



Högskolan
Kristianstad

Högskolan Kristianstad
291 88 Kristianstad
044 250 30 00
www.hkr.se

Examensarbete, 15 hp, för Kandidatexamen med inriktning
mat- och måltidskunskap
VT 2020
Fakulteten för Naturvetenskap

Expansionsmöjligheter hos *Acheta domesticus*:

En studie om syrmsjölets påverkan på färg,
textur, gillande och expansion i extruderad
majskrok.

Fredrik Andersson & Mattias Hansson

Författare

Fredrik Andersson & Mattias Hansson

Titel

Expansionsmöjligheter hos *Acheta domesticus*:

En studie om syrsmjölets påverkan på färg, textur, gillande och expansion i extruderad majs-krok.

Engelsk titel

Expandability of *Acheta domesticus*:

A study on the effect of cricket flour on color, texture, liking and expansion in extruded corn puffs.

Handledare

Karin Wendin

Examinator

Arwa Mustafa

Sammanfattning

I takt med en ökande världspopulation ställs allt hårdare krav på primärproducenter att tillgodose råvaror i adekvata mängder. Forskning inom området är av stor vikt för att hitta nya hållbara källor för näringsämnen som exempelvis protein, eftersom produktionen i dagsläget för med sig många miljömässiga nackdelar. I samband med att EU godkänner insekter som livsmedel får fler upp ögonen för eventuella fördelar som de kan bidra med som råvara. Syftet med denna studien är att undersöka vilken påverkan tillsats av syrsmjöl har på färg, textur, gillande och expansion hos extruderad majs-krok. Detta är ett steg i riktningen mot implementering av insekter i västerländsk kost. Genom att analysera vatten och proteinhalt i den extruderade produkten, samt mäta dess färg, textur, radiella expansion och gillande hos konsument kan insamlad data ställas mot varandra och eventuella korrelationer belysas. Resultatet från studien visar att vid högre andel syrsmjöl blir texturen kompaktare, expansionen mindre och en färgförändring sker åt det mörkare hållet. De prov med lägre andel tillsatt syrsmjöl, och därmed en bättre expansion, fick högst gillandepoäng på alla frågeställningar i ett konsumenttest.

Ämnesord

Extrudering, hussyrsa, *Acheta domesticus*, protein, entomofagi

Author

Fredrik Andersson & Mattias Hansson

Title

Expandability of *Acheta domesticus*:

A study on the effect of cricket flour on color, texture, liking and expansion in extruded corn puffs.

Supervisor

Karin Wendin

Examiner

Arwa Mustafa

Abstract

In line with a growing world population, higher demands are put on primary producers to supply raw materials in adequate quantities. Research in the area is of great importance in finding new sustainable sources of nutrients such as protein, which presently brings with it many environmental disadvantages. As the EU approves insects as food, more people are becoming aware of potential benefits they can provide. The purpose of this report is to investigate the effect of the addition of cricket flour on the color, texture, liking and expansion of an extruded corn puff. This is a step towards the implementation of insects in the Western diet. By analyzing the water and protein content of the extruded product, as well as measuring its color, texture, radial expansion and consumer appreciation, collected data can be compared and any correlations can be shown. The results of the study show that with a higher proportion of cricket flour the texture becomes more compact, shows less expansion and a color change toward a darker tone. The samples with a lower proportion of added cricket flour, and thus a better expansion, received the highest points of liking on all the questions in the consumer test.

Keywords

Extrusion, House cricket, *Acheta domesticus*, protein, entomophagy

Förkortningar och ordförklaringar

AOAC

Association of Official Agricultural Chemists – Publicerar standardiserade kemiska analysmetoder

Entomofagi

[-gi:] (av grekiska *e'ntomon* 'insekt' och *phagei'n* 'äta'), ätande av insekter.

EFSA

European Food Safety Authority

Extrudering

En process genom vilken en uppsättning blandade ingredienser tvingas genom en öppning i en perforerad platta eller matris med en design som är specifik för maten och skärs sedan till en specifik storlek med blad. Extrudern består av en stor, roterande skruv som är tätt anordnad i en stationär cylinder.

RFID

(Radio-frequency identification) är en teknik för att läsa information på avstånd från transpondrar och minnen

Gelatinisering

Nedbrytning av de intermolekylära bindningarna av stärkelsemolekyler i närvaro av vatten och värme. Denna förändring innebär att stärkelsegranulerna tar upp vatten och sväller samt bildar en oordnad, icke-kristallin struktur bland polysackariderna.

Retrogradering

Retrogradering - Polysackariderna i den oordnade strukturen efter gelatinering intar ett kristallint tillstånd med ordnad struktur som resulterar i att produkten hårdnar.

CIELAB

CIELAB är en tredimensionell, ungefärligt jämfördelad färgrymd, fastställd av Internationella belysningskommissionen (CIE) 1976, som bygger på ögats sätt att uppfatta färger genom att definiera färgen genom de tre koordinaterna L^* , a^* , b^*

Innehållsförteckning

Förkortningar och ordförklaringar.....	
Förord	1
Inledning.....	2
Syfte.....	3
Litteraturgenomgång	4
Material och metod.....	14
Etiska överväganden.....	18
Resultat.....	20
Diskussion	27
Resultatdiskussion	27
Metoddiskussion.....	29
Reflektion över samhällliga aspekter.....	32
Relevans för huvudområdet mat- och måltidsvetenskap.....	32
Framåtblick mot nya studier.....	33
Slutsats.....	34
Referenser.....	35
Bilagor	45

Förord

Vi vill inleda med att tacka dig som läsare för ditt intresse och hoppas att studien kan belysa delar av ett viktig och framförallt intressant ämnesområde.

Den här rapporten hade inte varit möjlig utan en rad nyckelfigurer. Först och främst vill vi tacka Programområdesansvarig Viktoria Olsson som i ett tidigt skede såg möjligheterna med att införskaffa en extruder till programmet och inte bara för det arbete som framförs i den här uppsatsen. Då en extruder ofta är väldigt dyr så valde vi att köpa in de delar som behövdes för en enklare variant och montera dessa själva. Här kommer vi till nästa nyckelfigur, Ulf Andersson, som bistod med att konstruera samt montera den ställning som extrudern behövde för att fungera driftsäkert. Vi vill också passa på att tacka Ia Rosenlind och Jeanette Purhagen på LTH för deras tid och hjälp med att utföra mätningar vi annars inte hade haft möjlighet till. Och sist men absolut inte minst ett riktigt stort tack till vår handledare Karin Wendin som bistod med expertis och ledsagning under arbetets gång.

Inledning

Enligt United Nations (2019) indikerar beräkningar att jordens befolkning kommer att öka till 9,7 miljarder år 2050. I takt med att fler får tillgång till, samt har ekonomisk möjlighet att införskaffa födoämnen rika på protein ökar pressen på livsmedelsproducenter att producera i en takt som inte är miljömässigt hållbar (Arnold van Huis & Oonincx, 2017). Problematiken vid uppfödning av djur för konsumtion är utsläpp av växthusgaser, användningen av stora arealer landyta, de gödningsmedel och bekämpningsmedel som används samt den stora mängden vatten och foder som går åt. Produktion och uppfödning av animalieprodukter står i dagsläget för cirka 15% av de totala utsläppen av världens växthusgaser enligt Jordbruksverket (2020) och får därmed anses vara en del av de utmaningar som måste lösas inför framtiden. En lovande kandidat för att tillgodose delar av ett växande proteinbehov och samtidigt bidra med en sänkning av växthusgaser i primärproduktionen är insekter. Det uppskattas att mer än 1900 arter av insekter har en traditionell plats som livsmedel för minst 2 miljarder människor. Det är vanligt att människor i västvärlden ser entomofagi, ätande av insekter, som något motbjudande och tenderar därmed att utesluta insekter som ett alternativ i kosten (Rozin & Fallon, 1987). Det är fastställt att entomofagi förknippas med primitivt beteende bland dem som är ovilliga till att konsumera insekter (Ponzetta & Paoletti, 1997; Ramos-Elorduy, 1997; Vane-Wright, 1991). Ett problemområde som måste undersökas och arbetas vidare med är hur en implementering av insekter i den kost som konsumeras idag kan ske. Detta är något som kan erhållas genom kreativa produkt och matlagningstekniker som utnyttjar värme, torkning samt frysningssprocesser. Var och en av dessa metoder har fördelar och tekniska begränsningar som påverkar kostnaden och konsumenternas preferenser. En alternativ process för matlagning är extrudering på grund av dess låga kostnader, hållbarhet och mångsidighet för produktion (Guy, 2001). Extrudering kan stå för ett brett utbud av livsmedelsprodukter som inkluderar pasta, bröd, frukostflingor och färdiga snacks, konfekt, kakdeg, barnmat, full-fet soja, texturerat vegetabiliskt protein, vissa drycker och husdjursmat (Harper, 1978). Det är således intressant att se hur insekter kan inkorporeras i livsmedelsprodukter genom extrudering.

Syfte

Att undersöka vilken påverkan tillsats av syrsmjöl har på färg, textur, gillande och expansion hos extruderad majskrok.

Litteraturgenomgång

Litteratursökning till studien gjordes genom Högskolan Kristianstads litteraturlösningsdatabas Summon, Google Scholar samt kurslitteratur. Sökord som har använts är extrusion, food technology, *Acheta domesticus*, corn starch, expansion in extruded corn, colorimetric, sensory analysis, texture analysis, statistical analysis, entomofagi, nya livsmedel/novel foods, insekter/insects, design of experiments, jordbruk, carbohydrates, protein, lipid, insects as food.

Insekter som livsmedel i väst

Före den industriella, och i stor mån den agrara revolutionen användes djur i västvärlden inte enbart till kött- och mjölkproduktion utan även som hjälpmedel inom jordbruket samt för framställning av läder, ull och som transportmedel (Gadd, 2000). När livsmedelsproduktionen i Europa blev effektivare och större variation av växter och djur fanns att tillgå blev insekter som föda allt mindre intressant, till stor del på grund av den osäkra tillgången då insekter är förankrade med säsong (DeFoliart, 1999). Även om insekter sedan länge har använts för framställning av honung och silke, så har de helt enkelt inte erbjudit samma fördelar som större djur (A. van Huis et al., 2013). För att öka acceptansen och benägenheten till konsumtion av insektsbaserade livsmedel i väst underlättar det att insekterna tillförs malda eller på annat sätt oigenkännliga (Lammers et al., 2019), som i fallet med extruderade produkter. En studie av Schlup och Brunner (2018) visar att deltagarna i större utsträckning hade valt att prova insektsbaserade produkter om de genomgått processering, exempelvis som burgare.

Från och med den 1 januari 2018 tillämpas förordningen (EU) 2015/2283 om nya livsmedel i Europa. Den upphäver och ersätter förordning (EG) nr 258/97 och förordning (EG) nr 1852/2001 som var i kraft fram till den 31 december 2017. Den nya förordningen förbättrar villkoren så att livsmedelsföretag lättare kan utveckla och erbjuda nya och innovativa livsmedel till EU-marknaden, samtidigt som de håller en hög livsmedelssäkerhet för europeiska konsumenter. Livsmedel som inte producerades eller användes före 1997 betraktas i den nya förordningen som nya livsmedel (European Commission, 2016b). Några EU-länder har själva tolkat den äldre versionen av

förordningen så att insekter inte räknas som nya livsmedel och därmed är tillåtna att säljas utan godkännande, dessa länder får med den nya förordningen fortsätta med försäljning under en övergångsperiod (Livsmedelsverket, 2019). Sverige har alltid tolkat lagen som att insekter ingår i kategorin nya livsmedel och tillåter inte försäljning av insektsarter innan de är riskbedömda och godkända. Insekter kräver därmed att en ansökan om tillstånd måste skickas till Europeiska kommissionen innan de kan släppas ut på marknaden. Om det ansökta livsmedlet kan påverka människors hälsa kommer kommissionen att be europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) att göra en riskbedömning (European Commission, 2016a). En ansökan gällande *Acheta domesticus* (Hussyrsa) och dess applikationer som livsmedel skickades in den 25 november 2015 till (European Commission, 2015) och förväntas bli godkänd under 2020 (Boffey, 2020).

Miljömässiga fördelar av insektskonsumtion

Listan av miljömässiga fördelar som insektskonsumtion medför kan göras lång. För att nämna några går det åt signifikant mindre vatten vid uppfödning av insekter än boskapsdjur. Insekter har hög kapacitet att omvandla föda till kroppsmassa samt att det går åt avsevärt mycket mindre landmassa vid uppfödning än vad som krävs för boskapsdjur (Dobermann et al., 2017). För att få ut ett kilo kött från kyckling går det åt 2,5 kilo foder, 5 kilo för fläskkött, 10 kilo för nötkött och 1,7 kilo för syrsor (Smil, 2002). Utsläppen av växthusgaser är dessutom mindre eller likvärdiga enligt Oonincx et al. (2010) och mängden vatten som förbrukas är jämförbart med fågel men betydligt lägre än för nötkreatur (Miglietta et al., 2015). Utöver att syrsor är effektiva när det gäller att omvandla foder till kroppsmassa så kan uppskattningsvis 80 % av syrsan användas till livsmedel i jämförelse mot 55% för kyckling och grisar samt 40 % för nötkreatur (Nakagaki & Defoliart, 1991). Andelen landareal som går åt för att föda upp insekter är avsevärt mycket mindre än vid uppfödning av andra djur. För varje hektar som går åt att föda upp mjölmaskprotein, går det åt 2 - 3,5 hektar mark för att producera liknande mängd protein från kyckling och gris samt 10 hektar för nötkreatur (Oonincx & Boer, 2012).

Entomofagi

Entomofagi är till stor del betingat av kulturella och religiösa normer och är vanligt förekommande i många regioner i världen men med en överrepresentation i Asien, Sydamerika och Afrika (A. van Huis et al., 2013). Den globalt vanligaste typen av insekter som konsumeras som livsmedel är skalbaggar följt av larver och sedan bin, getingar och myror. Insekterna konsumeras i olika form, hela men också sönderdelade i olika grad när de ingår i maträtter eller processade livsmedel. Gräshoppor och syrsor utgör endast 13 % av totalen (Imathiu, 2020).

Det står klart att det finns många fördelar med att implementera insekter som en del av den mänskliga dieten men ett antal faktorer kan försvåra denna implementering. Matneofobi gällande entomofagi är ett hinder som måste beaktas, framförallt av de livsmedelsproducenter som kommer att använda insekter som en ingrediens i ett livsmedel. Det är påvisat att viljan att konsumera insekter som livsmedel i västvärlden är låg, ofta på grund av uppfattningar om att insekter är motbjudande men också rädslan för kontaminering och sjukdomar samt inverkan av sociala normer (Jensen & Lieberoth, 2019). En metod för att underlätta implementeringen av insekter som mänsklig föda är att mala eller på annat sätt finfördela insekterna till den grad att de inte längre är igenkännliga och addera dem till livsmedel som är vanliga i västvärlden (Hartmann et al., 2015).

Näringsvärde

Enligt gällande råd från *nordiska näringsrekommendationer* 2012 för en hälsosammare livsmedelskonsumtion med en minskad risk för kostrelaterade sjukdomar, bör energitätheten av de livsmedel som konsumeras sänkas, näringstätheten öka, begränsa mängden kött och i synnerhet rött kött samt förbättra kostens fettsammansättning genom att balansera intaget av fettsyror. Att använda syrsa som en del av den vardagliga kosten kan bidra till intaget av flera viktiga näringsämnen. *Acheta domesticus* består av olika fettsyror inklusive de essentiella linol och linolenfettsyror, de huvudsakliga fettsyror i syrsa är linolsyra 30 - 40 %, oljesyra 23 - 27 %, palmitinsyra 24 - 30 % och linolensyra <1% (Mariod et al., 2017). Innehållet av vitaminer och mineraler i syrsa är kalcium 132 - 210 mg, kalium 1126,6 mg, magnesium 109,42 mg, zink 21,79 mg, selen 0,06 mg/100g, förekomsten av vitamin A är 24,3 µg, vitamin E 63 – 81 IU/kg, Vitamin C 9,74 mg och

vitamin B 85 mg/100g (Mariod et al., 2017). Insekter innehåller mycket varierande andel protein, *Acheta domesticus* kan innehålla mellan 55 - 70 % protein under dess livscykel (Finke, 2008; Rumpold & Schlüter, 2013) mätt på torrs substans, och består i varierande mängd av samtliga essentiella aminosyror (Ritvanen et al., 2020). Syrsa kan därmed vara ett bra substitut för att behålla proteinkvaliteten i samband med en mindre konsumtion av nöt-, fläsk- och fågelkött.

Majsstärkelse

Majsstärkelse är ett vitt, smak- och doftlöst pulver som är utvunnet ur majskornets kärna. Majsstärkelse är i form av granuler som utgörs till 98 % av polysackariderna amylos och amylopektin (BeMiller, 2018b). Dessa två polysackarider har stor betydelse för gelatinisering och retrogradering som tillsammans med vatten och värme kan bilda olika strukturer i livsmedel. Gelatinisering sker när stärkelsen utsätts för värme och vatten, då sväller granulerna flera gånger sin egen storlek och intar en ny irreversibel struktur (BeMiller, 2018a). När stärkelsen avsvälvar sker efter hand en retrogradering, vilket innebär en omkristallisation av stärkelsekomponenterna till en mer ordnad form som leder till att produkten blir fastare och mindre elastisk (Eliasson, 2006).

Lipider

Vid extrudering av expanderade produkter är förutom stärkelse, proteiner och vatten även lipider viktiga att beakta. Vid extrudering där förhållandet mellan stärkelse, proteiner och vatten är i balans kan en för hög förekomst av lipider försämra expansionsegenskaperna (Guiné & Correia, 2016). En studie där 20 % mjölmask adderades till en massa som extruderades påvisades en försämrad expansion och kompaktare produkt vid extrudering, på grund av den höga halten lipider i mjölmasken (Azzollini et al., 2018). I samma studie undersöktes även extrudering med 10 % adderad mjölmask som innebar en lägre mängd lipider, vilket påvisade betydligt mer acceptabla texturegenskaper.

Extrudering

Extrudering är en mångsidig och etablerad processmetod som används för att producera en mängd olika livsmedel, vanligt förekommande livsmedel som har genomgått extrudering är snacks, flingor, pasta, och vegetariska köttsubstitut (Guy, 2001). Extrudering är en process där livsmedlet ofta bearbetas under HTST (high temperature short time). Extruderingen bildar högt tryck, hög temperatur och där skjuvkrafter slutligen pressar produkten genom ett smalt munstycke som ger produkten sin slutliga form. Det är möjligt att med denna metod skapa olika texturer och smaker som är passande för den tänkta slutprodukten. I extruderade produkter där expansion är önskvärt spelar gelatinisering av stärkelse en viktig roll. Detta för att tillhandahålla gashållningskapaciteten i en extruderad produkt som ligger till grund för expansion. Ingredienser förutom stärkelse kan tillföra utspädningsmedel eller dispergerande fyllnadsmedel i form av proteiner, sockerarter, lipider och fibrer som minskar benägenheten till expansion (Bordoloi & Ganguly, 2014). Vid addering av ingredienser rika på lipider kan lipidoxidation uppstå, som är en utmatning vid extrudering av livsmedel i kombination med höga temperaturer. Oxidationen kan minska näringskvaliteten genom att minska innehållet av essentiella fettsyror linolensyra och linolsyra då dessa långkedjade omättade fettsyror är mycket oxidationbenägna (Bordoloi & Ganguly, 2014). För att uppnå önskvärd textur vid extrudering bör faktorer som fukthalt, temperatur och matningshastighet tas i beaktning. Hårdheten i den extruderade produkten påverkas av expansionen, och expansionen påverkas i sin tur av fukttinnehållet (Aguilar-Palazuelos et al., 2006).

Vattenhalt

Vattenhalten i ett livsmedel har stor betydelse för dess mikrobiella säkerhet, hållbarhetstid och fysikaliska egenskaper. Vid hantering av stärkelserika livsmedel är god kännedom av vattenhalten en viktig del i att kontrollera fysikaliska egenskaper för att nå en önskvärd slutprodukt. Vatten har en central roll i den expansion som uppstår vid gelatinisering och har dessutom betydelse för hårdhet samt porstorleken i extruderade livsmedel (Thymi et al., 2005). Högre vattenhalt medför en kraftig minskning av den radiella och volymetriska expansionen i en extruderingsprocess som kan ses i en studie

av Alvarez-Martinez et al. (1988) samt ökar bulkdensiteten (Liu et al., 2000). Vid sänkning av vattenhalten under extrudering sker en strukturell nedbrytning av stärkelsegranulerna vilket resulterar i en förändrad molekylär struktur hos stärkelsen enligt van Lengerich (1990), som främjar expansionen. Beroende på råvara som skall undersökas finns ett antal standarder att tillgå, för att mäta vattenhalten i majsmjöl samt syrmjöl lämpar sig metod 930.15 Loss on Drying (Moisture) for Feeds (Association of Official Analytical Chemists, 2015). Metoden är inte lika skonsam mot råvaran som andra standarder, men är för studiens syfte mer precis.

Proteinhaltsmätning

Vid extrudering är det viktigt att känna till proteinhalten i den massa som ska extruderas då hårdhet ofta förknippas med proteinhalt (Maurya & Said, 2014). Proteinerna liksom stärkelse bidrar till bildandet av struktur i den extruderade produkten (Navale et al., 2016), men kan vid höga halter minska den volymetriska expansionen vilket resulterar i en kompaktare och hårdare produkt (Faubion & Hosney, 1982). En vanlig metod för att mäta proteinhalten baseras på Kjeldahl-metoden (EG) Nr 152/2009 (2019), numera är det vanligare att använda gaskromatografi som mäter kväve enligt kjeldahl och metoden för organisk kol enligt Walkley & Black (1934), då metoden inte avger giftiga eller farliga ämnen behöver laboratoriet inte investera i säkerhetsanordningar och avfallshantering i samma utsträckning. Den uppmätta mängden kväve multipliceras sedan med en konversionsfaktor för den aktuella produkten, en vanligt förekommande konversionsfaktor som används på flera olika sorters livsmedel är 6,25 men kan i vissa fall ge en för hög uppskattning av proteinhalten. Konversionsfaktorn 6,25 baseras på två antaganden där det första antagandet avser att alla proteiner innehåller 16 % kväve ($100/16 = 6,25$), det andra antagandet är att allt kväve har sitt ursprung från protein (Krul, 2019). Vid undersökning av amionosyrasammansättningen av olika livsmedel framgår det att konversionsfaktorn 6,25 överskattar proteininnehållet i livsmedel vilket innebär att en anpassad konversionsfaktor bör användas för större noggrannhet (Krul, 2019). På grund av *Acheta domesticus* höga halt av kitin, kan konversionsfaktorn 6,25 troligtvis överskatta proteinhalten och därmed ge missvisande resultat. En ny studie visar att konversionsfaktorn för *Acheta domesticus* är 5,09 och bör användas över 6,25 (Ritvanen et al., 2020).

Expansion

Vid extrudering där målet är en expanderad produkt bör parametrar som vattenhalt, proteinhalt, fetter, temperatur med mera samt extruderns egenskaper arbeta i symbios (Mohamed, 2007). Expansionen kan i sig vara den parameter som avgör ifall produkten blir omtyckt av konsumenten eller ej. För att mäta och jämföra olika parametrars inverkan på expansion av extruderade produkter är de volymetriska och radiella värdena av produkten och dess porstorlek av intresse (Alvarez-Martinez et al., 1988; Korkerd et al., 2016).

Mätning av textur

Oral-taktil textur omfattar de texturrelaterade känslor som bildas i munnen av läppar, tänder, munslemhinnan, saliv, tungan och halsen. Textur är en sensorisk egenskap som kan bli beskrivet av människan, men också med hjälp av mätinstrument som måste efterlikna sensoriska gensvar (Lawless & Heymann, 2010). För att efterlikna det första bittet av ett livsmedel kan mätinstrument användas för att mäta den kraft, ofta gram (g), som behövs för att penetrera eller bryta ett livsmedel. Det första bittet ger en uppfattning om produktens hårdhet, elasticitet, och smulighet. Texturen på ett livsmedel är viktig att känna till då den kan vara mycket viktig för en konsument, liksom färg och smak. Skillnaden mellan färg, smak och textur är att texturen används i tester för att indikera kvaliteten på ett livsmedel framför matsäkerheten som ofta är förknippat med färg och smak. En del konsumenten är extra känsliga för den upplevda texturen i livsmedel. Torra extruderade produkter bör upplevas som krispiga (Lawless & Heymann, 2010).

Kolorimetri

När ett livsmedel utsätts för värme sker en Maillard-reaktion bland de reducerande sockerarterna och aminosyrorna. Denna kemiska reaktion ger upphov till både smak och färgförändringar (Yaylayan et al., 1992). Detta ger skäl till att utföra färgmätning som ett verktyg till kvalitetssäkring innan en produkt når konsumentmarknaden. Kolorimetri är en optisk analysmetod som omvandlar subjektiva färgtolkningar till ett numeriskt system (Gilchrist & Nobbs, 2000). Det numeriska systemet delas in i det standardiserade

färgskalsystemet CIELAB 1976 (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019), med tre huvudkategorier L^* -, a^* - samt b^* . Dessa tre huvudkategorier representerar färgskalor som är baserade på motsatt-färgteorin som antar att det mänskliga ögats receptorer uppfattar färger som motsatser (Marcus, 1998). De uppmätta värdena för L^* indikerar ljushet mot mörker, a^* samt b^* är kromatiska koordinater och indikerar färgriktningar. Färgriktningarna förtydligas genom att $+a^*$ är den röda axeln, $-a^*$ är den gröna axeln och $+b^*$ är den gula axeln och $-b^*$ är den blå axeln (Oleari, 2013).

Konsumenttest

Det grundläggande målet för konsumenttest är att fastställa acceptansen hos en produkt eller ett antal produkter, eller att fastställa om en specifik produkt föredras framför andra produkter (Lawless & Heymann, 2010). Det finns många olika anledningar till att tillämpa konsumenttest, några är vid lansering av en ny produkt, ändring av receptur på en redan befintlig produkt men också i syfte att efterlikna en konkurrents produkt. Det är även ett bra tillfälle att samla in information om gillande och ogillande kring en produkt. För att lättare mäta gillandet av en produkt krävs en kvantitativ metod, ofta används en niogradig hedonisk skala där 1 representerar "Tycker extremt illa om" medan 9 representerar "Tycker extremt bra om". För att utföra ett hedoniskt preferenstest bör deltagarantalet överstiga 50, men antalet bör också öka med storleken på den tilltänkta målgruppen för att ge tillräckligt med underlag för att göra påståenden om de resultat som produceras (Albinsson et al., 2013).

Ett HUT-test (Home Use Test) är ett konsumenttest med fördelen att kunna utföras på den plats där produkten är tänkt att konsumeras. Ett HUT gör det möjligt för konsumenten att prova produkten i ett realistiskt scenario där produkten kan analyseras i en miljö där deltagaren känner sig bekväm och få input av andra. Nackdelarna med ett HUT är att det är tidskrävande och svårt att kontrollera att testet utförs på ett korrekt sätt (Lawless & Heymann, 2010).

Statistisk bearbetning

Statistisk bearbetning har som syfte att på ett överskådligt och begripligt sätt beskriva resultat, antingen med hjälp av tabeller, diagram eller figurer samt av olika siffermått. När bearbetningen är gjord, kan antingen slutsatser dras, och/eller att resultat kan tolkas (Ejlertsson, 2019). För att jämföra data och undersöka i vilka riktningar data varierar mest kan en principalkomponentsanalys (PCA) användas. PCA är ett bra verktyg att använda när målet är att se mönster/trender från stor mängd data som presenteras i punktform i förhållande till valda variabler på en Y och X-axel (Abdi & Williams, 2010).

En bivariat regressionsanalys används till att visa inverkan av en vald oberoende variabel på en vald beroende variabel. Exempelvis kan en bivariat regressionsanalys användas för att undersöka syrsproteinets (oberoende variabel) inverkan av expansionen (beroende variabel) av en extruderad produkt. Resultatet av denna analys kan som tidigare nämnt, presenteras i punktform i ett spridningsdiagram med en Y och X-axel där en antingen positiv eller negativ trendlinje tydliggör om syrsproteinets har en positiv eller negativ inverkan på expansionen av en extruderad produkt (Chatterjee & Hadi, 2012).

Boxplot är ett diagram där statistiska data redovisas i lådformat. Lådformatet visar medianvärde, undre och övre kvartil samt minsta och högsta datavärde. Eventuella datavärden som avviker benämns som utstickare eller avvikelser och kan visas med markörer (Tukey, 1977), som exempelvis cirklar för mindre utstickare eller stjärnor för extrema utstickare i figurer skapade med SPSS.

Försöksplanering

En av de viktigaste metoderna vid framtagandet av, eller vid en förbättring av en produkt eller process, pekas oftast ut att vara försöksdesignen. Om parametrar justeras randomiserat, eller en åt gången, blir också resultaten randomiserade och det är lätt att samband mellan olika parametrars påverkan inte framgår. Genom att identifiera parametrar och modellera dessa statistiskt kan en design skapas med en rimlig variation av försök för att uppnå önskat utfall. Oftast är det flera parametrar som varieras på samma gång som medför att processparametrar och resultat kan analyseras (Lundstedt et al., 1998). Faktorer kan exempelvis vara temperatur, hastighet eller procentandel råvara.

Avgränsningar

De avgränsningar som har gjorts i studien är valet av ingredienser, maskintekniska egenskaper samt konsumenttestets utformning och omfattning. För att undersöka vilken påverkan tillsats av syrsmjöl har på färg, textur, gillande och expansion hos en extruderad majskrok under bestämd tidsram avgränsades valet av ingredienser till majsmjöl, syrsmjöl och vatten. Denna avgränsning resulterade i att alternativa cerealier med expansiva egenskaper uteslöts vilket innebar att antalet prover i försöksplaneringen hölls inom ramen för projekttiden. Extrudern som användes bidrog till avgränsningar då egenskaper som roteringshastighet och temperatur var icke reglerbar, samt att matningshastigheten var manuell. Detta resulterar i att studien ej tar hänsyn till dessa faktorer i försöksdesignen eller vid sammanställning av resultaten. Konsumenttestet som genomfördes begränsades av nationella bestämmelser mot sociala grupperingar över 50 personer under pågående COVID-19. Begränsningen resulterade i ett större bortfall av respondenter och innebar att resultaten enbart kan ses som indikationer.

Material och metod

Material

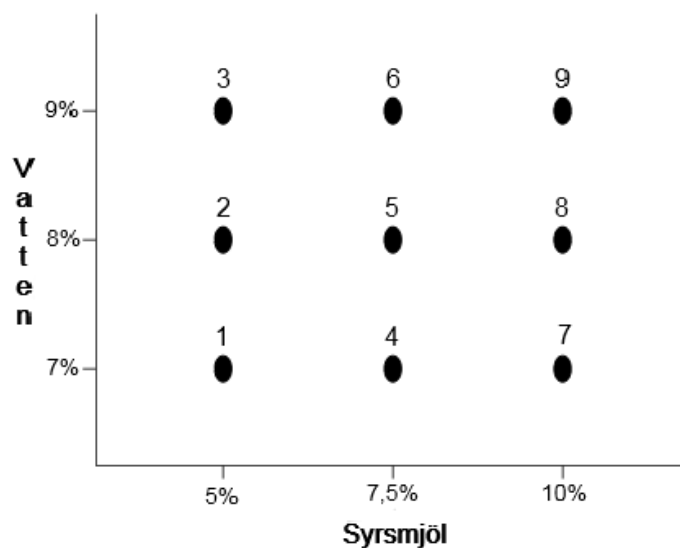
Grovt majsmjöl (Molino Favero, Padua, Italien) och syrmsjöl (*Acheta domesticus*, Global Bugs, Thailand) användes i denna studie. Tre blandningar med 7,5%-, 10%- samt 12,5% syrmsjöl skapades av torr substans för att göra en preliminär undersökning av extruderingsprocessen.

Försöksdesign

En enklare design skapades enligt Engineering Statistics Handbook (National Institute of Standards and Technology, 2013). Designen har två faktorer, vatten som kan ses på y-axeln samt syrmsjöl på x-axeln, var och en på tre nivåers djup. Genom att förflytta sig på de olika axlarna skapas en kombination av de förbestämda faktorerna, exempelvis en placering på punkt 6 i figur 1 indikerar att faktorerna som skall undersökas är 7,5% syrmsjöl samt 9% vatten. Anledningen till att inte skapa en design med tre faktorer, där majsmjöl ingår, är att försöksantalen hade ökat kraftigt, från 9 prov i triplikat, till 27 prov i triplikat. Innan extrudering skapades 9 prov i triplikat, vardera med en totalvikt på 100 gram, där faktorerna vatten och syrmsjöl adderades enligt figur 1. Majsmjölet agerade i försöksdesignen som balanserare och adderades sist för att uppnå 100% av totalvikten enligt

tabell

1.



Figur 1. Figuren visar en 3^2 försöksdesign.

Tabell 1. Formuleringsparametrar för extruderad majskrok, antal prov, mängden tillsatt vatten i %, mängden syrmsmjöl i % samt andelen majsmjöl i % per prov.

Prov	Vatten (%)	Syrsmjöl (%)	Majsmjöl (%)
1	7	5	88
2	8	5	87
3	9	5	86
4	7	7,5	85,5
5	8	7,5	84,5
6	9	7,5	83,5
7	7	10	83
8	8	10	82
9	9	10	81

Extrudering

Grovt majsmjöl, syrmsmjöl, samt vatten vägdes på analysvåg (Sartorius CPA, Tyskland) och tillsattes i blandskål. Majsmjöl, syrmsmjöl och vattenblandningen omrördes för hand med ballongvisp. 9 blandningar skapades i triplikat enligt tabell 1. Varje prov extruderades med (440-500rpm) singelskruv, elektrisk motor 4KW (5,5HK) 1400rpm, samtliga prover hade en totalvikt på 100g.

Vattenhaltsbestämning

Grovt majsmjöl, syrmsmjöl och färdigextruderad produkt vägdes separat på analysvåg (Sartorius CPA, Tyskland) och vikt noterades. Proverna gjordes i triplikat. Proverna torkades i ugn (Electrolux, Varmluft) i 135°C i 2 timmar enligt (Association of Official Analytical Chemists, 2015). De torkade proverna vägdes och vattenmängden räknades ut med hjälp av nedanstående formel.

$$\text{Vattenhalt i \%} = \frac{\text{Skillnaden i Provvikt före och efter torkning (gram)}}{\text{Provvikt före torkning (gram)}} \times 100$$

Proteinhaltsmätning

Extruderade syrmsajskrokar mortlades med mortelstöt, vägdes på analysvåg (AE163, Mettler Toledo, United Kingdom, Leicester) och paketerades i tennfoliepaket (Tin-disc) med tin-disc-packare. Asparaginsyra paketerades i triplikat och användes som indikator för att verifiera att mätningen fungerade och att rätt värden avläses. Tennfoliepaketen med de mortlade syrmsajskrokarna samt tennfoliepaketen med asparaginsyra placerades i proteinhaltsanalysatorn (FlashEA 1112 Series, Thermo Fisher, Italy) och mätningarna påbörjades. Mätningarna utfördes i triplikat. Proteinhalten räknades ut genom att multiplicera den uppmätta kvävehalten i andelen syrmsmjöl i proverna med konversionsfaktor 5,09 enligt Ritvanen et al. (2020) för syrsa. Den uppmätta kvävehalten i andelen majsmjöl i proverna multiplicerades med konversionsfaktor 6,25 för majsmjöl enligt FAO (u.d.). Det totala proteininnehållet i extruderad majskrok beräknades genom att addera proteinhalten från syrmsmjölet med proteinhalten från majsmjölet.

Mätning av expansion

Digitalt skjutmått (Goobay, Braunschweig, Tyskland, 0,01mm noggrannhet) användes för att mäta diameter och porstorlek på extruderade syrmsajskrokar. Mätningarna genomfördes i triplikat.

Textur

Texturmätare (Perten TVT-300XP, Hägersten, Sverige) monterades med mätprob (671380, Perten) och en lastcell på 5 kg. Mjukvaran TexCalc (Version 5.2.2.310) ställdes in med följande inställningar, typ: Kompression. Provläge: Enkel cykel. Kraftenhet: gram. Testparametrar: provhöjd 15 mm, starthöjd från prov 5 mm, kompression 8 mm, hastighet 1 mm/sek, utlösande kraft 5 g, datahastighet 500 pps. Triplikat av proverna i tabell 2 komprimerades 8 mm från det att motstånd registrerades av texturmätaren. Kraften (g) och tiden (s) registrerades.

Kolorimetri

Prover i triplikat enligt tabell 1 mortlades till ett fint pulver. En metallcylinder med diameter 2,5 cm fästes på en petriskål för att koncentrera pulvret till en mindre yta. 1 gram vägdes upp för vardera prov och placerades i den yta som skapats med cylindern på petriskålen. Petriskålen placerades på spektrofotometer CM-600d (Konica Minolta, Japan) och justerades så att prov täckte avläsningsytan. L^* -, a^* - samt b^* -värden noterades.

Konsumenttest

Ett hedoniskt kvantitativt konsumenttest i form av ett home use test (HUT) utfördes med 10 deltagare och 0 bortfall. Deltagarna bestod av studenter och lärare på gastronomiprogrammet vid Högskolan Kristianstad och besitter grundläggande kunskaper i sensorik. Fördelningen mellan könen var 3 män och 7 kvinnor, med ett åldersspann mellan 20 - 60 år. En online baserad enkät skapades i verktyget EyeQuestion. I enkäten blev deltagaren ombedd att svara på 3 frågor kring vardera prov som kan ses i bilaga 4, dessa frågor omfattade utseende, textur samt totalt gillande (smak, lukt, utseende och konsistens) och rangordnades på en niogradig hedonisk skala från ”tycker extremt illa om” till ”tycker extremt bra om”. 9 prover kodades med randomiserade siffror mellan 100–999 enligt bilaga 1 och placerades i ziplock-påsar. Varje deltagare blev tilldelade ett missivbrev som kan ses i bilaga 2, med information om undersökningen samt ett fält för signatur om samtycke till att delta. Efter att deltagaren skrivit under dokumentet blev de tilldelade en förseglad påse innehållandes de 9 kodade proverna samt en QR-kod för att få åtkomst till testet. Efter att ha tittat och smakat på proverna, samt besvarat de frågeställningar som framförs i enkäten för respektive prov avslutas testet och datan samlas automatiskt in till Eyequestion.

Statistisk bearbetning

Analysen av insamlade data var främst riktad åt att få bättre förståelse för vilken eller vilka parametrar som påverkade de fysikaliska egenskaperna vid extrudering. En annan viktig del av studien var att jämföra dessa resultat mot det utförda konsumenttestet.

Principalkomponentsanalys (PCA) utfördes med Panel Check (V1.4.2). Regressionsanalys och bivariat pearson korrelationer utfördes i SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, V26.0). I SPSS skapades även de scatterplots, stapeldiagram och boxplot som återfinns i rapporten. Texturgraferna skapades i Texcalc (V5.2.2.310).

Etiska överväganden

I denna studie förekommer syrsan *Acheta domesticus* som en del av ingredienslistan. Denna ingrediens ska ihop med andra bilda en, för människan, ätbar produkt. Att involvera insekter som en ingrediens till en produkt för mänsklig konsumtion ger flera skäl till att noga beakta olika aspekter av etiska överväganden. Att arbeta med, för oss i västvärlden, klassiska animalier i livsmedel medför ofta etiska överväganden som djurets välfärd, rättigheter samt integritet. Dessa etiska överväganden gäller för djurhållningen under hela levnadstiden från födsel, uppfödning, foderval under uppfödning till avlivningsmetod och slakt. Dessa överväganden måste också appliceras på de, för oss i västvärlden, inte vanliga animalierna avsedda för mänsklig konsumtion som insekter. För att ta fäste vid etiska överväganden gällande djuretiska frågor så kan funderingarna börja redan vid uppfödningen av syrsor, som slutligen ska bli det mjölpulver som använts i studien. Det syrsmjöl som användes i studien kommer från Global Bugs som är stationerat i Thailand.

Under 2020 kommer Global Bugs att öppna sin nybyggda EntoPark, vars syfte är att genom en beprövad och kostnadseffektiv metod baserad på vertikalt jordbruk producera syrsor i staplat vertikalt läge. GlobalBugs kommer även att tillämpa ett kontrollerat jordbruk där alla miljöfaktorer kontrolleras. De vertikalt staplade boxarna med syrsodling kommer att övervakas med RFID-sensorer som möjliggör övervakning av vatten och foder samt syre-analys. Efter undersökning kvarstår otydligheter kring avlivningsmetod. Det är oklart om det syrsmjöl som användes i studien kommer från deras nya anläggning eller från en äldre anläggning.

Det har i samband med användandet av syrsmjöl varit aktuellt att reflektera över huruvida det är miljömässigt försvarbart att köpa syrsmjöl från Thailand när det finns uppfödare av syrsor på betydligt närmare avstånd från den plats där studien utfördes. Diskussion

kring huruvida det är etiskt försvarbart att transportera syrsmjöl från Thailand till Sverige för att användas i studien har förekommit och andra inköpsställen har eftersökts. Efter granskning av utbudet på syrsmjöl bland grossister i närliggande miljöer stod Global Bugs som det mest lämpade alternativet, dels på grund av att de fysikaliska egenskaperna i deras syrspulver som stämde mest överens med den produkt som behövdes i projektet samt företaget transparens via hemsidan för ansvarstagande gällande produktframställning, produktsäkerhet och personalhantering. Alternativet att köpa syrsor från närliggande uppfödare och tillverka eget pulver diskuterades och uteslöts. Detta på grund av framställningssvårigheter och avsaknad av komplicerad teknik som krävs för att få fram ett finkornigt pulver med de önskvärda egenskaperna som studien krävde. Att utveckla en produkt med goda sensoriska egenskaper och som är avsedd för en utbredd konsumentgrupp kan någon form av konsumenttest krävas.

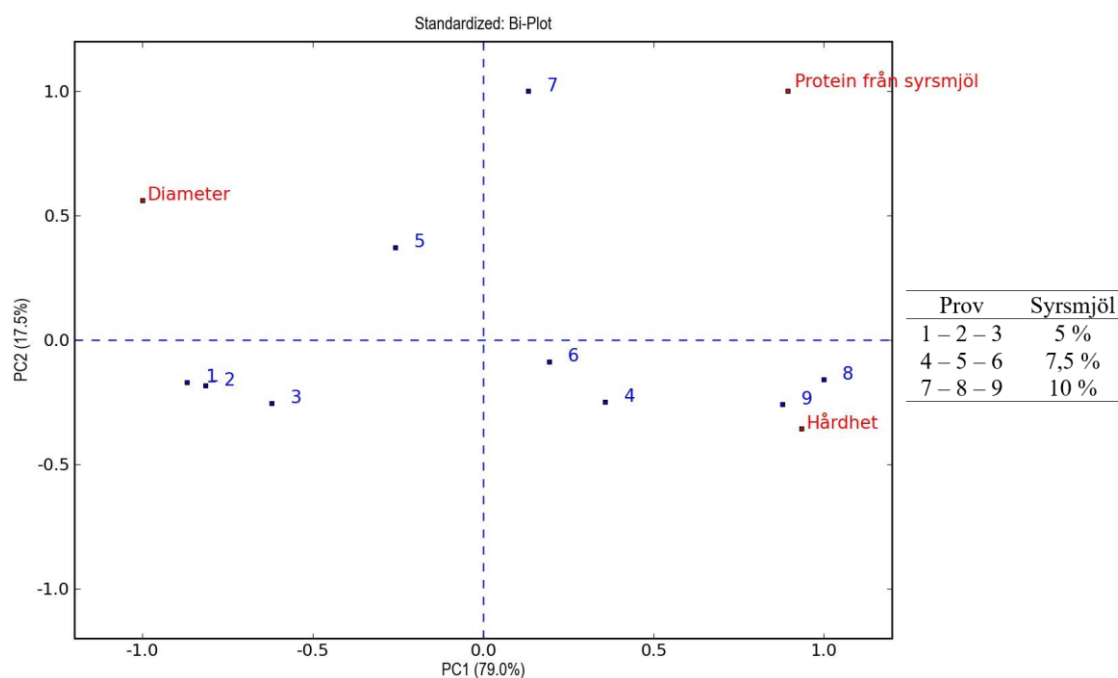
I denna studie valdes det att utföras ett HUT- test (Home Use Test). Etiska överväganden har gjorts gällande utformningen av det sensoriska testet samt urvalet av paneldeltagarna. På grund av att det ännu inte är godkänt att sälja insekter som föda eller som ingrediens i ett livsmedel har samtliga av paneldeltagarna som medverkat i smakprovning av den extruderade slutprodukten skrivit under på att de har blivit informerade om ingredienslistan.

Ytterligare etiska aspekter att beakta är hanteringen av information som samlats in från paneldeltagarna. Paneldeltagarna informerades gällande nyttjandekravet som beskriver att insamlad information från sensoriska testerna enbart användas i forskningssyfte. Information har även delgivits angående informationskravet där forskningsuppdragets syfte har framkommit, samtyckeskravet att deltagaren har rätt till att själv bestämma över sitt deltagande och att avslutat deltagande utan krav på orsak är berättigat samt konfidentialitetskravet, att deltagaren har största möjliga konfidentialitet och personuppgifter förvaras på ett sådant sätt att obehöriga ej kan ta del av dem

Resultat

Extruderingens effekt på egenskaper i majskrok

Resultatet från standardiserad Bi-Plot visar på stor spridning, som kan ses i figur 2. Resultaten visar hur förhållandet av de tre egenskaperna expansion, protein från syrmsmjöl och hårdhet påverkas vid olika faktorer enligt försöksdesign efter extrudering. Proverna 1, 2 och 3 med 5 % syrmsmjöl visar störst uppmätta diameter i förhållande till proteinhalt och hårdhet. Prov 7 med 10 % syrmsmjöl visar högst andel protein av samtliga prover i förhållande till diameter och hårdhet men en mindre diameter än prov 5 med 7,5 % syrmsmjöl. Proverna 8 och 9 med 10 % syrmsmjöl visar högst hårdhet samt en mindre diameter och lägre proteinhalt än proverna 6 och 4 med 7,5 % syrmsmjöl.



Figur 2. Figuren visar resultat från extruderingen i en standardiserad Bi-Plot med attributen diameter, proteinhalt och hårdhet. Diametern ger uttryck för expansion under extrudering, proteinhalt ger uttryck för den uppmätta proteinhalten och hårdheten ger uttryck för den mängd kraft (g) som krävs för klyvning av produkten med en mätprob i en texturmätare.

Vattenhaltsbestämning

Vattenhalten i majsmjölet, efter mätning av triplikat, utgjorde 15,2 % ($\pm 0,014$) och vattenhalten i syrmsmjölet utgjorde 11 % ($\pm 0,139$). Med dessa uträkningar på råvarorna kan den totala vattenhalten bestämmas i varje provblandning innan extrudering enligt tabell 3. Vattenhaltens påverkan på expansion och porstorlek är inte signifikant som kan ses i tabell 2.

Tabell 2. Tabellen visar uträkning av bivariat pearson korrelation mellan totalvatten och expansion samt porstorlek.

		Expansion i mm	Porstorlek i mm
Totalvatten	Pearson	-.107	-.258
	Sig. (2-tailed)	.595	.194

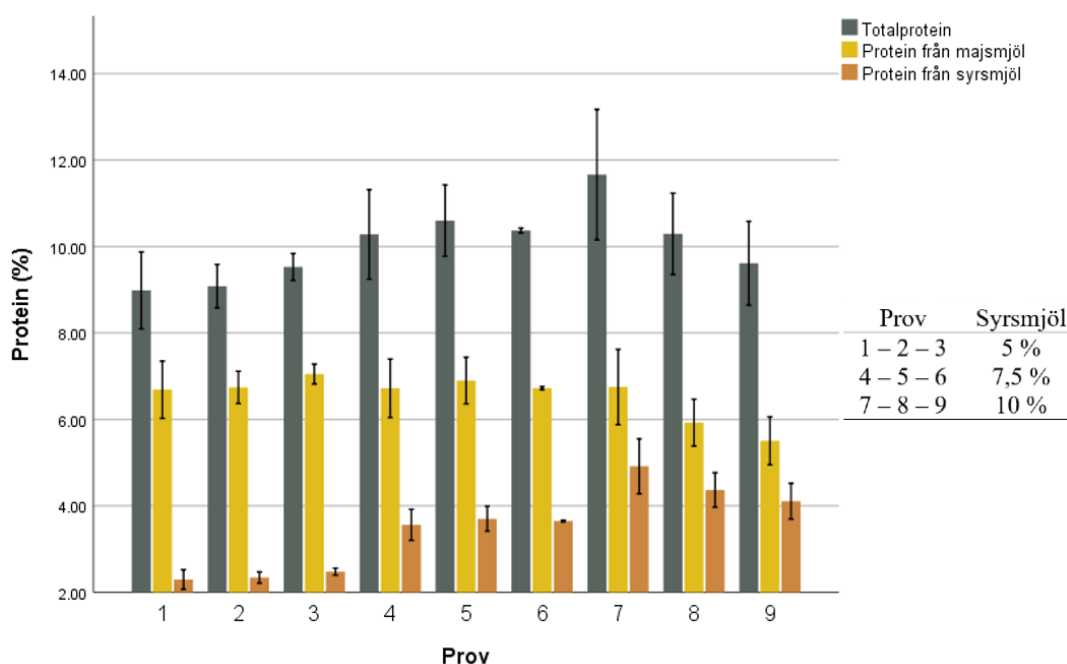
Tabell 3. Tabellen visar vattenhalt för majsmjöl, syrmsjöl, tillsatt vatten samt totalvatten i % för varje prov innan extrudering.

Prov	Vattenhalt Majsmjöl (%)	Vattenhalt Syrsmjöl (%)	Tillsatt Vatten (%)	Summa Vatten (%)
1*	13,4	0,6	7	21
2*	13,2	0,6	8	21,8
3*	13,1	0,6	9	22,6
4**	13,0	0,8	7	20,8
5**	12,8	0,8	8	21,7
6**	12,7	0,8	9	22,5
7***	12,6	1,1	7	20,7
8***	12,5	1,1	8	21,6
9***	12,3	1,1	9	22,4

* = 5 % syrmsjöl ** = 7,5 % syrmsjöl *** = 10 % syrmsjöl

Proteinhaltsmätning

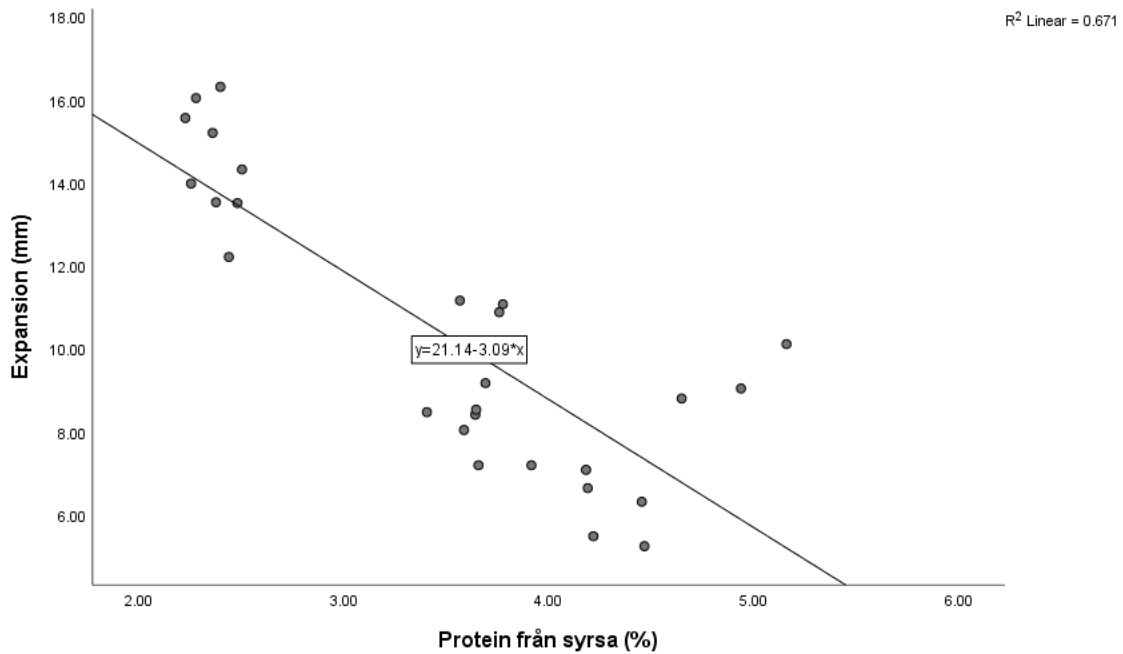
Resultatet visar att kvävehalten i torkat syrmsmjöl uppmättes till 10,311 ($\pm 0,193$). Efter användning av konversionsfaktor 5,09 för syrsa uppgick proteinhalten i syrmsmjölet till 52,5 % ($\pm 0,980$) se bilaga 3. Kvävehalten i torkat majsmjöl uppmättes till 1,131 ($\pm 0,009$). Efter användning av konversionsfaktor 6,25 för majsmjöl uppgick proteinhalten till 7,1 % ($\pm 0,055$) se bilaga 3. En sammanställning av proteinhalten med korrekta konversionsfaktorer kan ses i figur 3.



Figur 3. Figuren visar medelvärde av total proteinhalt, protein från majsmjöl samt protein från syrmsmjöl i % med felstaplar för samtliga prov.

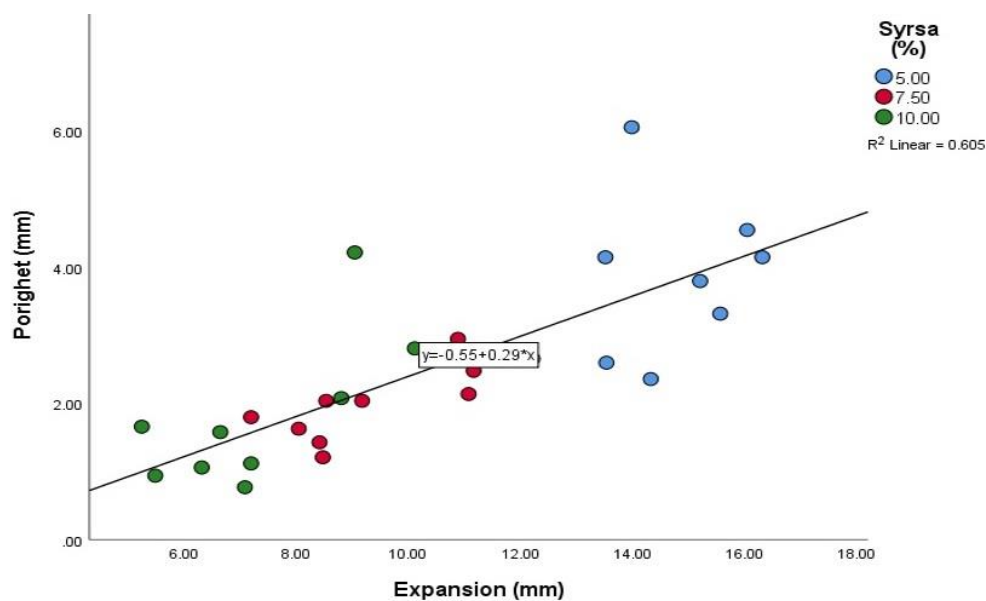
Effekten av proteinhalt på expansion

Resultatet från regressionsanalys på extruderad produkt visar ett linjärt negativt samband mellan expansion och protein från syrmsmjöl. Ju mer protein från syrmsmjöl som tillsätts, desto mindre blev expansionen, se figur 4.



Figur 4. Figuren visar sambandet mellan expansionen i extruderad produkt angivet i millimeter mot proteinet från syrmsmjöl angivet i % med ett R^2 -värde på 0,671.

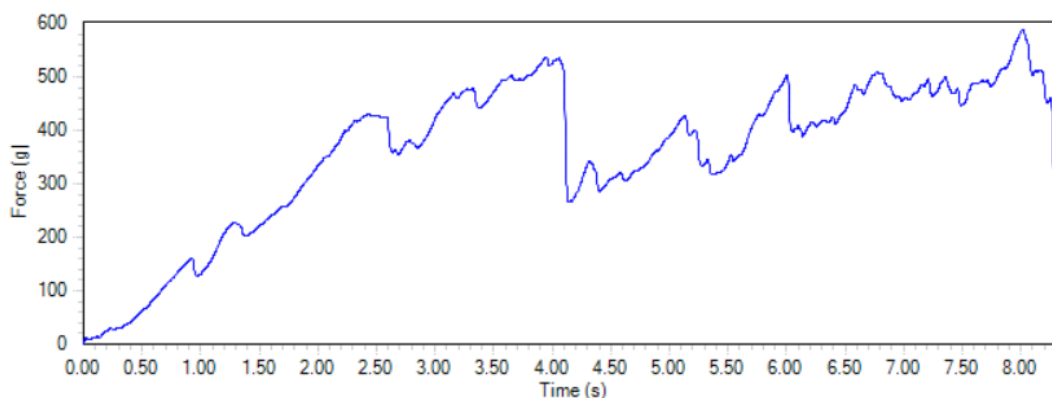
Resultatet av expansionen visar att proverna 7-, 8- samt 9 innehållande 10 % syrmsmjöl hade minst expansion, 5,4 - 10,1 mm och mindre porer 0,77 - 4,2 mm. Proverna 4-, 5- samt 6 innehållande 7,5 % syrmsmjöl visade något större expansion, 7,1 - 11,1 mm med något större porer 1,2 - 2,9 mm. Störst expansion visade proverna 1-, 2- samt 3 med 5 % syrmsmjöl, 12,2 - 16,3 mm som också visade på störst porer 2,3 - 6 mm.



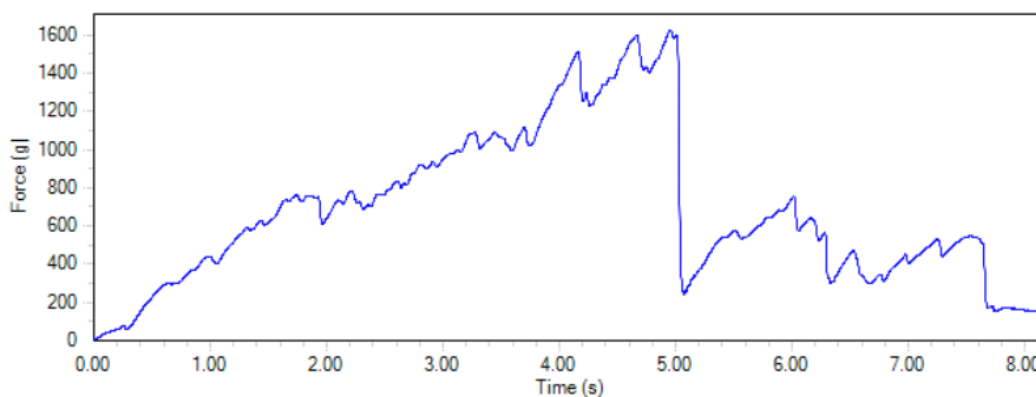
Figur 5. Figuren visar sambandet mellan porstorlek (y-axel) och expansion (x-axel) i mm mellan olika andelar tillsatt syrmsmjöl.

Textur

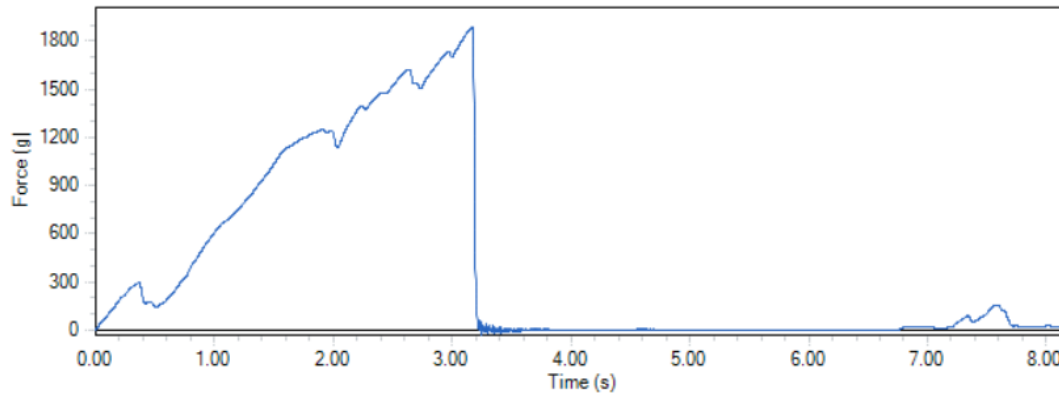
Stor variation på textur uppmättes bland samtliga prover. Figur 6 med prov 1 visar på hög krispighet innan provet klövs helt vid 600 gram kraft efter 8 sekunder. Figur 7 med prov 3 visar på viss krispighet med hög hårdhet då 1600 gram kraft erfordrades för att nå en första klyvning, för att sedan klyvas helt vid 200 gram kraft efter 8 sekunder. Figur 8 med prov 8 visar på låg krispighet och hög hårdhet då 1800 gram kraft erfordrades för att nå klyvning efter 3 sekunder.



Figur 6. Figuren visar kraften (gram) som erfordrades och tid (sekunder) för klyvning av prov 1 med 5 % syrsmjöl. Klyvning inträffade vid 600 (gram) efter 8 sekunder.



Figur 7. Figuren visar kraften (gram) som erfordrades och tid (sekunder) för klyvning av prov 4 med 7,5 % syrsmjöl. Klyvning ett vid 1600 (gram) efter 5 sekunder och klyvning två vid 200 (gram) efter 8 sekunder.



Figur 8. Figuren visar kraften (gram) som erfordrades och tid (sekunder) för klyvning av prov 8 med 10 % syrsmjöl. Klyvningen inträffade vid 1800 (gram) efter 3 sekunder.

Kolorimetri

Resultatet av kolorimetrimätningen visar att det finns ett signifikant positivt samband mellan expansion med en korrelationskoefficient på 0.733 ($P < 0.000$) samt porstorlek med en korrelationskoefficient på 0.597 ($P < 0.001$) och provets slutliga ljushet L^* . Ett positivt samband mellan expansion, porstorlek och L^* -värde indikerar på att ju större expansion och porstorlek desto ljusare är produkten. Expansion med en korrelationskoefficient på -0.806 ($P < 0.000$) och porstorlek med en korrelationskoefficient på -0.555 ($P < 0.003$) har ett signifikant negativt samband med a^* -värdet, medan b^* -värdet inte visar något samband. Ett negativt samband mellan expansion, porstorlek och a^* -värde indikerar på att ju större expansion och porstorlek desto mindre brun är produkten. Samtidigt visar proteinet vid tillförsel av syrsmjöl med en korrelationskoefficient på -0.732 ($P < 0.000$) ett signifikant negativt samband med ljusheten L^* , men ett signifikant positivt samband med a^* -värdet med en korrelationskoefficient på 0.830 ($P < 0.000$). Ett negativt samband vid tillförsel av syrsmjöl och L^* -värdet indikerar på att produkten blir mörkare och ett positivt samband med a^* -värdet indikerar på att produkten blir brunare. Majsproteinets uppvisar inget samband med varken L^* -, a^* - eller b^* -värdena. Vattenhalten har ett signifikant negativt samband med L^* -värdet med en korrelationskoefficient på -0.492 ($P < 0.009$) och ett signifikant positivt samband med a^* -värdet med en korrelationskoefficient på 0.747 ($P < 0.000$) men inget med b^* -värdet. Ett negativt samband mellan vattenhalt och L^* -värdet indikerar på att produkten blir mörkare vid högre mängd vattenhalt. Ett svagt positivt samband med a^* -värdet indikerar på att produkten blir brunare.

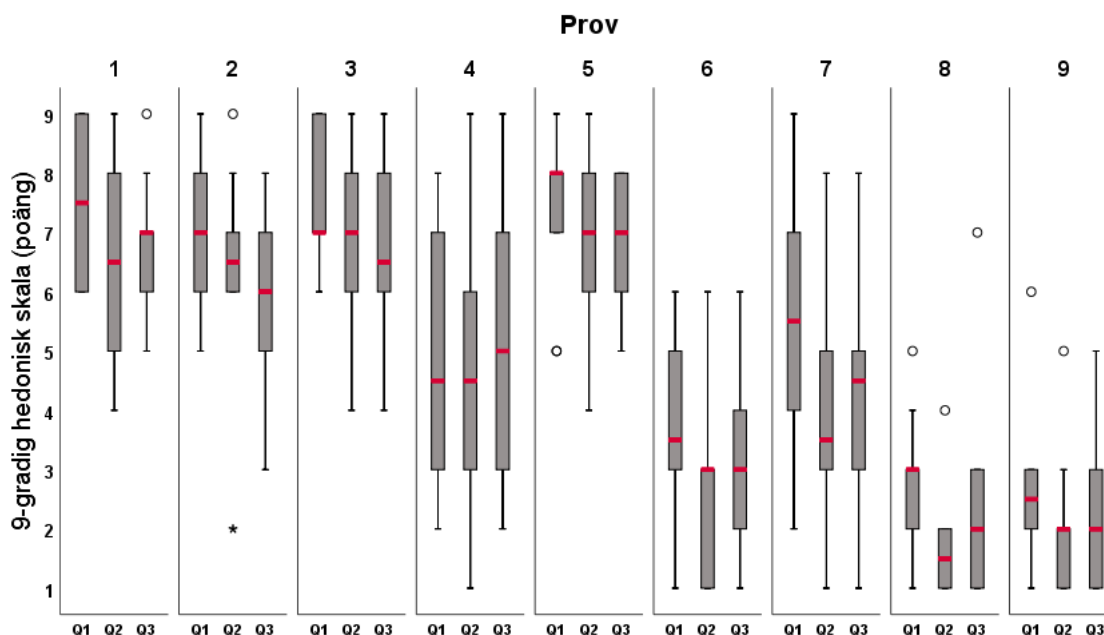
Tabell 4. Tabellen visar pearson korrelationer och dess sannolikhetsvärde mellan L*, a*- samt b* värden gentemot Expansion, porstorlek, totalprotein, protein majs, protein syrsa och vattenhalt.

		Expansion (mm)	Porstorlek (mm)	Totalprotein (g)	Protein Majs (%)	Protein Syrsa (%)	Vattenhalt (%)
L*	Pearson	.733**	.597**	-.725**	0,078	-.732**	-.492**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,001	0,000	0,700	0,000	0,009
a*	Pearson	-.806**	-.555**	.696**	-0,301	.830**	.747**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,003	0,000	0,128	0,000	0,000
b*	Pearson	0,038	0,110	-0,074	-0,032	-0,052	0,253
	Sig. (2-tailed)	0,852	0,586	0,715	0,874	0,798	0,203

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Konsumenttest

Resultatet från konsumenttestet visar enligt figur 9 nedan att prov 1, 2 och 3 med en tillsatt andel syrmsmjöl på 5% samt prov 5 med en tillsatt andel syrmsmjöl på 7,5% har högst andel gillande vad gäller både utseende, textur och totalt gillande enligt Q1, Q2 samt Q3. Prov 4 och prov 7 visar störst spridning över alla frågeställningar. Prov 8 samt 9 med en tillsatt andel syrmsmjöl på 10% uppvisar lägst poäng med några avvikande värden.



Figur 9. Figuren visar spridningen av svaren på frågorna Q1 angående utseende, Q2 angående textur samt Q3 angående totalt gillande på de 9 prover som användes i konsumenttestet. Prov 1, 2 och 3 hade en %-andel syrmsmjöl på 5%. Prov 4, 5 och 6 hade en %-andel syrmsmjöl på 7,5%. Prov 7, 8 och 9 hade en %-andel syrmsmjöl på 10%. Medianen för vardera prov är markerad i rött. Cirkelarna och stjärnan i figuren symboliserar avvikande värden.

Diskussion

Resultatdiskussion

Att extrudera är en väl beprövad processmetod vid framtagandet av produkter inom livsmedelsindustrin (Harper, 1978). Frågan som uppkom ur intresset för insekter var därmed inte om det går att extrudera, utan vilka faktorer som spelar in för att få fram en produkt innehållandes syrmsmjöl som godtas av konsumenter beträffande utseende, textur och totalt gillande. Resultaten indikerar på att ökad mängd vatten bidrar till minskning av den radiella och volymetriska expansionen som tidigare observerats i en studie av Alvarez-Martinez et al. (1988). Enligt Azzollini et.al (2018) är det optimala spannet för vatteninnehåll 16 - 20 % vid extrudering. Alla proverna i studien, innan extrudering, översteg 20 % vatten vilket kan ha försämrat expansionen i proverna. Resultaten indikerar även på att hårdheten i den extruderade produkten ökar ju mer vatten och syrmsmjöl som tillsätts, vilket kan förklaras genom att expansionen och porstorleken försämras. Att vattenhalten har påverkan på hårdheten i extruderade produkter kan ses i en studie av Aguilar-Palazuelos et al. (2006). Vid tillsats av syrmsmjöl ökar vattenhalten något men inte tillräckligt mycket för att vi ska kunna dra några slutsatser om vattenhalten i syrmsmjölet bidrar till en negativ inverkan.

Resultatens generaliserbarhet begränsas till stor del av försöksdesignen i kombination med den extruder som användes i arbetet. Möjligheten att påverka processinställningar som hastighet, temperaturstyrda zoner, matning, enkelskruv eller dubbelskruv och andra faktorer som ofta återfinns i industriella extruderare. Det ligger därmed utanför ramen för denna studie att påvisa vilken, eller vilka specifika faktorer som enskilt eller i samverkan som påverkar den radiella och volymetriska expansionen. Det framgår dock av resultaten att det finns en negativ korrelation mellan mängden tillsatt syrmsmjöl och graden av expansion, som kan ses i figur 3. Prov 1, 2 och 3 innehållande minst andel syrmsmjöl visar på störst expansion gällande både diameter och porstorlek som kan bero på att mängden lipider och proteiner från syrmsmjölet var lägre, som vid högre mängd kan resultera i försämrad expansion. Samtliga prov i jämförelse med prov 1, 2 och 3 visar minskad expansion då mängd tillsatt syrmsmjöl ökar. Att graden av expansion och porstorleken minskade vid högre andel syrmsmjöl, och därmed en ökad halt av protein, resulterade i att

majskroken blev kompaktare och hårdare som kan ses i Figur 2 och stämmer väl överens med studien av Faubion och Hosney (1982). Det framgår tydligt i figur 6, 7 och 8 att mängden tillsatt syrmsmjöl påverkar majskrokens hårdhet då det erfordras mer kraft för att bryta produkten, vilket också påverkar konsumenternas gillande då de uppskattade prov med lägre andel syrsa, och därmed hårdhet, mest enligt frågeställningarna i konsumenttestet. Det är dock mycket troligt att det samband som kan ses genom att enbart titta på protein ger skensamband med andra, i denna studie, utforskade faktorer, som exempelvis lipidernas påverkan enligt en studie av Azzollini et al. (2018).

Under extruderingen uppmärksammades även att vid högre mängd tillsatt vatten påverkades expansionen negativt, vilket även kan ses i en studie av Thymi et al. (2005). Detta resulterade i att de extruderade produkterna med hög andel syrmsmjöl blev något kompakta och hårda. Detta resultat stämmer överens med vad som nämns i en studie av Alvarez-Martinez et al. (1988) om vattnets påverkan vid extrudering. I den här studien går det dock inte att säkerställa att det enbart är vattnet i sig som påverkar expansionen negativt då korrelationen mellan vattenmängden och expansion inte är signifikant. Därför kvarstår tankarna om att även vattnet ger ett skensamband med andra utforskade faktorer som ej tas i beaktning i studien. För att vidare studera vattenhaltens inverkan på expansionen bör fler parametrar undersökas, alternativt att utöka den befintliga försöksdesignens nivådjup för att inkludera ytterligare halter av vatten.

Med färgmätning enligt standard från (Commission Internationale de l'Éclairage, 2019), även kallat CIELAB, uppvisades tydliga samband mellan expansionens positiva påverkan på ljusheten, medan protein från syrmsmjöl samt vatten hade en negativ påverkan som kan ses i tabell 4. Det går också urskilja att proverna skiftar åt en mer brunaktig ton enligt CIELABs koordinatsystem när syrmsmjöl tillförs. Resultatet av färgmätningen kan bero på att syrmsmjölet var mörkt redan vid tillsättning i provblandningarna, vilket ger mörkare majskrokar desto mer syrmsmjöl som tillsätts. Resultatet kan även bero på att syrmsmjölet har en hög halt protein där aminosyror under extruderingen utsätts för hög temperatur. Temperaturen bidrar till maillardreaktion bland aminosyror där färgförändringar kan ske (Yaylayan et al., 1992). För att undersöka extruderingsprocessens påverkan på färg hade färgmätning kunnat utföras på provblandningarna innan extrudering och sedan jämföras mot extruderad produkt.

Konsumenttestet indikerar på att gillandet av utseendet, texturen och totalt gillande (smak, lukt, utseende och konsistens) var högst vid större expansion och porstorlek, något som kan ses i en liknande studie på extruderad majs- och sojablandning (Obatolu et al., 2006). Tolkningen försvåras av de avvikande värdena, i synnerhet på de proverna innehållandes mest syrsmjöl. Det är dock intressant att jämföra resultaten i PCA-analysen med HUT-testet, där man kan se i figur 2 att prov med kod 5, med ett innehåll på 84,5% majs mjöl 7,5% syrsmjöl och 8% vatten hamnar i en till synes bra balans mellan expansion, proteinhalt samt hårdhet ställt mot konsumenternas gillande enligt figur 9.

Metoddiskussion

Valet att använda en försöksdesign med två faktorer var grundat i antalet försök som ansågs rimliga inom den givna tidsramen för studien. Enligt studier av (Aguilar-Palazuelos et al., 2006; Alvarez-Martinez et al., 1988; Azzollini et al., 2018) om vattnets påverkan, samt studier av (Azzollini et al., 2018; Faubion & Hosene, 1982) om proteinets påverkan på extrudering valdes det att i studien titta närmare på faktorerna syrsmjöl samt vatten i extruderad majs krok då möjligheterna att påverka processtekniska faktorer hos extrudern var begränsade. För att enklare och överskådligare, för oss själva, skapa prover användes en konstant total provvikt på 100 gram. Detta medförde en extra faktor som förändrades, majs mjölet, utanför försöksdesignen. I efterhand hade ett optimalare förfarande för bästa resultat varit att låta majs mjölet ha en basvikt på 100g och tillsätta syrsmjöl och vatten i % baserat på det. Extrudern som användes i studien är av enklare slag och inställningsmöjligheter att utgå från saknas. Detta medför att förbättringsmöjligheter finns och bör beaktas. Proverna i studien blandades med en ballongvisp för att få en så enhetlig provblandning som möjligt utan att förstöra kornstorleken. Om blandningen inte utfördes på ett sådant sätt att en enhetlig provblandning framställdes kan bristfällig extrudering inträffa då vissa delar av provblandningen kan ha bestått av högre mängd syrsmjöl eller vatten. Detta är dock svårt att avgöra och vidare metodutveckling kring blandningsteknik bör göras och standardiseras för varje specifikt recept (Moscicki & Zuulichem, 2011). Matningshastigheten bestämdes av mängden provblandning som extrudern kunde bearbeta. Detta innebar att extrudern utsattes för maximal matning under extruderingen. Ändrad skruvhastighet har påvisat effekt av slutresultatet enligt Singh et al. (2014) och är därmed ännu en faktor som kan

studeras vidare. Om matningshastighet är en faktor att beakta bör en långsammare matning undersökas ihop med annan sammansättning av ingredienser då temperatur och extruderingshastighet påverkas enligt Shruthi (2016). Under extruderingen stiger temperaturen märkbart i takt med att provblandningen tillförs, men till vilken grad är för oss okänt. Temperaturen är en faktor som spelar stor roll för fasövergången av vatten från flytande fas till gasfas, och är därför intressant att beakta. Enligt (Thymi et al., 2005) kan en högre extruderings temperatur bidra till att sänka hårdheten och öka porstorleken. Det är dock svårt att avgöra var i studiens extruder som temperaturen bör mätas, men om en standardiserad mät design görs där mätningen utförs på samma punkt bör ett temperatur-optimum för extruderingen påvisas.

Vattenhaltsmätning utfördes efter en standard enligt (Association of Official Analytical Chemists, 2015). Metoden som valdes är inte den mest skonsamma mot produkten i avseende på lipidoxidation, men det valdes att bortse från lipidoxidationen då det enbart fokuserades på en effektiv torkmetod för mjölsorterna samt extruderad produkt för bestämning av vattenhalten. En alternativ metod som kan användas för fullständig kontroll av vattenhalten i proverna innan extruderingen är att torka majsmjöl och syrsmjöl för att sedan tillsätta önskad mängd vatten. Denna metod är både tidskrävande och kostsam men utesluter varierande vattenhalt i de ingredienser som används som i slutändan kan påverka extruderingsresultatet.

Proteinhaltsmätning baserades på Kjeldahl-metoden ((EG) Nr 152/2009, 2019). Denna metod är vedertagen för proteinhaltsmätning och ger resultat i form av kvävehalt. Kvävehalten multipliceras sedan med en konversionsfaktor för att få fram proteinhalten (Mariotti et al., 2008). Eftersom det är svårt att påvisa hur enhetligt blandade proverna var innan extrudering så finns det också en risk att slutprodukten varierar signifikant i innehåll av vatten, syrsmjöl och majsmjöl. Det skulle därmed generera säkrare resultat om proteinhaltsmätningen utfördes mer än i tripliket. Förutom mätning av proteinhalten hade det varit intressant att undersöka graden av proteindenaturering vid extruderingen, men detta valdes bort på grund av tidsramen samt ekonomiska begränsningar.

Expansionen är en mycket viktig faktor som avgörs av en mängd redan beskrivna faktorer. Eftersom expansionen var delvis ojämn vid extruderingen utfördes mätningarna på olika delar av den extruderade majskroken för att sedan räkna ut ett medelvärde. Hur

expansionmätningen skulle utföras diskuterades och den mest lämpliga metoden ansågs vara att använda ett digitalt skjutmått med hög noggrannhet som i en studie av Onwulata et al. (2001).

Att mäta munkänsla av ett livsmedel med mätinstrument och verktyg för att sedan dra korrelationer mot verkligheten är komplicerat och svårt. Metoden kan dock användas för att få mer förståelse för hur ett livsmedel kommer uppfattas (Anton & Luciano, 2007). I studien användes metoden att mäta den kraft i gram som erfordras för att klyva ett prov. Detta ger ett uppskattat värde i hur hårt ett prov är, och försöker emulera ett mänskligt bett med kindtänderna, men säger inget om huruvida det gillas av konsument eller inte. Metoden tar inte hänsyn till aspekter som vanligtvis förekommer vid analyser utförda av en panel/konsument, som exempelvis tuggandet av livsmedel och utsöndring av saliv (Kavanagh et al., 1998), som kan bidra till att bryta ner livsmedlet.

Färgmätningen utfördes med spektrofotometer. Vid utförandet av mätningarna placerades en petriskål på spektrofotometern. En metallcylinder placerades sedan på petriskålen för att begränsa den yta som behövde fyllas med prov för korrekt avläsning. Det ansågs vid måttillfället att 1 gram pulver täckte avläsningsytan för optimal mätning. Eventuella felkällor är att cylindern har en högt reflektiv yta som kan påverka de avlästa mätvärdena men även att petriskålen reflekterat eller på annat sätt påverkar avläsningen.

Valet av metod gällande konsumenttestet begränsades av att antalet deltagare (n=10) var färre än det rekommenderade minimiantalet (n=50) (Albinsson et al., 2013). En större panel var tilltänkt att utföra testet på Högskolan Kristianstad i den lokal som är speciellt utformad för ändamålet men fick ändras då nya rutiner infördes gällande Covid-19. Även de tilltänkta frågeställningarna fick begränsas något eftersom det ansågs att 9 prover med 3 frågeställningar, som genererar 27 totala frågor, var lagom mängd för deltagarna att besvara. Det hade exempelvis varit intressant att se frågan om smak som en fristående fråga för att få ytterligare indikationer på om det är syrsmjölets inverkan på expansionen som är den viktigaste faktorn gällande konsumentens gillande. På grund av mindre andel insamlad data kan resultaten endast ge en fingervisning om de frågeställningar som undersöktes.

Reflektion över samhällliga aspekter

Vid framtagning av en produkt som innefattar insekter bör de samhällliga aspekterna av hälsa, miljöpåverkan och livsmedelssäkerhet tas i beaktning (EFSA Scientific Committee, 2015). Även om näringsämnen skiljer sig mycket åt mellan olika typer av insekter så är protein- och fettkvaliteten hög hos flera insekter liksom mängden vitaminer och mineraler (Köhler et al., 2019; Otero et al., 2020; Ritvanen et al., 2020). Det råder dock fortfarande oklarheter kring hur entomofagi påverkar hälsan, vilket ligger till grund för att insektskonsumtion ännu inte är lagligt i Sverige. För att lyckas implementera entomofagi i samhället bör något så grundläggande som livsmedelssäkerheten garanteras vilket eventuellt skulle bidra med att övertyga fler att konsumera insekter i framtiden. För att introducera en produkt på livsmedelsmarknaden bör konsumenternas synpunkter tas i beaktning. Valet att addera syrsmjöl till en extruderad produkt tillför inte enbart en näringsrik komponent till en annars näringsfattig produkt, det bidrar även till implementeringen av insekter på ett sådant sätt att entomofagi kan underlättas (Hartmann et al., 2015). De miljömässiga fördelarna med entomofagi kan göras långt framförallt när det kommer till uppfödning i jämförelse med nöt-, gris- och fågel (Nakagaki & Defoliart, 1991). Dock kvarstår ett miljömässigt problem i form av att många insektsuppfödare som förädlar insekter till högkvalitativt pulver är stationerade utomlands. Detta medför långa transportsträckor som motarbetar de miljömässiga fördelarna med entomofagi.

Relevans för huvudområdet mat- och måltidsvetenskap

Extrudering är en processmetod funnits sedan början på 1800-talet och är idag vida använt inom en rad områden, exempelvis inom livsmedelsindustrin. Anledningen till att få personer har kännedom om extrudering som en processteknik inom livsmedelsindustrin är att det ofta kräver stora och avancerade maskiner för väldigt specifika ändamål och introduceras därav inte lika ofta till allmänheten. Genom att konstruera en extruder i mindre skala får studenter möjlighet till praktisk erfarenhet som annars kräver specialistutbildning eller likvärdigt. I bästa fall inspireras studenter till att undersöka metoden ytterligare, och kan i framtiden vara en del av den forskning som driver livsmedelsutvecklingen framåt gällande extruderade produkter. Relevansen får därmed anses hög då studenter får tillgång till ett fält som de faktiskt borde bli berörda av, men av olika skäl har svårt att få kontakt med annat än i teorin.

Framåtblick mot nya studier

I den här studien skrapades det bara på ytan gällande vilka parametrar som går att undersöka vid en extrudering. Valet av slutprodukt, dess råvaror och andra viktiga bitar banar vägen för att fortsätta studera extrudering. Med hjälp av en noggrant planerad försöksdesign och en bakomliggande litteraturstudie är det enbart extruderns fysiska egenskaper som sätter gränserna på nya spännande livsmedel. Insekternas roll som livsmedel och som komponent i livsmedelsprodukter kommer med stor sannolikhet bli allt större när användningsrestriktioner i väst hävs. Nya livsmedel leder till nya användningsområden och dess egenskaper måste studeras vidare. Studier kring användningen av *Acheta domesticus* som livsmedel är i det stora hela få till antal. Det som kan önskas av framtida studier är användningen av *Acheta domesticus* i olika typer av processade livsmedel som är mer anpassade för industrin, där dess kapacitet för uppskalning kan påskynda att insekter når en bredare målgrupp snabbare. Framtida studier kring extrudering innehållande *Acheta domesticus* borde fokusera på ytterligare extruderingsaspekter som temperatur, matningshastighet samt undersökning om hur näringsvärdena påverkas i extruderad *Acheta domesticus*.

Slutsats

Resultaten visar att vid ökad mängd syrmsmjöl ändras färgen åt det mörkare hållet. Ökad mängd syrmsmjöl resulterade i minskad expansion, minskad porstorlek samt hårdare textur. Prover med lägre andel syrmsmjöl var mer gillade än prover med högre andel. Slutsatsen som kan dras är att ju mer tillsatt syrmsmjöl desto sämre blir extruderingsresultatet. Detta betyder att det finns en gräns för hur mycket syrmsmjöl som kan adderas för att erhålla en produkt som uppskattas av konsumenterna. Extruderns utformning samt begränsningar i undersökta faktorer och deltagarantal i konsumenttest sänker generaliserbarheten och resultaten får ses som indikationer som är begränsade i vetenskapliga styrka.

Referenser

- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *WIREs Computational Statistics*, 2(4), 433–459. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- Aguilar-Palazuelos, E., Zazueta-Morales, J., & Martínez-Bustos, F. (2006). Preparation of High-Quality Protein-Based Extruded Pellets Expanded by Microwave Oven. *Cereal Chemistry*, 83(4), 363–369. <https://doi.org/10.1094/CC-83-0363>
- Albinsson, B., Wendin, K., & Åström, A. (2013). *Handbok i sensorisk analys*. SIK - Institutet för Livsmedelsteknik och Bioteknik AB.
- Alvarez-Martinez, L., Kondury, K. P., & Harper, J. M. (1988). A General Model for Expansion of Extruded Products. *Journal of Food Science*, 53(2), 609–615. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb07768.x>
- Anton, A. A., & Luciano, F. B. (2007). Instrumental Texture Evaluation of Extruded Snack Foods: A Review Evaluación Instrumental De Textura En Alimentos Extruidos: Una Revisión. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(4), 245–251. <https://doi.org/10.1080/11358120709487697>
- Association of Official Analytical Chemists. (2015). *Official Methods of Analysis*. AOAC International. <http://www.eoma.aoc.org/methods/info.asp?ID=32601>
- Azzollini, D., Derossi, A., Fogliano, V., Lakemond, C. M. M., & Severini, C. (2018). Effects of formulation and process conditions on microstructure, texture and digestibility of extruded insect-riched snacks. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45, 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.017>
- BeMiller, J. N. (2018a). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* (3rd ed.). Woodhead Publishing and AACC International Press.
- BeMiller, J. N. (2018b). Corn Starch Modification. In S.-S. Sergio O (Ed.), *Corn: Chemistry and Technology* (p. 537). Elsevier.

- Boffey, D. (2020, April 3). Edible insects set to be approved by EU in “breakthrough moment.” *The Guardian*.
<https://www.theguardian.com/environment/2020/apr/03/insects-likely-approved-human-consumption-by-eu>
- Bordoloi, R., & Ganguly, S. (2014). Extrusion technique in food processing and a review on its various technological parameters. *Indian Journal of Scientific Research and Technology*, 2(1), 1–3.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.428.8835&rep=rep1&type=pdf>
- Chatterjee, S., & Hadi, A. S. (2012). *Regression Analysis by Example* (5th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Commission Internationale de l’Éclairage. (2019). *ISO/CIE 11664-4:2019*. ISO.
<https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/07/41/74166.html>
- DeFoliart, G. R. (1999). INSECTS AS FOOD: Why the Western Attitude Is Important. *Annual Review of Entomology*, 44(1), 21–50.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.21>
- Dobermann, D., Swift, J. A., & Field, L. M. (2017). Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed. *Nutrition Bulletin*, 42(4), 293–308.
<https://doi.org/10.1111/nbu.12291>
- EFSA Scientific Committee. (2015). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13(10), 4257.
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257>
- Ejlertsson, G. (2019). *Statistik för hälsovetenskaperna* (3rd ed.). Studentlitteratur AB.
- Eliasson, A.-C. (Ed.). (2006). *Carbohydrates in food* (2nd ed.). CRC/Taylor & Francis.

- European Commission. (2015). *Novel-food_sum_ongoing-app_2018-0128*. European Commission. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/novel-food_sum_ongoing-app_2018-0128.pdf
- European Commission. (2016a, October 17). *Authorisations*. Food Safety - European Commission. https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations_en
- European Commission. (2016b, October 17). *Legislation*. https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/legislation_en
- (EG) nr 152/2009, 130 (2019). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0152&from=>
- FAO. (n.d.). *Factors used in converting nitrogen to protein and in computing calories*. Retrieved May 25, 2020, from <http://www.fao.org/3/x5557e/x5557e0t.htm>
- Faubion, J., & Hosney, R. (1982). High-temperature short-time extrusion cooking of wheat starch and flour. II. Effect of protein and lipid on extrudate properties. *Cereal Chemistry*, 59(6), 533–537. https://www.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1982/Documents/chem59_533.pdf
- Finke, M. D. (2008). Nutrient Content of Insects. In J. L. Capinera (Ed.), *Encyclopedia of Entomology* (pp. 2623–2646). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_2274
- Gadd, C.-J. (2000). *Den agrara revolutionen: 1700-1870*. Natur & Kultur.
- Gilchrist, A., & Nobbs, J. (2000). Colorimetry, Theory. In *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry* (pp. 337–343). Academic Press.
- Guiné, R., & Correia, P. M. R. (Eds.). (2016). *Engineering Aspects of cereal and Cereal-Based Products* (1st ed.). CRC Press.
- Guy, R. (Ed.). (2001). *Extrusion Cooking* (1st ed.). Woodhead Publishing.

- Harper, J. M. (1978). Food extrusion. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *11*(2), 155–215. <https://doi.org/10.1080/10408397909527262>
- Hartmann, C., Shi, J., Giusto, A., & Siegrist, M. (2015). The psychology of eating insects: A cross-cultural comparison between Germany and China. *Food Quality and Preference*, *44*, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.04.013>
- Huis, A. van, Itterbeeck, J. V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS Journal*, *18*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.11.002>
- Jensen, N. H., & Lieberoth, A. (2019). We will eat disgusting foods together – Evidence of the normative basis of Western entomophagy-disgust from an insect tasting. *Food Quality and Preference*, *72*, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.08.012>
- Jordbruksverket. (2020, April 27). *Jordbruket och klimatet*. Jordbruksverket. <https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/jordbruket-och-klimatet>
- Kavanagh, D. A., O'Mullane, D. M., & Smeeton, N. (1998). Variation of salivary flow rate in adolescents. *Archives of Oral Biology*, *43*(5), 347–352. [https://doi.org/10.1016/S0003-9969\(98\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0003-9969(98)00020-X)
- Köhler, R., Kariuki, L., Lambert, C., & Biesalski, H. K. (2019). Protein, amino acid and mineral composition of some edible insects from Thailand. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *22*(1), 372–378. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.02.002>
- Korkerd, S., Wanlapa, S., Puttanlek, C., Uttapap, D., & Rungsardthong, V. (2016). Expansion and functional properties of extruded snacks enriched with nutrition

- sources from food processing by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 561–570. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2039-1>
- Krul, E. S. (2019). Calculation of Nitrogen-to-Protein Conversion Factors: A Review with a Focus on Soy Protein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(4), 339–364. <https://doi.org/10.1002/aocs.12196>
- Lammers, P., Ullmann, L., & Fiebelkorn, F. (2019). Acceptance of insects as food in Germany: Is it about sensation seeking, sustainability consciousness, or food disgust? *Food Quality and Preference*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.05.010>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (2nd ed.). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Liu, Y., Hsieh, F., Heymann, H., & Huff, H. E. (2000). Effect of Process Conditions on the Physical and Sensory Properties of Extruded Oat-Corn Puff. *Journal of Food Science*, 65(7), 1253–1259. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10274.x>
- Livsmedelsverket. (2019, October 28). *Livsmedelsverket*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/nya-livsmedel>
- Lundstedt, T., Seifert, E., Abramo, L., Thelin, B., Nyström, Å., Pettersen, J., & Bergman, R. (1998). Experimental design and optimization. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 42(1), 3–40. [https://doi.org/10.1016/S0169-7439\(98\)00065-3](https://doi.org/10.1016/S0169-7439(98)00065-3)
- Marcus, R. T. (1998). chapter 2—The Measurement of Color. In K. Nassau (Ed.), *AZimuth* (pp. 31–96). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S1387-6783\(98\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S1387-6783(98)80005-6)
- Mariod, A. A., Saeed Mirghani, M. E., & Hussein, I. (2017). Chapter 48—Acheta domesticus House Cricket. In A. A. Mariod, M. E. Saeed Mirghani, & I. Hussein

- (Eds.), *Unconventional Oilseeds and Oil Sources* (pp. 323–325). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809435-8.00048-2>
- Mariotti, F., Tomé, D., & Mirand, P. P. (2008). Converting Nitrogen into Protein—Beyond 6.25 and Jones’ Factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(2), 177–184. <https://doi.org/10.1080/10408390701279749>
- Maurya, A., & Said, P. (2014). Extrusion Processing on Physical and Chemical Properties of Protein Rich Products-An Overview. *Journal of Bioresource Engineering and Technology*, 2(4), 61–67.
https://www.researchgate.net/publication/281839028_Extrusion_Processing_on_Physical_and_Chemical_Properties_of_Protein_Rich_Products-An_Overview
- Miglietta, P. P., De Leo, F., Ruberti, M., & Massari, S. (2015). Mealworms for Food: A Water Footprint Perspective. *Water*, 7(11), 6190–6203.
<https://doi.org/10.3390/w7116190>
- Mohamed, S. (2007). Factor affecting extrusion characteristics of expanded starch-based products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 14(6), 437–452.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1990.tb00145.x>
- Moscicki, L., & Zuilichem, van D. J. (Eds.). (2011). Extrusion-Cooking Techniques: Applications, Theory and Sustainability. In *Extrusion-Cooking Techniques: Applications, Theory and Sustainability* (1 edition). Wiley-VCH.
- Nakagaki, B. J., & Defoliart, G. R. (1991). Comparison of Diets for Mass-Rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a Novelty Food, and Comparison of Food Conversion Efficiency with Values Reported for Livestock. *Journal of Economic Entomology*, 84(3), 891–896. <https://doi.org/10.1093/jee/84.3.891>
- National Institute of Standards and Technology. (2013). *NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods*. NIST/SEMATECH. <https://doi.org/10.18434/M32189>

- Navale, S. A., Swami, S. B., & Thakor, N. J. (2016). Extrusion Cooking Technology for Foods: A Review. *Journal of Ready to Eat Food*, 2(3), 66–80. http://jakraya.com/journal/pdf/7-jrefArticle_1.pdf
- Nordiska näringsrekommendationerna 2012 (p. 79). (2012). <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/broschyror/nordiska-naringsrekommendationer-2012-svenska.pdf>
- Obatolu, V. A., Omuetti, O. O., & Ebenezer A., A. (2006). Qualities of Extruded Puffed Snacks from Maize/Soybean Mixture. *Journal of Food Process Engineering*, 29(2), 149–161. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2006.00054.x>
- Oleari, C. (2013). Color in optical coatings. In A. Piegari & F. Flory (Eds.), *Optical Thin Films and Coatings* (pp. 391–425e). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857097316.2.391>
- Onwulata, C. I., Smith, P. W., Konstance, R. P., & Holsinger, V. H. (2001). Incorporation of whey products in extruded corn, potato or rice snacks. *Food Research International*, 34(8), 679–687. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00088-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00088-6)
- Oonincx, D. G. A. B., & Boer, I. J. M. de. (2012). Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment. *PLOS ONE*, 7(12), e51145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051145>
- Oonincx, D. G. A. B., Itterbeeck, J. van, Heetkamp, M. J. W., Brand, H. van den, Loon, J. J. A. van, & Huis, A. van. (2010). An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. *PLOS ONE*, 5(12), e14445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014445>
- Otero, P., Gutierrez-Docio, A., Navarro del Hierro, J., Reglero, G., & Martin, D. (2020). Extracts from the edible insects *Acheta domesticus* and *Tenebrio molitor* with

- improved fatty acid profile due to ultrasound assisted or pressurized liquid extraction. *Food Chemistry*, 314. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126200>
- Ponzetta, M. T., & Paoletti, M. G. (1997). Insects as food of the Irian Jaya populations. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2–4), 321–346. <https://doi.org/10.1080/03670244.1997.9991522>
- Ramos-Elorduy, B. (1997). The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(5), 347–366. <https://doi.org/10.1080/03670244.1997.9991524>
- Ritvanen, T., Pastell, H., Welling, A., & Raatikainen, M. (2020). The nitrogen-to-protein conversion factor of two cricket species—*Acheta domesticus* and *Gryllus bimaculatus*. *Agricultural and Food Science*, 29(1), 1–5. <https://doi.org/10.23986/afsci.89101>
- Rozin, P., & Fallon, A. E. (1987). A perspective on disgust. *Psychological Review*, 94(1), 23–41. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.94.1.23>
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- Schlup, Y., & Brunner, T. (2018). Prospects for insects as food in Switzerland: A tobit regression. *Food Quality and Preference*, 64, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.10.010>
- Shruthi, V. H. (2016). Effect of Temperature, Feed Moisture and Feed Composition on the Physical Properties on Corn Extrudates. *Environment & Ecology*.
- Singh, R. K. R., Majumdar, R. K., & Venkateshwarlu, G. (2014). Optimum extrusion-cooking conditions for improving physical properties of fish-cereal based snacks

- by response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1827–1836. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0725-9>
- Smil, V. (2002). Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial Technology*, 30(3), 305–311. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(01\)00504-X](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(01)00504-X)
- Thymi, S., Krokida, M. K., Pappa, A., & Maroulis, Z. B. (2005). Structural properties of extruded corn starch. *Journal of Food Engineering*, 68(4), 519–526. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.07.002>
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley Pub. Co.
- United Nations. (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights*. United Nations. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf
- van Huis, Arnold, & Oonincx, D. G. A. B. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(5), 43. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0452-8>
- van Lengerich, B. (1990). Influence of Extrusion Processing on In-Line Rheological Behavior, Structure, and Function of Wheat Starch. In H. Faridi & J. M. Faubion (Eds.), *Dough Rheology and Baked Product Texture* (pp. 421–471). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0861-4_11
- Vane-Wright, R. I. (1991). Why Not Eat Insects? *Bulletin of Entomological Research*, 81(1), 1–4. <https://doi.org/10.1017/S0007485300053165>
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science*, 37(1), 29–38. <https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>

Yaylayan, V. A., Fichtali, J., & van de Voort, F. R. (1992). Production of Maillard reaction flavour precursors by extrusion processing. *Food Research International*, 25(3), 175–180. [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(92\)90134-Q](https://doi.org/10.1016/0963-9969(92)90134-Q)

Bilagor

Bilaga 1

Tabellen visar medelvärde på de insamlade svaren från konsumenttestet för respektive kodat prov.

Prov	Kod	Q1 medelvärde	Q2	Q3
88-5-7	507	7,5 (\pm 1,269)	6,6 (\pm 1,647)	6,7 (\pm 1,252)
87-5-8	462	7,2 (\pm 1,317)	6 (\pm 2,309)	5,9 (\pm 1,370)
86-5-9	770	7,5 (\pm 1,179)	7 (\pm 1,491)	6,6 (\pm 1,506)
85.5-7.5-7	369	4,8 (\pm 1,989)	4,6 (\pm 2,459)	4,9 (\pm 2,424)
84.5-7.5-8	247	7,4 (\pm 1,430)	7 (\pm 1,414)	6,9 (\pm 1,197)
83.5-7.5-9	114	3,7 (\pm 1,636)	2,6 (\pm 1,647)	3,1 (\pm 1,524)
83-10-7	895	5,7 (\pm 2,111)	3,9 (\pm 2,283)	4,3 (\pm 2,163)
82-10-8	306	2,7 (\pm 1,252)	1,7 (\pm 0,949)	2,4 (\pm 1,838)
81-10-9	907	2,6 (\pm 1,430)	2 (\pm 1,247)	2,3 (\pm 1,418)

Bilaga 2

Missivbrev

Vi heter Mattias Hansson och Fredrik Andersson och studerar på Gastronomiprogrammet på Högskolan Kristianstad. Vi arbetar med vårt examensarbete i Mat- och måltidsvetenskap med syfte att undersöka vilken påverkan syrsmjöl har på de sensoriska samt fysikaliska egenskaperna hos extruderad produkt bestående av syrsmjöl och majs mjöl. Produkten som du ska smaka liknar en ostbåge eller majs krok.

Syftet med undersökningen är att vi vill veta vad Du tycker om utseendet, konsistensen och totalgillandet där smak, lukt, utseende och konsistens räknas in hos produkterna som du tilldelats.

Din medverkan är helt frivillig och du kan även avbryta ditt deltagande när du vill utan att motivera varför. Vi uppskattar att det tar cirka 20 minuter att svara på samtliga frågor. Den insamlade datan kommer endast att användas i denna uppsats och kommer att raderas efter att examensarbetet är fullgjort. Svaren kommer att presenteras som statistisk data i en offentlig kandidatuppsats publicerad på Digitala Vetenskapliga Arkivet (DiVA) och all information kommer att vara anonym.

Har ni frågor eller funderingar angående enkäten eller dess användning kan ni kontakta oss på följande mailadresser:

Mattias.Hansson0433@stud.hkr.se

Fredrik.Andersson0085@stud.hkr.se

Är du skaldjursallergiker, avstå då från att äta produkten samt att besvara enkäten

Genom att skriva under har du läst och förstått ovanstående text och är informerad om att proverna i testet innehåller insekter.

Signatur


Datum / Ort

Bilaga 3

Tabellen visar den uppmätta proteinhalten i % i torkad majskrok med syrmsmjöl, majsmjöl samt syrmsmjöl.

Prov	Total protein (%)	Varav majsmjöl (%)	Varav syrmsmjöl (%)
88-5-7	8,983 (\pm 0,358)	6,687 (\pm 0,267)	2,296 (\pm 0,092)
87-5-8	9,082 (\pm 0,202)	6,741 (\pm 0,150)	2,341 (\pm 0,052)
86-5-9	9,526 (\pm 0,125)	7,049 (\pm 0,093)	2,477 (\pm 0,033)
85.5-7.5-7	10,280 (\pm 0,417)	6,718 (\pm 0,272)	3,562 (\pm 0,144)
84.5-7.5-8	10,600 (\pm 0,333)	6,899 (\pm 0,217)	3,701 (\pm 0,116)
83.5-7.5-9	10,370 (\pm 0,023)	6,722 (\pm 0,015)	3,649 (\pm 0,008)
83-10-7	11,662 (\pm 0,680)	6,748 (\pm 0,352)	4,914 (\pm 0,256)
82-10-8	10,292 (\pm 0,379)	5,925 (\pm 0,218)	4,367 (\pm 0,161)
81-10-9	9,613 (\pm 0,390)	5,505 (\pm 0,224)	4,108 (\pm 0,167)
Majsmjöl	7,071 (\pm 0,054)	7,071 (\pm 0,054)	
Syrsmjöl	52,482 (\pm 0,980)		52,482 (\pm 0,980)

Bilaga 4

□ □ □ □ ▾ Skip question Preview Session ▾

Skärm 3/20

Frågor om prov 507.

Välj det alternativ som du tycker stämmer överens enligt kriteriet - **Utseende**

Tycker extremt illa om				Tycker varken bra eller illa om				Tycker extremt bra om
------------------------------	--	--	--	---------------------------------------	--	--	--	-----------------------------

Välj det alternativ som du tycker stämmer överens enligt kriteriet - **Textur**

Tycker extremt illa om				Tycker varken bra eller illa om				Tycker extremt bra om
------------------------------	--	--	--	---------------------------------------	--	--	--	-----------------------------

Välj det alternativ som du tycker stämmer överens enligt kriteriet - **Totalt gillande** (smak, lukt, utseende och konsistens)

Tycker extremt illa om				Tycker varken bra eller illa om				Tycker extremt bra om
------------------------------	--	--	--	---------------------------------------	--	--	--	-----------------------------

Nästa

© Logic8 BV 2001-2020 [License](#), [Privacy](#)