 %
Arginin	0.505	-	-	-
Asparaginsyra	1.085	-	-	-

<b>Alanin</b>	1.44	-	-	-
<b>Prolin</b>	1.01	-	-	-
			<b>Proteinpoäng:</b>	100%