



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
jordbruksvetenskap
Institutionen för livsmedelsvetenskap

Biobaserade livsmedelsförpackningar

– En översikt gällande bioplast baserat på polysackarider

Biobased food packaging

– An overview of bioplastics based on polysaccharides

Anna Manneteg

Institutionen för livsmedelsvetenskap

Självständigt arbete i biologi- kandidatarbete, 15 hp, G2E

Agronomprogrammet - livsmedel

Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap, nr 424

Uppsala, 2015

Biobaserade livsmedelsförpackningar

- En översikt gällande bioplast baserat på polysackarider

Biobased food packaging

- An overview of bioplastics based on polysaccharides

Anna Manneteg

Handledare: Caroline Menzel, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

Btr handledare: Kristine Koch, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

Examinator: Lena Dimberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi- kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronom - Livsmedel

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Serietitel: Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap
nr: 424

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

Nyckelord: Livsmedelsförpackningar; Bioplast; Plastförpackningar; Barriäregenskaper; Biobaserad plast; Biologiskt nedbrytbar

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för livsmedelsvetenskap

Sammanfattning

Inom EU är plast det idag vanligast använda materialet som kommer i kontakt med livsmedel. Olika användningar med många unika funktioner och egenskaper gör plast till ett attraktivt material inom flera områden. Med en ökad efterfrågan och därmed växande konsumtion och produktion ökar också plastavfallet samt behovet av nya ursprung för produktionen. Den konventionella plastproduktionen genererar utifrån en miljösynvinkel problematiska utmaningar. Utmaningar gällande användande av fossila bränslen, utsläpp av växthusgaser och stora mängder plastavfall. Bioplast är miljövänligare polymerer med avseende på att utnyttja biologiska råvaror istället för petroleumbaserade råvaror. Bioplaster är antingen baserat på biologiska material, biologiskt nedbrytbara eller både och.

Denna studie fokuserar på plaster främst med ursprung av biomaterial istället för biologiskt nedbrytbara material. Syftet var att se över vilka bioplaster med kolhydratbaserat ursprung som skulle kunna lämpa sig för livsmedelsförpackningar vilka idag är bestående av konventionella polymerer detta med fokus på barriäregenskaper.

Materialets barriär spelar en viktig roll vid förpackning av livsmedel. Den huvudsakliga anledningen till att förpacka ett livsmedel är att skydda produkten från dess omgivning, samt bibehålla livsmedelsproduktens unika egenskaper och hållbarhetstid. Barriäregenskaperna innefattar genomträngande skydd mot gaser, fukt, aromer, mikroorganismer och ljus samt både låga och höga temperaturer. Av de plaster som vanligast används i dagens förpackningar såsom i studien nämnda polypropen (PP), polyeten (PE) och etylenvinylalkohol (EvOH), finns varierande utbud av barriäregenskaper. Det är sällan som ett enskilt material besitter alla de egenskaper vilket kan krävas av ett livsmedel.

Precis som med de konventionella polymererna behöver alltså även de biobaserade kombinerats med varandra för att gemensamt uppnå de barriäregenskaper vilka krävs för en livsmedelsförpackning. Många bioplaster kan jämföras med avseende på barriär i nivå med de konventionellt producerade. Däremot är många bioplaster också sämre i egenskap av barriärkvalitet, vilket gör det svårt för dem att konkurrera på marknaden. Då bioplasterna idag mestadels produceras småskaligt ökar därmed kostnaden för produktionen, trots att det ofta består av en relativt billig råvara. Slutligen krävs en ökad kännedom gällande barriärfrämjande tekniker för att bioplast ska kunna dominera på marknaden för förpackningar i kontakt med livsmedel.

Nyckelord: Livsmedelsförpackningar; Bioplast; Plastförpackningar; Barriäregenskaper; Biobaserad plast; Biologiskt nedbrytbar

Abstract

In EU, plastics are today the most commonly used materials which come in contact with food. Their unique features and characteristics make plastics an attractive material in many areas for many applications. With increasing demand and thereby increasing consumption and production, the plastic waste and the need for new origin for the production also increases. Conventional plastics production contributes problematic challenges from an environmental point of view. Challenges regarding the use of fossil fuels, emissions of greenhouse gases and large quantities of plastic waste. Bioplastics are more environmentally friendly polymers in terms of utilizing biological raw materials instead of petroleum derived materials. Bioplastics are either based on biological materials or are biodegradable or both.

This study focused on plastics mainly originating from biomaterials instead of being biodegradable materials. The aim was to review the bioplastics with carbohydrate-based origin that could be suitable for food packaging which today is consisting of conventional polymers this with focus on the materials barrier properties. The barrier properties of the material play an important role in food packaging. The main reason for packing food is to protect the product from its surroundings, as well as maintaining the food product's unique characteristics and shelf life. The barrier properties include pervasive protection against gases, moisture, aroma, microorganisms, light, and low as well as high temperatures. Of the plastics most commonly used in today's food packaging such as polypropylene (PP), polyethylene (PE) and ethylene vinyl alcohol (EvOH), there is a diverse range of barrier properties. It is rare that a single material possesses all of the qualities which might be required by a food product.

Just like with the conventional plastics, bio-based plastics therefor also need to be united to obtain desirable properties. Different bioplastic are comparable with conventionally produced plastics. However, many bioplastics has properties weaker than a lot of conventional plastics in the market. In addition to this, the bioplastics produced today is in a small scale, hence with increasing production cost hough it often consists of a relatively inexpensive raw material. Finally, it requires further development regarding the production and increased awareness regarding promoted barrier properties techniques for bioplastics to be able to dominate the market for packaging in contact with food.

Keywords: Food Packaging; Bioplastic; Plastic packaging; Barrier properties; Bio-based plastics; Biodegradable

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| Förkortningar | 4 |
| 1 Inledning | 6 |
| 1.1 Problembeskrivning | 6 |
| 1.2 Lagstiftning | 7 |
| 1.3 Barriäregenskaper i livsmedelsförpackningar | 8 |
| 1.4 Vanligaste förpackningsmaterial för livsmedel | 9 |
| 1.4.1 Polyeten (PE) | 9 |
| 1.4.2 Polypropen (PP) | 9 |
| 1.4.3 Etylenvinylalkohol (EvOH) | 9 |
| 1.4.4 Övriga plastmaterial | 10 |
| 1.5 Vad är bioplast? | 10 |
| 1.5.1 Biobaserade material | 11 |
| 1.5.2 Biologisk nedbrytbar | 11 |
| 2 Syfte och frågeställning | 13 |
| 3 Metod | 14 |
| 4 Resultat | 15 |
| 4.1 Barriärfrämjande tekniker | 15 |
| 4.2 Processer för utvinnande av biopolymerer | 15 |
| 4.3 Direktextraherade material | 16 |
| 4.3.1 Stärkelse | 16 |
| 4.3.2 Kitosan | 17 |
| 4.4 Kemiskt syntetiserade | 17 |
| 4.4.1 Polymjölksyra (PLA) | 17 |
| 4.4.2 Bio PE | 18 |
| 4.5 Sammanställning av resultat | 18 |
| 5 Diskussion | 19 |
| 6 Slutsats | 21 |
| Referenslista | 22 |

Förkortningar

Bio PE

EvOH

HDPE

LDPE

PA

PC

PE

PET

PHA

PLA

PP

PS

PVC

Biologisk Polyeten

Etylenvinylalkohol

Högdensitetspolyeten

Lågdensitetspolyeten

Polyamid

Polykarbonat

Polyeten

Polyetentereftalat

Polyhydroxyalkanoat

Polymjölksyra

Polypropen

Polystyren

Polyvinylklorid

1 Inledning

1.1 Problembeskrivning

Inom Europeiska unionen (EU) är plast idag det vanligaste materialet som kommer i kontakt med livsmedel. Vanligt förekommande är livsmedelsförpackningar där antingen delar och ytskikt tillsammans med annat material eller hela förpackningar är bestående av plast (European Food Safety Authority, 2015). Av den plast som produceras i Europa utgör paketeringsplast den största sektorn på 39,6 % (Plastics Europe Association of Plastics Manufacturers, 2015). Det breda användningsområdet med dess unika funktioner och med ett brett spektrum av egenskaper har lett till en exponentiell tillväxt. Med ett ökat plastavfall går mycket energi och bearbetat plastmaterial förlorat istället för att återvinnas till nya produkter. Utifrån ett miljöperspektiv ökar därför efterfrågan på biobaserad plast och plaster med ökad biologisk nedbrytbarhet (Europeiska Kommissionen, 2013).

Plastavfall och återvinning är inte de enda problemen med dagens plastproduktion. Ur miljösynvinkeln spelar också råvaran vilken plasten utvinns från en stor roll. Med en ökad efterfrågan och produktion av plastmaterial krävs därför nya miljövänligare ursprung (Wallman & Nilsson, 2011).

Av Europas totala plastförbrukning uppskattas 0,1-0,2 % bestå av bioplaster. Resterande förbrukning kategoriseras till konventionella plaster, plaster utvunna ur petroleumbaserade material (Bio Intelligence Service, 2011).

Avgränsning

Studien bearbetar tre utvalda konventionella plaster av de vanligast förekommande, vilka används för livsmedelsförpackning inom EU. Fokus för dessa är på respektive materials barriäregenskaper. En avgränsning är gjord genom utelämnande av produktion och produktionsteknik för de konventionella plasterna. När det gäller bioplaster, ligger fokus på ursprung, det vill säga biobaserade material och inte på den biologiska nedbrytbarheten eller komposteringsgraden. Även här

görs en avgränsning genom att fokusera på kolhydratkällor för produktionen av bioplaster.

1.2 Lagstiftning

Benägenhet att migrera är en viktig faktor att ta hänsyn till gällande material i kontakt med livsmedel. En plast kan ge ifrån sig hälsovådliga ämnen till livsmedel och därmed utgöra en hälsorisk (Wallman & Nilsson, 2011). Med migration avser man alltså mängden av plastens komponenter vilket kan överföras till livsmedelet och sannolikt kommer att utgöra en fara för människors hälsa samt kommer att ändra sammansättningen av livsmedlen på ett oacceptabelt sätt (Rådets direktiv 82/711/EEG, 1982). Utifrån detta finns alltså övergripande och specifika gränsvärden inom förordningar för olika plastmaterial och dess benägenhet att migrera. Reglerade på EU-nivå finns allmänna såväl som särskilda och omfattande användningsvillkor av förpackningar avsedda att komma i kontakt med livsmedel. Den mest övergripande generella lagstiftningen är förordning (EG) nr 1935/2004. Denna tar upp användningsförhållande där materialet inte får överföra ämnen till livsmedelet så att det kan utgöra en hälsofara för människor, medföra oacceptabla förändringar i livsmedelsammansättningen eller medföra försämring av livsmedlets kvalitet i avseende på aromer (Livsmedelsverket, 2015).

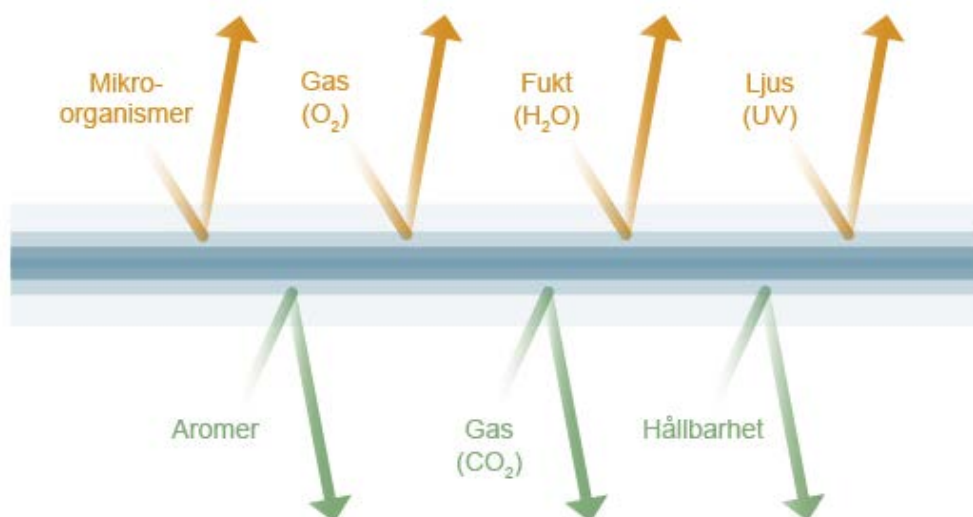
När det gäller polymerer finns en mer omfattande lagstiftning gällande material och produkter av plast som är avsedda att komma i kontakt med livsmedel (EG) nr 10/2011. I denna förordning innefattas bland annat återvunna plastmaterial vilka; görs av ämnen som härrör från kemisk polymerisation, är tillverkad av oanvända processrester eller där den återvunna plasten används bakom en annan funktionell barriär, alltså inte i direktkontakt med livsmedlet. Övrig återvunnet plastmaterial som, helt eller delvis, kommer i kontakt med livsmedel innefattar istället förordning (EG) nr 282/2008. Detta för att återvunnen plast har större risk att innehålla hälsofarliga ämnen (Kommissionens förordning (EG) nr 282/2008, Kommissionens förordning (EG) nr 10/2011). Skäl nr. 4 till upprättande av (EG) 282/2008 säger följande;

”Avfall från plastförpackningar kan innehålla resthalter efter tidigare användning, föroreningar från felaktig användning och föroreningar från otillåtna ämnen. Därför bör man fastställa särskilda krav för att se till att material och produkter framställda av återvunnen plast och avsedda att komma i kontakt med livsmedel uppfyller kraven i artikel 3 i förordning (EG) nr 1935/2004.” (EG 282/2008).

1.3 Barriäregensheter i livsmedelsförpackningar

Den huvudsakliga anledningen till att förpacka ett livsmedel är att skydda produkten från dess omgivning, samt bibehålla livsmedelsproduktens unika egenskaper och hållbarhetstid. Val av förpackningsmaterial varierar därför brett mellan olika produkter. Försämrande kemiska, fysikaliska och biologiska reaktioner vilka påverkar livsmedelskvaliteten är bland annat; fettoxidation, enzymatisk brunfärgning, denaturering av proteiner samt mikrobiell tillväxt. Barriäregenskaperna innefattar genomträngande skydd mot gaser som O_2 , CO_2 , N_2 eller etylen och skydd mot fukt, aromer, mikroorganismer, ljus från intensiva och specifika våglängder samt mot både låga och höga temperaturer. Barriäregenskaperna i plastmaterialet är inte tillräckligt vid valet av material för förpackning av livsmedel. Andra viktiga faktorer vars krav varierar efter produkt är mekanisk styrka som flexibilitet och draghållhet, migration och absorption från plasten och kemisk resistens (Petersen et al, 1999).

Figur 1 visar en illustration över faktorer vilka plasten behöver stå emot (uppåtgående pilar och text ovanför mittenbandet) för att skydda livsmedelsprodukten samt faktorer och egenskaper vilka behöver bibehållas i produkten (nedåtgående pilar och text under mittenbandet) för att upprätthålla produktens fräschör och kvalitet. De mellersta banden i symboliserar flera tunna lager av plast, så kallat plastfilm.



Figur 1 Illustration över några olika faktorer som livsmedelsförpackningar behöver anpassas till (Illustration: Anna Manneteg, modifierad från Kuraray, 2011).

1.4 Vanligaste förpackningsmaterial för livsmedel

Plast eller benämnt med annat ord polymerer delas vanligen upp i två kategorier: termoplast och hårdplast. Det som används till livsmedelsförpackningar är näst intill uteslutande termoplast. Med det menas att polymeren mjuknar och smälter och blir formbar vid uppvärmning (Wallman & Nilsson, 2011).

Tre av de konventionella plastmaterial vilka idag används till livsmedelsförpackningar är polyeten (PE), polypropen (PP) och etylvinylalkohol (EvOH). Dessa beskrivs mer ingående nedan.

1.4.1 Polyeten (PE)

Polyeten är det vanligaste materialet som används i dagens livsmedelsförpackningar. Det förekommer som både hård- och mjukplast med hög- och lågdensitetspolyeten (HDPE/LDPE). Materialet utnyttjas på grund av sin dragstyrka och goda barriär för vätska. PEs barriäregenskaper mot gas är däremot av sämre kvalitet (Wallman & Nilsson, 2011). PE används vanligen i form av plastpåsar, plastfilm och mjuka burkar. Tillsammans med den sämre barriären för gas släpps även aromer genom PE-plast (Livsmedelsföretagen & Normpack, 2011).

1.4.2 Polypropen (PP)

Polypropen är efter PE det vanligast använda materialet av plast för livsmedel. PP förekommer främst i form av hårdplast med hög stabilitet men kan även förekomma i mjukplast för mjuka påsar. Materialet ger bra mekaniskt skydd och har god barriär mot vätska. PP är däremot, precis som PE, av sämre kvalitet när det gäller gasbarriären. Till skillnad från PE, klarar det däremot högre temperaturer upp till 175°C (Wallman & Nilsson, 2011). Detta gör att PP-plast även lämpar sig för produkter ämnade att hettas upp i mikrovågsugn (Livsmedelsföretagen & Normpack, 2011).

1.4.3 Etylvinylalkohol (EvOH)

Etylvinylalkohol används i flerskikt laminatfilmer och i vätskekartong tack vare dess bra barriäregenskaper för gasgenomträngligheten. EvOH är en av de mest använda polymeren idag på grund av sin gasbarriär. Däremot försämras barriären markant i kontakt med hög fukthalt. Detta undviks vanligen med hjälp av att EvOH kombineras i flerskiktsförpackningar i form av laminat tillsammans med material med bra fuktbarriär såsom PP och PE. Med sin gasbarriär är EvOH ett viktigt material med avseende på hållbarhetstiden för produkter då syre spelar en stor roll i påverkandet av en produkts hållbarhet (Mokwena & Tang, 2012).

1.4.4 Övriga plastmaterial

Övriga plastmaterial vilka kommer i kontakt med livsmedel och som är värda att känna till är:

1. Polyamid (PA), även kallad nylon, vilket är gastätt med bra mekaniska egenskaper. Materialet används främst som ett barriärskikt tillsammans med andra material i flerskiktsförpackningar (Livsmedelsföretagen & Normpack, 2011).
2. Polykarbonat (PC) tål stötar, slag och höga temperaturer. Materialet används bland annat till återanvändningsflaskor för vatten.
3. Polystyren (PS), förekommer främst i olika engångsartiklar, vilket beror på vilken form plasten har. PS förekommer i 3 olika former (Wallman & Nilsson, 2011).
4. Polyvinylklorid (PVC) används vid butiksinspackning och då förekommande i plastfilm (Livsmedelsföretagen & Normpack, 2011). PVC är inte längre ett vanligt producerat material för livsmedelsförpackningar i Sverige då vinylkloridmonomerer kan migrera från materialet och ge en negativ effekt på livsmedelsprodukten och på miljön (Coulter, T, 2008).
5. Polyetentereftalat (PET) förekommer både som hårdplast och film och används till såväl tråg, film och flaskor, materialet tål höga temperaturer och är en mycket stabil polymer (Livsmedelsföretagen & Normpack, 2011). PET är ett lätt material med bra barriäregenskaper för både gas och vätska (Wallman & Nilsson, 2011).

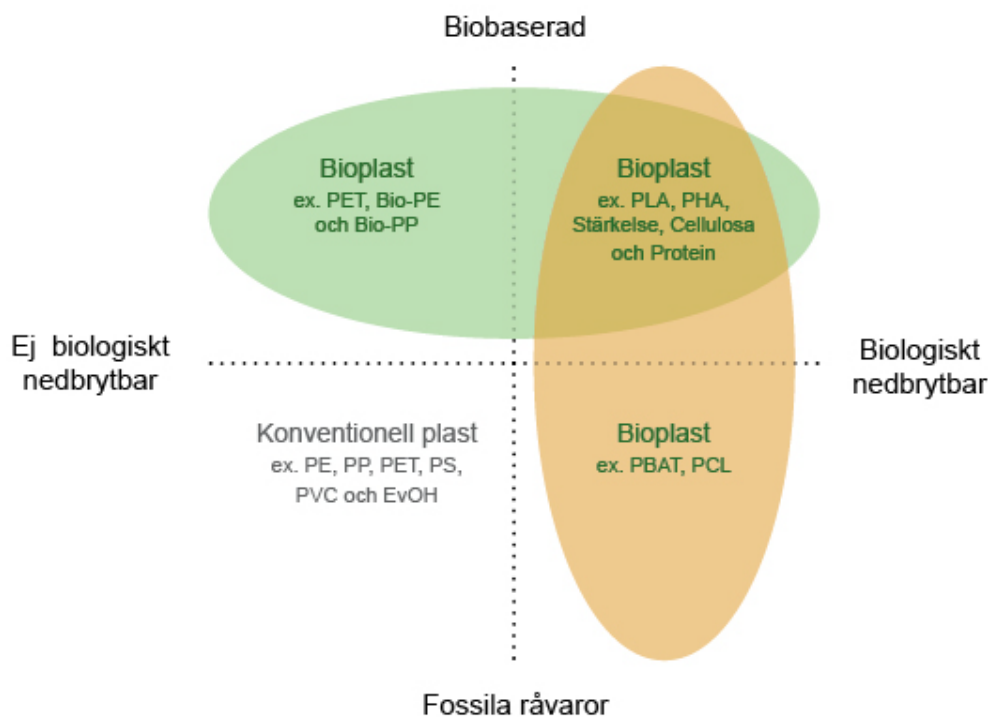
1.5 Vad är bioplast?

Bioplast kan, precis som konventionell plast producerad av fossila råvaror, variera i material och egenskap. Bioplast delas upp i tre olika grupperingar och kan därmed vara;

1. Helt/delvis baserad på biomaterial och inte biologiskt nedbrytbar
2. Helt/delvis baserad på biomaterial och biologiskt nedbrytbar
3. Baserad på fossila resurser och biologiskt nedbrytbar

(European Bioplastics, 2015a).

Hur bioplast och konventionell plast åtskiljs från varandra och definieras utifrån råvara och egenskap av biologisk nedbrytning illustreras i Figur 2.



Figur 2 Illustration över uppdelningen av definitionen bioplast (Illustration: Anna Manneteg, modifierad från *European Bioplastics*, 2015b).

1.5.1 Biobaserade material

Biobaserad definieras som material vilket innehåller råvaror med ursprung från jordbruket, det vill säga förnyelsebara råvaror såsom stärkelse eller biologiskt härstammade monomerer (Petersen et al, 1999). Genom att producera biobaserade plaster minskar användningen av fossila råvaror, speciellt råolja (Svensk Plastindustriförening). Det innebär även en minskning i utsläpp av växthusgaser (European Bioplastics, 2015a).

1.5.2 Biologisk nedbrytbar

Biologisk nedbrytbarhet innebär att platen kan brytas ner med hjälp av mikroorganismer och särskiljer sig från komposterbar vilket innebär att platen bryts ner med hjälp av både syre och mikroorganismer (Svensk Plastindustriförening).

Nedbrytningen av biologiskt nedbrytbart material sker med hjälp av tillsatta mikroorganismer i kontrollerad form, till skillnad från komposteringsprocessen vilket sker självständigt utan hjälpmedel. Biologiskt nedbrytbara plaster kan också bidra till resurseffektiviteten genom att bidra till en förbättrad avfallshantering (Europeiska Kommissionen, 2013).

Genom att vara komposterbart kan materialet bidra till biomassa och biobränsle (European Bioplastics, 2015a). Biologisk nedbrytbar plast kan vara en fördel i jordbruket och underlätta arbetet genom att nedbrytbar odlingsfilm inte behöver plockas bort efter att den har fyllt sin funktion (Svensk Plastindustriförening). Ett material vilket är biologiskt nedbrytbart behöver inte nödvändigtvis vara biobaserat (Petersen et al, 1999).

2 Syfte och frågeställning

Syftet med studien var att se över biplaster med kolhydratbaserat ursprung för användning till livsmedelsförpackningar som nu är förpackade med konventionellt producerad plast. Vilka biobaserade plaster med kolhydratbaserat ursprung finns, vilka lämpar sig för livsmedelsförpackningar, samt vilka förpackningar producerade från fossila råvaror skulle de i sin tur kunna ersätta?

Studien avsåg att undersöka vilka barriäregenskaper som krävs gällande förpackningar avsedda för direktkontakt med livsmedel samt vilka barriärfrämjande tekniker som används. Studien behandlar även olika processer för utvinnande av biopolymerer samt extraktion och syntes av polymerer.

3 Metod

För att få en inblick i plastindustrin och tillverkningen av dagens livsmedelsförpackningar har bakgrundsgrundläggande inspiration tagits från svenska myndigheters hemsidor såsom Livsmedelsverket och Naturvårdsverket samt den europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet *European Food Safety Authority* (EFSA) och Europeiska kommissionen. För vidare studie gjordes en litteraturundersökning genom användning av databaserna *Pubmed*, *Web of Science* och *ProQuest*.

Artiklarnas relevans bedömdes främst efter dess sammanfattning men även efter årtal. Ingen avgränsning gällande årtal för sökningarna gjordes då forskning inom biologiskt framställda plastmaterial är relativt ny. All forskning bedömdes vara aktuell. Använda sökord under litteratursökningen var; *barrier properties*, *food packaging*, *bioplastic*, *biodegradeble*, *biobased plastic*, *starch*, *chitosan*. Trovärdigheten bedömdes efter innehåll, årtal för publikation och typ av källa.

4 Resultat

Att producera biologiskt nedbrytbara material genom användning av biopolymerer istället för syntetiska polymerer medför relativt höga kostnaderna och sämre prestanda. Livsmedelsindustrin står därför inför ett genomförbarhetsproblem (Azeredo, 2009).

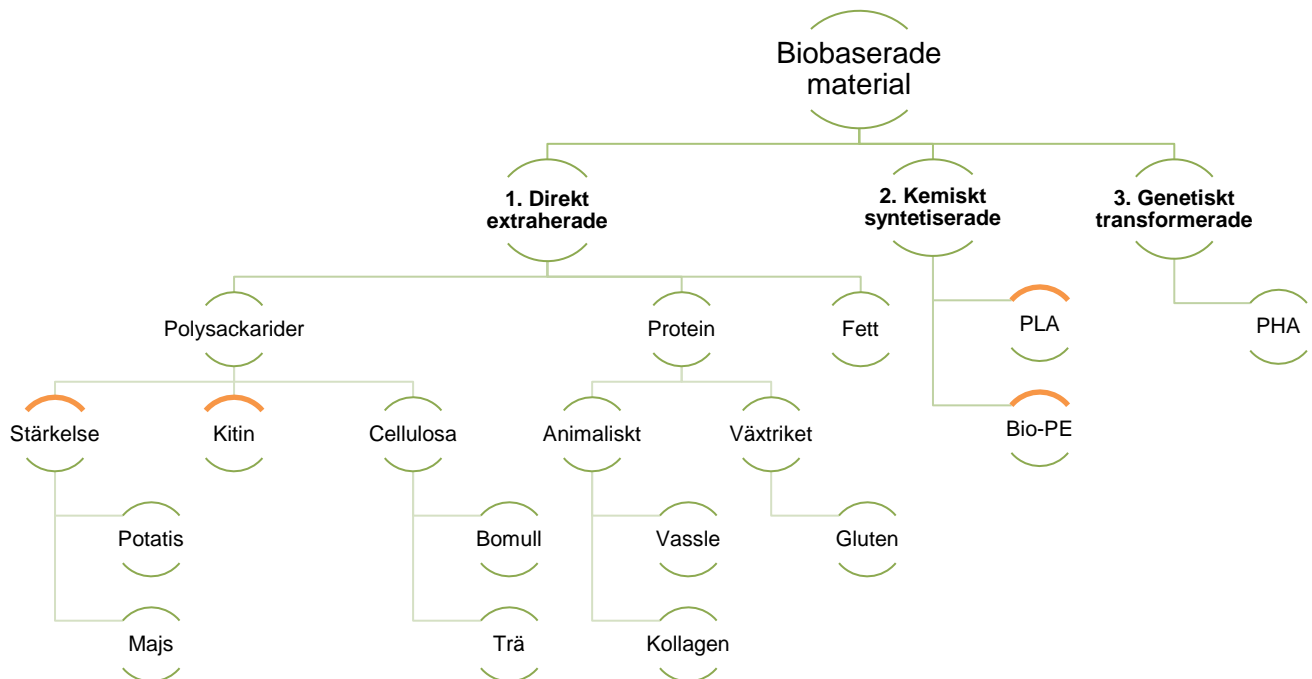
4.1 Barriärfremjande tekniker

Metoder för tillverkningen av biobaserade polymerer varierar stort. En av målsättningarna vid tillverkningen är att uppnå så goda barriäregenskaper som möjligt. Detta innebär att olika tekniker nyttjas. Vilken teknik som används beror på individuella specifikationer för polymeren. Barriärfremjande tekniker kan bland annat vara att blanda olika material med hjälp av exempelvis nanoteknologi. Tekniker kan också innebära användning av beläggning med tunna skikt av olika sorters material vilka appliceras på varandra. För att en slutprodukt ska uppnå de olika krav som ställs på barriären, krävs flera olika processer och material (Peelman et al, 2013).

4.2 Processer för utvinnande av biopolymerer

De biobaserade materialen delas upp i tre olika kategorier beroende på vilken metod som krävs för framställning, samt vilket ursprung materialet har (Petersen et al, 1999). Figur 3 demonstrerar schematiskt de tre olika kategorierna av biobaserade material efter ursprung.

1. Polymerer direkt extraherade från biologiskt material av vilka majoriteten härstammar från växtriket.
2. Kemiskt syntetiserade polymerer utifrån förnybara monomerer med biologiskt ursprung
3. Material producerat med hjälp av mikroorganismer eller genom genetiskt transformerade bakterier



Figur 3 "Organisationsschema" över biobaserade materials tre olika kategorier med utvalda underkategorier av ursprung. De material vilka är fetare markerat inkluderas i fördjupningen nedan.

Nedan ges mer ingående information om biopolymerer utav ursprunget polysackarider, direkt extraherande såväl som kemiskt syntetiserade. Material producerade med hjälp av mikroorganismer utelämnas.

4.3 Direktextraherade material

Direktextraherande material innefattar polymerer med ursprung av protein, fett och polysackarider. Gemensamt för de kolhydratbaserade polymererna är att de är hydrofila och uppvisar följaktligen ett väldigt lågt barriärskydd mot fukt och vätska. En annan viktig faktor är att de finns med hög tillgänglighet och som ett relativt billigt råmaterial (Rhim et al, 2007).

4.3.1 Stärkelse

Stärkelse är billig i form av råprodukt. Det finns tillgängligt årligen och utvinns bland annat ur majs, potatis och vete. Stärkelsebaserade material extraheras direkt

från produkten med hjälp av smärre modifikationer. För utvinning av bioplast vill man att materialet ska bete sig som en termoplastisk polymer. Med hjälp av metoder vilka bryter strukturen i stärkelsen för att förstöra dess krisallinitet eller med hjälp av mjukningsmedel kan man få stärkelsebaserad film med bra barriär för gas. Stärkelsebaserade polymerer lämpar sig bra för beläggning och kan kvalitetsvis nära nog jämföras med de konventionella plasterna LDPE och PS (Bastioli, 2001).

4.3.2 Kitosan

Kitosan utvinns från leddjurs yttre skelett genom ämnet kitin. Leddjur, vilka är de största källorna för produktion av kitosanbaserat plastmaterial, är vattendjur som krabbor, räkor och hummer. Ämnet utvinns även från insekter och ur vissa svampars cellväggar (Suyatma et al, 2004). Film av kitosan har visat på hög antimikrobiell verkan, en fördelaktig barriäregenskap för ett material i kontakt med livsmedel. Forskning där olika tekniker av nanokompositer har används visar däremot på en stor inverkan av användande nanoteknologi för graden av antimikrobillitet (Rhim et al, 2006, Duncan, 2011).

En fördel är att ämnet har förmåga att bilda film utan användning av tillsatser. Kitosan är förutom ett biobaserat material, dessutom biologiskt nedbrytbart. Kitosanfilm är väldigt känslig för fukt. Därför behövs materialet nödvändigtvis kombineras med annan polymer med hög barriär för vätska i form av laminatbeläggning eller andra blandningar, för att kunna nyttjas till förpackning av livsmedel (Suyatma et al, 2004).

4.4 Kemiskt syntetiserade

4.4.1 Polymjölksyra (PLA)

Polymjölksyra (PLA) syntetiseras utifrån stärkelse och är en biologiskt nedbrytbar polymer. Materialet framställs genom en hydrolys av stärkelse till en sockerart (dextros). Därefter görs en fermentering till mjölksyramonomerer vilka vidare polymeriseras till PLA. Produkten görs framförallt av majsstärkelse tillsammans med en plast, men kan även framställas av andra kolhydratkällor som till exempel sockerbeter (Peelman et al, 2013).

PLA kan förekomma i två olika former och har egenskaper som lämpar sig till både tråg, påsar, film och flaskor (Wallman & Nilsson, 2011). De två strukturerna förekommer tack vare fermentationen till mjölksyramonomerer som kan anta olika konfigurationer i form av L- och D-isomerer. Detta påverkar i sin tur den slutgiltiga polymerens egenskaper, fasthetsgrad till exempel. (Peelman et al, 2013). PLA har bra barriäregenskaper med avseende på mekanisk styrka jämförbart med de konventionella materialen PET och PP. Tvärtom mot den direkt extraherande stär-

kelsebaserade plasten har PLA bra barriär mot vätska men med en sämre barriär för gaser (Bastioli, 2001).

4.4.2 Bio PE

Bio PE, också kallat Grön PE, har en kemisk struktur identisk med konventionellt producerad PE. Bio PE och ”vanlig” PE har samma användningsområde och kvalitet i form av barriär och mekanisk egenskaper. Det som skiljer materialen åt är sättet de är producerade. Det som gör Bio PE till en biopolymer är att den är producerad av förnybara råvaror istället för de petroleumbaserade råvarorna (Wallman & Nilsson, 2011). Produktionen blir därmed mer miljövänlig då utsläppen av växthusgaserna minskar (Braskem, 2015a). Ekvivalent med konventionellt PE är att Bio PE är återvinningsbart och därtill även tillsammans med ”vanligt” PE genom samma återvinningssystem. Till skillnad från de övriga biobaserade materialen nämnda är Bio PE inte biologisk nedbrytbar (Braskem, 2015a).

De biobaserade ursprunget för produktionen av Bio PE är stärkelse från majs, som kan omvandlas till etanol (Wallman & Nilsson, 2011). Sockerbetor är också en vanlig källa för utvinningen. Utvinningen sker genom en fermentering av saften med en efterföljande destillering för att kunna producera etanol. Vidare i processen avhydratiseras etanol (C_2H_6O) till eten (C_2H_4) vilket slutligen polymeriseras till PE (Braskem, 2015b).

4.5 Sammanställning av resultat

Diskuterade material, både konventionella och biobaserade polymerer tillsammans med barriäregenskaper är sammanställt i Tabell 1 för att mer ordnat få en övergripande kännedom i materialens olika egenskaper.

Tabell 1 Övergripande sammanfattning av barriäregenskaperna för olika biobaserade material.

| <i>Material</i> | <i>Barriäregenskap</i> | | <i>Övrigt</i> |
|------------------|------------------------|---------------|---------------------------------|
| | Gas | Vätska | |
| Polyeten | Dålig | Bra | |
| Polypropen | Dålig | Bra | Temperaturtålig |
| Etylvinylalkohol | Bra | Dålig | |
| Stärkelse | Bra | Dålig | Bio. nedbrytbar |
| Kitosan | Bra | Dålig | Bio. nedbrytbar, Antimikrobiell |
| Bio Polyeten | Dålig | Bra | Ej Bio. nedbrytbar |
| Polymjölksyra | Dålig | Bra | Bio. nedbrytbar |

5 Diskussion

De vanligaste konventionellt producerade polymererna, vilka bland annat är PE, PP och EvOH, med fokus på specifika egenskaper gällande barriärfrämjande kvalitéer har beskrivits. Studien har även sett över både specifika såväl som övergripande lagstiftning inom EU. Polymerer i kontakt med livsmedel är tilldelad en egen förordning (EG) 10/2011, då plastproduktionen är väldigt komplex och kan härstamma från många olika råmaterial. Lagstiftningen är dessutom ännu specifikare gällande plastproduktion av återvunnet material på grund av ett materials benägenhet att migrera till livsmedelet och därmed utgöra en hälsofara för människor. På grund av migration från material finns gränsvärden tillgängliga i lagstiftningen.

Det finns idag mycket forskning gällande bioplaster; biobaserat material såväl som biologiskt nedbrytbart material. Mycket fokus är på barriärfrämjande nanoteknologi för att förbättra materialens kvalitéer i avseende på kraven ställda utifrån livsmedelsprodukten.

Den här studien har uppmärksammat bioplaster utvunnet från polysackarider, både direkt extraherade och kemiskt syntetiserande. Jämfört med utvalda konventionella plaster ser barriäregenskaperna och mekaniska egenskaper likvärdiga ut. Det som kan konstateras är att möjliga substitut för konventionell plast finns tillgängliga men produktionskostnaden är högre än för konventionell produktion. Sammanställning av polymerer finns sammanfattade i Tabell 1. Det är däremot svårt att konkret ge exempel på vilken bioplast som skulle kunna vara ett substitut för en specifik konventionell plast. Ett plastmaterial använd för livsmedelsförpackningar förekommer ofta i form av film och är applicerad i flera skikt i kombination med en eller fler andra material för att kunna omfatta alla önskvärda barriäregenskaper.

Några få utvalda bioplaster med ursprungsfokus på polysackarider har uppmärksamats i denna studie. Det är väldigt få bioplaster i förhållandevis till hur brett spektrum av utvinningsråvaror som existerar. Man kan tydligt se i Tabell 1 att inget av de diskuterade materialen har bra barriäregenskaper gällande både gas

och vätska, två kvalitéer som är svårt att finna i ett och samma material. Det är bland annat därför vanligt att kombinera flera polymerer tillsammans vid tillverkning av just livsmedelsförpackningar.

Flera faktorer pekar på en växande industri, såväl för biobaserade som för biologiskt nedbrytbara bioplaster. Tydliga utmaningar kan dock ses inom båda områdena gällande produktion och användning. Trots att utvinningen av bioplaster vanligt utgår från en jämförelsevis lättillgänglig och billig råvara, slutar produktionen på en betydligt högre kostnad än för den konventionella plastproduktionen. Denna kostnad grundar sig i att bioplasterna görs i en betydligt mer småskalig produktion vilket blir dyrare drift. Det är även en relativt ung produktion där idag mycket forskning om nya biologiska ursprung och utvinnings- och barriärfrämjandetekniker ständigt utvecklas.

Många bioplaster visar på snarlika men ofta något sämre egenskaper gällande barriärkvalité, i jämförelse med de konventionella plasterna på marknaden. Detta ger bioplasterna ytterligare ett underläge i konkurrensen. Viktigt gällande biopolymerindustrin är att ta hänsyn till att varje material är unikt, precis som med livsmedelsprodukter. Det gäller därför att se över vilka specifika livsmedel som i sin tur lämpar sig bra tillsammans med den specifika producerade bioplasten.

Användningen av biologiska ursprung för plastproduktionen har en lovande framtid vilket kan leda till minskning av energiförbrukning och utsläpp av växthusgaser. Genom ett ökat medvetande och intresse hos konsumenterna gällande bland annat miljöfrågor, krävs det också marknadsföring av livsmedelsförpackningen likaväl som livsmedelsprodukten. För att det biobaserade materialet ska kunna slå sig in på marknaden bör det gälla främst i form av lyxigare förpackningar och produkter. Biobaserade förpackningar bör ses som dyrbarare och vara attraktivare produkter i förhållande till konventionellt producerade produkter. För att detta ska vara genomförbart krävs också att nya biobaserade material genomgår tester gällande migration för att kunna bidra med säkra förpackningar. Att säkerställa och trygga synen på nanoteknologin kan också vara av vikt vid produktionen av biopolymerer. Nanoteknologin är en svårförstådd och nischad tillämpning vilket kan bidra till att konsumenten inte kan uppfatta tekniken som pålitlig och trygg. För barriärfrämjande egenskaper är däremot nanoteknologin en lovande tillämpning.

Plaster med ursprung från återvunnet material finns idag på marknaden gällande blandade plastprodukter och förpackningar vilka inte är i direkt kontakt med livsmedel. För att även det ska gälla livsmedelsförpackningar krävs en mer omfattande och kontrollerad återvinning det vill säga ett omfattande pant- och retursystem för att kunna säkerställa att inga hälsofarliga ämnen skulle kunna finnas i materialet och migrera till livsmedel.

6 Slutsats

Bioplastproduktionen är relativt ung där mycket forskning om nya biologiska ursprung, utvinnings- och barriärfrämjandetekniker ständigt utvecklas. Dagens bioplastproduktion är småskalig och dyr. Sämre kvalitéer än för konventionella polymerer ger bioplasterna ytterligare ett underläge i konkurrensen. Viktigt är därför att ta hänsyn till att varje material är unikt. Det gäller därför att se över vilka specifika livsmedel som i sin tur lämpar sig bra tillsammans med särskilda bioplaster.

Utmaning är att hitta rätt användningsområde för varje unik bioplast där bioplasten bör värderas högt i form av en lyxigare produkt värt att betala mer för. Slutligen måste man vara medveten om att en enskild bioplast ensam omöjligt kan tillfredsställa industrin gällande livsmedelsförpackningar.

Referenslista

- Azeredo, H.M.C (2009) Nanocomposites for food packaging applications. *Food Research International*, vol. 42, ss. 1240-1253.
- Bastioli, C. (2001). Global Status of the Production of Biobased Packaging Materials. *Starch*, vol. 53, ss. 351-355.
- Bio Intelligence Service. (2011) *Plastic waste in the environment*. Paris: Europeiska kommissionen (DG Environment), April 2011.
- Braskerm (2015a). *Properties*. <http://www.braskem.com.br/site.aspx/Properties> [2015-06-08]
- Braskerm (2015b). *How it is produced*. <http://www.braskem.com.br/site.aspx/How-it-is-produced> [2015-06-08]
- Duncan, T.V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 363, ss. 1-24.
- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1935/2004 av den 27 oktober 2004. Om material och produkter avsedda att komma i kontakt med livsmedel och om upphävande av direktiven 80/590/EEG och 89/109/EEG.
- European Bioplastics. (2015a). *Bioplastics packaging – Combining performance with sustainability*. Berlin: European Bioplastics (Fact Sheet, Jan 2015)
- European Bioplastics, (2015b). *What are bioplastics?*. Berlin: European Bioplastics (Fact Sheet, Jan 2015)
- European Bioplastics, (2011). *Förnybara energikällor för produktion av bioplast*. Berlin, European Bioplastics (Faktablad, Sep 2011)
- European Food Safety Authority – EFSA (2015-02-18). *Plastics and plastic cling*. <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/plasticrecycling.htm> [2015-05-20]

- Europeiska Kommissionen, (2013) *Green Paper On a European Strategy on Plastic Waste in the Environment*. Bryssel:123 final
- Coultate, T. (2008). *Food - The Chemistry of its Components*. 5. ed. Cambridge UK: Royal Society of Chemistry.
- Kommissionens förordning (EG) nr 282/2008 av den 27 mars 2008 om återvunna plastmaterial och plastprodukter avsedda att komma i kontakt med livsmedel och ändring av förordning (EG) nr 2023/2006
- Kommissionens förordning (EG) nr 10/2011 av den 14 januari 2011 om material och produkter av plast som är avsedda att komma i kontakt med livsmedel
- Kuraray, (2011). *Food Packaging EVAL*. Antwerp, EVAL Europe nv (Fact Sheet, April 2011)
- Livsmedelsföretagen & Normpack. (2011). *Guide till säkra livsmedelsförpackningar*. Stockholm: Livsmedelsföretagen & Normpack [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.innventia.com/sv/Det-har-gor-vi/Naringslivsgrupper/Normpack/Guide-till-sakra-livsmedelsforpackningar/> (2015-05-26)
- Livsmedelsverket (2015-02-09). *Material i kontakt med livsmedel*
<http://www.livsmedelsverket.se/produktion-handel-kontroll/lokaler-hantering-och-hygien/material-i-kontakt-med-livsmedel/> [2015-06-07]
- Mokwena, K.K. & Tang, J. (2012) Ethylene vinyl alcohol: A review of barrier properties for packaging shelf stable foods. *Food Science and Nutrition*, vol. 52, ss.640–650
- Peelman, N., Ragaert, P., De Meulenaer, B., Adons, D., Peeters, R., Cardon, L., Van Impe, F & Devlieghere, F. (2013). Application of bioplastics for food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 32, ss. 128-141.
- Petersen, K., Væggemose Nielsen, P., Bertelsen, G., Lawther, M., Olsen, M.B., Nilsson, N.H & Mortensen, G. (1999). Potential of biobased materials for food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 10, ss. 52-68.
- Plastics Europe Association of Plastics Manufacturers. (2015). *Plastics – the Facts 2014/2015 An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Bryssel: Plastics Europe Association of Plastics Manufacturers (01-2015).
- Reddy, M.M., Vivekanandhana, S., Misra, M., Bhatia, S.K. & Mohanty, A.K. (2013). Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities. *Progress in Polymer Science*, vol. 38, ss. 1653-1689.
- Rhim, J.W., Hong, S., Park, H. & Ng, P.K.W. (2006) Preparation and Characterization of Chitosan-Based Nanocomposite Films with Antimicrobial Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, ss. 5814-5822.
- Rhim, J.W., Ng, P.K.W. (2007) Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films for Packaging Applications. *Food Science and Nutrition*, vol. 47, ss. 411-433.

Rådets direktiv 82/711/EEG av den 18 oktober 1982 om fastställelse av de grundregler som behövs för undersökning av migration av beståndsdelar i material och produkter av plast avsedda att komma i kontakt med livsmedel.

Svensk Plastindustriförening. *Bioplaster*. <http://www.plastindustri.org/bioplaster/> [2015-05-26]

Suyatma, N.M., Copinet, A., Tighzert, L. & Coma, V. (2004) Mechanical and Barrier Properties of Biodegradable Films Made from Chitosan and Poly (Lactic Acid) Blends. *Journal of Polymers and the Environment*, vol. 12, no. 1.

Wallman, M & Nilsson, K (2011) *Klimatpåverkan och energianvändning från livsmedelsförpackningar* [Elektroniskt]. Uppsala: Livsmedelsverket (Rapport: 18:2011) Tillgänglig: <http://www.livsmedelsverket.se/om-oss/rapporter1/rapporter-2011/>