

Waste, the fuel alternative of choice

Nowadays, biopolymers are given special attention. With increasing focus on sustainability and on few favorable government regulations for green procurement policies, the global bioplastics market will experience substantial opportunities in the consumer goods and packaging sectors. Sustainable packaging applications, such as biodegradable films, compostable bags, and many more, are expected to bring economic growth.

Technavio, a technology research and advisory company with a global coverage, forecasts that the global bioplastics market will grow at a compound annual growth rate (CAGR) of 29.3 % from 2016 through 2020; in other words, in 2020 the bioplastics market size will equal approximately 3.6 times the current size. The CAGR is defined as the mean annual growth rate of an investment over a specified period of 1 year or more. The report, Global Bioplastics Market 2016-2020 [http://www.fastmr.com/prod/1194072_global_bioplastics_2016.aspx], posits that four factors contribute predominantly to the global bioplastics market growth:

1. the emergence of biobased and renewable raw materials,
2. the changing consumer preference toward eco-friendly packaging,
3. the growing prominence of bioplastic, and
4. the adoption of green procurement policies.

The bioplastics market is driven by the emergence of biomass based or biobased raw materials. Completely biobased polymers can be classified into three main categories, according to the differences in their resources and production methods [Robertson 2006]. Category 1 polymers are directly extracted from marine, agricultural and horticultural products. Examples include, respectively, polysaccharides, such as cellulose and starch, as well as proteins, such as casein and whey. Very widely used packaging materials in this category are cellulose based paper and board. Category 2 includes biopolyesters produced from biobased material. Polylactid acid is a well known polyester; its building blocks are lactic acid monomers. Lactic acid can be easily produced by fermentation; today the most popular route is the conversion of sugars and starches into lactic acid by bacterial fermentation using an optimized strain of *Lactobacillus*, a genus of Gram-positive bacteria. The third category includes polymers directly

produced by natural or genetically modified organisms, mainly the poly(hydroxyalkanoates) of which poly(hydroxybutyrate) is the most common one. These polymers are produced by several bacterial species, building their own intracellular energy and carbon reserves.

The global outlook for biomass based and biobased raw materials for polymers is significantly more positive than that of petroleum based raw materials. Raw materials required for the production of bioplastics are inherently renewable, and their supply is abundant. Biomass includes in first instance grass, trees, and other plants; but also organic materials from animal origin, such as meat and other tissues that decompose by the activity of microorganisms.

Both the widespread availability and an ever growing know-how have shifted the trend of plastic manufacturers toward bioplastics based on renewable sources. New and innovative applications are sprouting like mushrooms.

The pressure for more sustainable packaging will increase. The ever louder call for biodegradable packaging materials by empowered consumers, the favorable policies by government bodies, and the presence of a large number of manufacturers and processors in the region will stimulate growth in the European bioplastics market. European Bioplastics, the association representing the interests of the thriving bioplastics industry in Europe, welcomes the connection, the report on the revised EU waste legislation by Simona Bonafè makes, between the bioeconomy and the responsible use of non-fossil feedstock in packaging. European Bioplastics also takes a favourable view on the strong focus on resource efficiency along the entire industrial production cycle, from biobased materials and products, to collecting and recycling biowaste. Simona Bonafè is a member of the European Parliament and Rapporteur of the European Parliament's Committee on the Environment.

The increasing acceptance for sustainable packaging and green products will drive the bioplastics market during the coming years. A global consumer survey conducted to judge consumer preferences on food packaging [Nielsen 2008] evidenced that we start seeing quite some backlash against plastics that are not recyclable, or whose chemical composition may lead to tainting or degradation of product quality. Approximately 90 percent of the consumers, who cited recyclable bags and packagings as key drivers of store choice, would be willing to give up a packaging benefit if it meant it would help the environment. This is an unmistakable message.

Bioplastics, an area of growing prominence! Replacing plastic packaging with non-plastic alternatives is generally less efficient. That's because plastics are incredibly energy efficient to manufacture and because they are lighter than the alternative materials. Just 0.50 kg of plastic can deliver 20 L of a beverage. One should need ~0.75 kg of aluminum, ~2 kg of steel, or >10 kg of glass to bring home the same amount. Plastics help bring home more product with less packaging!

However, on average we open some 45 packagings a week. So, can't we do more with less? This is not a superfluous question; recent ominous messages emerged in newspapers and other media. We must hit the streets to clean the litter. How do we prevent the plastic soup from contaminating the world ocean and threatening marine wildlife? The existing landfill sites are full and incinerator capacity may not always be sufficient. Chemicals leach out of waste and threaten our environment, and also our health.

The momentum for sustainable packagings is mounting. Consumers are increasingly demanding reusable, recyclable as well as compostable packaging materials and objects. Who says sustainable, usually thinks of the buzzword "bio".

Government and industry measures toward purchasing as well as applying sustainable and eco-friendly products drive the market for bioplastics. At the United Nations Sustainable Development Summit on 25 September 2015, world leaders adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development. It includes a set of 17 Sustainable Development Goals (SDGs): it builds on the Millennium Development Goals set in 2000 and includes several objectives, touching on a variety of social, environmental and economic issues, ranging from gender equality to accessible and affordable clean energy.

The aim of the SDGs is to shift our societies towards shared and sustainable prosperity. At a time of climate disruption and accelerated ecosystem degradation, rising inequalities and economic insecurity, reconciling environmental, economic and social concerns is considered essential for all countries. The final roadmap for the 2030 SDGs comprises targets for governments, communities and institutions to further international development. The Belgian federal government refers to these SDGs in its general policy note Doc 54 1428/(2015/2016).

Do the 2030 SDGs have any impact on the work of packaging professionals? Yes, answers Rosemary Han [2015]; it is a renewed opportunity for the packaging industry to be part of the global solution. Packaging plays a critical role in enabling development. It helps food last longer,

it can transport drinking water containers and barrels to water-scarce areas and it dispenses medications such as specially packaged vaccines to help people live healthier lives, just to name a few. These are basic requirements to continue our lives in a productive and quality manner. Packaging is the tool that delivers and protects those basic needs. While packaging improvements and solutions can enable a better world, we need to be mindful that packaging doesn't disappear into a vacuum.

Many might struggle with establishing an efficient waste management infrastructure to recapture consumer waste and packaging materials. Hence, citizens and corporations will need to assume responsibility for waste generation and disposal. In Belgium, the Interregional Packaging Commission (IRPC) monitors the implementation of the legislation on packaging waste prevention and management. IRPC is a public institution, jointly set up by the regional Belgian governments, in order to ensure a harmonized management of packaging waste. A cooperation agreement on prevention and management of packaging waste was concluded between the Flemish, Walloon en Brussels regions and published in the Belgian Bulletin of Acts, Orders and Decrees on December 29, 2008 .

Academia, companies and packaging professionals are poised to take the lead on sustainable development. Recent examples may come across as strange, they look very promising though. Here follow few noticeable "from waste to worth" illustrations.

Chicken feathers may fuel the plastic revolution. This was the striking title of a hot topics communication brought by several news agencies in April 2011. The focus was suddenly on one of the most abundant and generally unexploited non-food proteins: keratin, the major component of hair, feathers, nails and horns of mammals, birds and reptiles. According to the research team led by Professor Y. Yang of the University of Nebraska-Lincoln, chicken feathers could be the backbone of the next major plastics revolution. Jin et al. [2011] suggested graft polymerization of feathers for thermoplastic applications and concluded that the feather-g-poly(methyl acrylate) showed good thermoplasticity, and substantially higher tensile properties than soy protein isolate and starch acetate films. Potentially, the study could help reduce both the huge amounts of feathers as well as the waste heaps of non-degradable plastics; a win-win situation!

Packaging biofilms and coatings made from the heads and carcasses of crustaceans (chitosan) and enriched with astaxanthin, extracted from the shells of the same animals, can result in

significant improvement of the food's shelf life by delaying microbial spoilage [Arancibia et al. 2015]. Finding a replacement for synthetic plastic food packaging is a matter of great urgency. Food containers and packaging — the majority of which are still made from synthetic polymers — make up a large share of the solid waste stream that clogs our landfills as well as our oceans, where plastic kills marine life. And, moreover, the chemical ingredients of plastic can be absorbed by fish, and eventually by humans who eat the fish. It is a wonderful idea! Farming shrimp for human consumption and packing it in materials henceforth made from discarded processing waste.

The byproduct of the mechanical extraction of avocado oil [Santos et al. 2016] is another resource for packaging applications. The avocado residu is an attractive product as it consists basically of a hydrated and defatted pulp, rich in proteins, fibers, and oil. Avocado based packaging films showed excellent water vapor permeability properties, when compared to other biobased films of similar composition. The authors believe they are a qualitative alternative raw material to produce biobased packaging films for the food industry.

References

Arancibia et al. [2015]. Chitosan coatings enriched with active shrimp waste for shrimp preservation, *Food Control* 54, 259

Han [2015]. Why the 2030 Sustainable Development Goals matter to packaging professionals, on Packaging Digest, <http://www.packagingdigest.com/sustainable-packaging>

Jin et al. [2011]. Graft Polymerization of Native Chicken Feathers for Thermoplastic Applications, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 5, 1729

Nielsen [2008]. *Packaging and the Environment*, a global Nielsen consumer report, pp. 12

Robertson [2006]. *Food Packaging, Principles and Practice*, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, US

Santos et al. [2016]. Biobased polymer films from avocado oil extraction residue: Production and characterization, *Journal of Applied Polymer Science* 133, 37, 43957

Afval, het alternatief bij uitstek voor aardolie

Biopolymeren krijgen tegenwoordig veel aandacht. Nu men zich meer richt op duurzaamheid, en tevens ook op de gunstige overheidsvoorschriften voor een groen aankoopbeleid, zal de hele markt voor biopolymeren substantiële kansen krijgen in de sector van consumptiegoederen en van verpakkingen. Men verwacht een aanzienlijke economische groei voor duurzame toepassingen in de verpakkingwereld, zoals biodegradeerbare filmen, composteerbare zakken en nog heel wat andere.

Technavio, een bedrijf voor technologisch onderzoek en advies met vestigingen over de hele wereld, voorspelt een samengesteld jaarlijks groeipercentage (compound annual growth rate, CAGR) van 29.3 % voor de periode 2016 – 2020; met andere woorden, in 2020 zal de markt voor biokunststoffen ongeveer 3.6 keer zo groot zijn als vandaag. CAGR betekent de gemiddelde jaarlijkse groeisnelheid van een investering over een wel gespecificeerde periode van 1 jaar of meer. Het verslag, Global Bioplastics Market 2016-2020 geeft aan dat 4 factoren bepalend zijn voor de wereldwijde bioplastics groeiemarkt

[http://www.fastmr.com/prod/1194072_global_bioplastics_2016.aspx]:

1. de opkomst van biologische en hernieuwbare grondstoffen,
2. de veranderende voorkeur van de consument voor eco-vriendelijke verpakkingen,
3. de groeiende bekendheid van biopolymeren, en
4. de invoering van een groen aankoopbeleid.

De markt van biokunststoffen wordt sterk bepaald door de opkomst van biomassa-gebaseerde of bio-gebaseerde grondstoffen. Volledig bio-gebaseerde kunststoffen worden naar gelang hun verschillen in grondstoffen en productiemethoden onderverdeeld in 3 grote categorieën [Robertson 2006]. Polymeren van categorie 1 worden rechtstreeks geëxtraheerd uit mariene organismen of producten van de land- en tuinbouw. Voorbeelden omvatten polysacchariden, zoals cellulose en zetmeel, maar ook eiwitten, zoals caseïne en wei. Wijd verspreid in deze categorie zijn papier en karton op basis van cellulose. Categorie 2 omvat de biopolyesters, die zijn gemaakt van bio-gebaseerd materiaal. Polymelkzuur is een goed gekend polyester; zijn bouwstenen zijn de melkzuur-monomeren. Melkzuur kan zeer eenvoudig verkregen worden door fermentatie; de best bekende methode is de omvorming van suikers of zetmeel in melkzuur door bacteriële fermentatie met een geoptimaliseerde stam van

Lactobacillus, een soort van de Gram-positieve bacteriën. In de derde categorie zitten de polymeren, die rechtstreeks worden aangemaakt door natuurlijke of genetisch gemodificeerde organismen; het zijn vaak poly-hydroxyalkanoaten, waarvan het poly-hydroxybutyraat het best bekend is. Dergelijke polymeren worden door verschillende soorten bacteriën aangemaakt; zij bouwen op die manier hun intracellulaire energie en koolstofreserves op.

De wereldwijde vooruitzichten voor biomassa- en bio-gebaseerde grondstoffen voor polymeren zijn aanzienlijk positiever dan deze voor grondstoffen op basis van petroleum. De uitgangspunten voor biokunststoffen zijn per definitie hernieuwbaar en hun aanbod is overvloedig. Biomassa betekent in eerste instantie gras, bomen en andere planten, maar ook organisch materiaal afkomstig van dieren, zoals vlees en andere weefsels, die ontbinden onder invloed van microbiële activiteit.

De wereldwijde beschikbaarheid en een steeds toenemende kennis deden de kunststofproducenten overstappen naar biopolymeren en hernieuwbare materialen. Nieuwe en innovatieve toepassingen spruiten als paddestoelen uit de grond.

De druk voor duurzamere verpakkingen neemt steeds toe. De steeds luider klinkende roep van mondige consumenten om biodegradeerbare verpakkingsmaterialen, het gunstig beleid van overheidsinstanties en de aanwezigheid van grote aantallen producenten en verwerkers in de regio zullen de groei stimuleren van de Europese biokunststoffenmarkt. European Bioplastics, de vereniging die de belangen van de bloeiende bioplastics-industrie in Europa vertegenwoordigt, verwelkomt het verband tussen de bio-economie en een verantwoord gebruik van niet-fossiele brandstof in verpakkingen, zoals aangegeven door Simona Bonafè in de herziene afvalwetgeving van de EU. European Bioplastics is eveneens erg gelukkig met de grote aandacht, die men in de hele industriële productiecycclus geeft aan het efficiënt gebruik van grondstoffen, gaande van bio-gebaseerde materialen en producten tot ophaling en recyclage van bioafval. Simona Bonafè is een lid van het Europees parlement en rapporteur van het parlementair comité voor milieu.

De toenemende acceptatie voor duurzame verpakkingen en groene producten zal in de komende jaren de bioplastics markt bepalen. Een wereldwijde bevraging bij de consument, die werd uitgevoerd om de voorkeur betreffende verpakkingen van voeding van de consumenten te toetsen [Nielsen 2008], toonde aan dat we verzet beginnen te merken tegen kunststoffen, die niet recycleerbaar zijn of die een chemische samenstelling hebben, die leidt tot besmetting of

degradatie van het milieu. Zo'n 90 percent van de consumenten, voor wie recycleerbare zakken en verpakkingen bepalend zijn bij hun winkelkeuze, verklaarden zich bereid een verpakkingsvoordeel te willen opgeven wanneer dat het milieu vooruithelpt. Dit is een niet-mis-te-verstane boodschap.

Biokunststoffen, een domein dat wint aan bekendheid! Kunststoffen vervangen door niet-kunststoffen alternatieven is meestal niet echt efficiënt. Dit is zo, omdat kunststoffen aanmaken uitzonderlijk weinig energie vergt en omdat ze lichter zijn dan de alternatieve materialen. Niet meer dan een 0.50 kg kunststof voldoet om 20 L vloeistof aan te leveren. Er is 0.75 kg aluminium, ~2 kg staal, of >10 kg glas nodig om dezelfde hoeveelheid te vervoeren. Dankzij kunststoffen haalt men meer producten in huis met minder verpakkingen!

Desalniettemin, maken we zo'n 45 verpakkingen per week open. Kunnen we meer met minder? Dit is geen overbodige vraag; recent verschenen er nogal wat onheilspellende berichten in kranten en andere media. We moeten de straat op om de rommel op te ruimen. Hoe zorgen we ervoor dat de "plastic soep" de wereldzeeën en de zeedieren niet bedreigen? De bestaande stortplaatsen zitten vol en de capaciteit van onze verbrandingsovens is vaak onvoldoende. Chemische substanties lekken weg uit de afval en vormen een bedreiging voor ons milieu en voor onze gezondheid.

Het momentum voor duurzame verpakkingen wordt groter. De consument vraagt steeds meer herbruikbare, recycleerbare en composteerbare verpakkingsmaterialen en voorwerpen. Wie duurzaam zegt, denkt meestal aan het modewoord "bio".

De maatregelen van overheid en industrie met betrekking tot de aankoop en tot het toepassen van duurzame en milieuvriendelijke producten bepalen de markt van de biokunststoffen. Tijdens de Top voor Duurzame Ontwikkeling van de Verenigde Naties op 25 september 2015, hebben de wereldleiders de Agenda voor Duurzame Ontwikkeling tot 2030 aangenomen. Deze omvat een set van 17 doelstellingen inzake duurzame ontwikkeling (Sustainable Development Goals, SDGs): die bouwt verder op de millenniumdoelstellingen voor ontwikkeling van 2000 en omvat een aantal aandachtspunten die betrekking hebben op sociale, ecologische en economische kwesties, die variëren van gendergelijkheid tot toegankelijke en betaalbare schone energie.

Het is de bedoeling van de SDGs onze samenleving te doen verschuiven naar een gedeelde en duurzame welvaart. Op het ogenblik dat het klimaat verstoord raakt, dat ecosystemen versneld

degraderen, dat ongelijkheden toenemen en dat er economische onzekerheid heerst, beschouwt men de bezorgdheid om het milieu, de economie en de samenleving als essentieel voor ieder land. Het definitieve draaiboek voor de 2030 SDGs bevat doelstellingen voor overheden, gemeenschappen en instellingen om internationale ontwikkeling te bevorderen. De Belgische overheid refereert naar deze SDGs in zijn beleidsnota Doc 54 1428/(2015/2016).

Hebben de 2030 SDGs enige invloed op het werk van verpakkingsprofessionals? Ja, antwoordt Rosemary Han [2015]; het is een nieuwe opportuniteit voor de verpakkingsindustrie om deel uit te maken van een wereldwijde oplossing. Verpakking speelt een cruciale rol, ze maakt ontwikkeling mogelijk. Om maar enkele voorbeelden te geven: ze zorgt ervoor dat voeding langer bewaart, ze maakt transport van bidons en vaten drinkwater naar waterarme gebieden mogelijk en ze helpt bij de verdeling van geneesmiddelen, zoals speciaal verpakte vaccins, om mensen te helpen gezonder te leven. Dit zijn de basisvereisten om ons leven op een productieve en kwaliteitsvolle manier verder te zetten. Verpakking is het instrument dat deze basisbehoeften beschermt. Aangezien verbeteringen en oplossingen voor verpakkingen kunnen leiden tot een betere wereld, dienen we ervoor op te zorgen dat verpakkingen niet verdwijnen in het luchtledige.

Meerderden hebben het moeilijk met een efficiënte infrastructuur voor afvalbeleid, met de bedoeling afval en verpakkingsmateriaal bij de consument op te halen. Daarom horen burgers en ook verenigingen hun verantwoordelijkheid op te nemen met betrekking tot productie en verwijdering van afval. In België volgt de Interregionale Verpakkingscommissie (IVC) de implementatie van de wetgeving voor de preventie en het beheer van verpakkingsafval op. IVC is een publieke instelling, die werd opgericht door de regionale Belgische regeringen met de bedoeling te komen tot een geharmoniseerd beheer van verpakkingsafval. In het Belgisch Staatsblad van 29 December 2008 werd er een samenwerkingsovereenkomst voor preventie en beheer van verpakkingsafval afgesproken tussen de Vlaamse, Waalse en Brusselse regio's.

Academia, bedrijven en verpakkingprofessionals zijn klaar om de leiding te nemen in duurzame ontwikkeling. Recente voorbeelden komen allicht bizar over, maar ze zijn wel veelbelovend. Hier enkele opmerkelijke “van afval naar waardevol” illustraties.

Kippenveren, een brandstof voor de plasticrevolutie (Chicken feathers may fuel the plastic revolution)? Dit was de ongewone titel van een bijzonder nieuwsbericht uitgebracht door meerdere nieuwsagentschappen in april 2014. En plots was er speciale aandacht voor één van

de meest overvloedige maar vrijwel steeds ongebruikte non-food eiwitten: de keratines, het hoofdbestanddeel van pluimen, nagels en hoorns van zoogdieren, vogels en reptielen. Volgens het onderzoeksteam, geleid door professor Y. Yang van de universiteit van Nebraska-Lincoln, zouden kippenveren wel eens de ruggegraat van de volgende plasticrevolutie kunnen zijn. Jin et al. [2011] suggereerden een entpolymerisatie van de veders voor thermoplastische toepassingen; zij kwamen tot de conclusie dat het veder-g-poly(methyl acrylaat) goede thermoplastische eigenschappen vertoonde en een aanzienlijk hogere elasticiteit dan het proteïne-isolaat van soja of de films van zetmeelacetaat. Mogelijk kan de studie ook helpen om de enorme hoeveelheden van veders evenals die van niet-degradeerbaar plastic te verminderen; een win-win-situatie!

Verpakkingsfilmen en coatings gemaakt uit de koppen en karkassen van schaaldieren (chitosan) en aangerijkt met astaxanthine dat werd geëxtraheerd uit de schaal van dezelfde dieren, kunnen een significante verbetering betekenen voor de bewaartijd van voeding omdat ze microbieel bederf vertragen [Arancibia et al. 2015]. Een vervanging vinden voor de synthetische verpakkingen van voeding is een kwestie van hoogdringendheid. Containers en verpakkingen voor voeding — nog steeds hoofdzakelijk uit synthetische polymeren vervaardigd — vertegenwoordigen een groot deel van de afvalstroom die onze stortplaatsen verstoppen, maar ook onze oceanen, waar plastic het leven in zee doodt. En, trouwens, de chemische bestanddelen uit kunststoffen kunnen opgenomen worden door vissen en nadien door de mens, die de vis consumeert. Het is dus een wonderlijk idee! Garnalen kweken voor menselijke consumptie en ze verpakken in materiaal dat voortaan wordt verkregen uit de verwijderde afval.

Het bijproduct van de mechanische extractie van avocado-olie [Santos et al. 2016] is een andere grondstof voor verpakkingsapplicaties. Het avocado-residu is bijzonder aantrekkelijk omdat het in hoofdzaak bestaat uit gehydrateerde en ontvette pulp en die is rijk aan eiwitten, vezels en olie. Verpakkingsfilms op basis van avocado vertonen in vergelijking met andere biofilms met een gelijkaardige samenstelling een excellente permeabiliteit voor waterdamp. De auteurs geloven dat het een alternatieve grondstof van hoge kwaliteit is voor de productie van biofilms voor de verpakking van voeding.

Referenties

Arancibia et al. [2015]. Chitosan coatings enriched with active shrimp waste for shrimp preservation, *Food Control* 54, 259

Han [2015]. Why the 2030 Sustainable Development Goals matter to packaging professionals, on Packaging Digest, <http://www.packagingdigest.com/sustainable-packaging>

Jin et al. [2011]. Graft Polymerization of Native Chicken Feathers for Thermoplastic Applications, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 5, 1729

Nielsen [2008]. *Packaging and the Environment*, a global Nielsen consumer report, pp. 12

Robertson [2006]. *Food Packaging, Principles and Practice*, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, US

Santos et al. [2016]. Biobased polymer films from avocado oil extraction residue: Production and characterization, *Journal of Applied Polymer Science* 133, 37, 43957

Les déchets, l'alternative par excellence pour le pétrole

Aujourd'hui les biopolymères reçoivent beaucoup d'attention. Comme on met davantage l'accent sur la durabilité, ainsi que sur le fait que les règles gouvernementales sont favorables à une politique d'achat verte, l'ensemble du marché des biopolymères connaîtra des opportunités importantes dans le secteur des produits de consommation et des emballages. On prévoit une croissance économique importante des applications durables dans le monde de l'emballage, tels les films biodégradables, les sacs compostables et beaucoup d'autres.

Technavio, une société de recherche technologique et de conseil avec des bureaux dans le monde entier, prédit un taux de croissance (compound annual growth rate, CAGR) de 29,3 % pour la période 2016 - 2020; en d'autres termes, en 2020 le marché des bioplastiques sera environ 3,6 fois plus grand qu'aujourd'hui. Le CAGR signifie le taux de croissance annuelle moyen d'un investissement sur une période déterminée de 1 an ou plus. Le rapport, Global Bioplastics Market 2016-2020 indique que 4 facteurs déterminent le marché de croissance global des bioplastiques [\[http://www.fastmr.com/prod/1194072_global_bioplastics_2016.aspx\]](http://www.fastmr.com/prod/1194072_global_bioplastics_2016.aspx):

1. l'augmentation des ressources organiques et renouvelables,
2. l'évolution des préférences des consommateurs pour l'emballage respectueux de l'environnement,
3. une importance croissante des bio polymères, et
4. l'introduction d'une politique d'achats verte.

Le marché des bioplastiques est fortement déterminé par l'émergence des matières premières biosourcées ou à base de biomasse. Les plastiques entièrement biosourcés sont divisés en 3 catégories principales [Robertson, 2006], suivant leurs différences en matières premières et en méthodes de production. Les polymères de catégorie 1 sont directement extraits d'organismes marins ou des produits de l'agriculture et de l'horticulture. Citons les polysaccharides comme la cellulose et l'amidon, mais aussi les protéines comme la caséine et le lactosérum. Très utilisés dans cette catégorie sont le papier et le carton, des matériaux à base de cellulose. La catégorie 2 comprend les biopolyesters, qui sont faits de matériaux biosourcés. Le polyacide lactique est un polyester bien connu; ses constituants sont les monomères de l'acide lactique. L'acide lactique peut très facilement être obtenu par fermentation; la méthode la plus connue est la transformation des sucres ou de l'amidon en acide lactique par

fermentation bactérienne avec une souche optimisée de *Lactobacillus*, une des espèces de bactéries à Gram positif. Dans la troisième catégorie on trouve les polymères, qui sont directement créés par des organismes naturels ou génétiquement modifiés ; se sont souvent des polyhydroxyalkanoates, dont le polyhydroxybutyrate est le plus connu. Ces polymères sont créés par différents types de bactéries, qui construisent ainsi leur énergie intracellulaire et leurs réserves de carbone.

Les perspectives mondiales pour les matières premières bio et biosourcées pour polymères sont nettement plus positives que celles pour les matières premières à base de pétrole. Les produits de départ pour les bioplastiques sont, par définition, renouvelables et leur approvisionnement est abondant. En première instance, la biomasse comprends l'herbe, des arbres et d'autres plantes, mais aussi les matières organiques d'origine animale, tels que la viande et d'autres tissus qui se décomposent par l'activité microbienne.

La disponibilité dans le monde entier et une connaissance sans cesse croissante ont changé la tendance des fabricants de plastique vers les biopolymères et les matières renouvelables. Les applications nouvelles et innovantes poussent comme des champignons.

La pression pour l'emballage plus durable augmente. Un appel toujours plus fort pour les matériaux d'emballage biodégradables des consommateurs engagés, la politique favorable des pouvoirs publics, ainsi que la présence d'un grand nombre de producteurs et transformateurs dans la région encourageront la croissance du marché européen des bioplastiques. European Bioplastics, l'association qui représente les intérêts de l'industrie florissante des bioplastiques en Europe, accueille d'un œil favorable le lien entre la bio-économie et une utilisation responsable de combustibles non fossiles dans la production d'emballages, comme indiqué par Simona Bonafè dans la législation des déchets révisée de l'UE. European Bioplastics est également très heureux de la grande attention portée à l'utilisation efficace des matières premières dans le cycle de production industrielle ensemble. Il s'agit tant des produits et matériaux d'origine biologique que de la collecte et du recyclage des déchets biologiques. Simona Bonafè est membre du Parlement européen et rapporteur du comité parlementaire Environnement.

L'acceptation croissante d'emballages écologiques et de produits verts déterminera le marché des bioplastiques dans les années à venir. Une enquête mondiale auprès des consommateurs, conduite pour vérifier les préférences des consommateurs en ce qui concerne les emballages

pour aliments [Nielsen 2008], a démontré qu'on remarque une certaine résistance aux plastiques, non-recyclables ou dont la composition chimique conduit à la contamination ou la dégradation de l'environnement. Presque 90 % des consommateurs, qui prétendent que les sacs et emballages recyclables déterminent leur choix d'achat, sont prêts à abandonner un avantage d'emballage quand ceci contribue à l'environnement. Voilà un message qui ne peut pas être mal compris.

Les bioplastiques, un domaine qui gagne en célébrité! Remplacer les plastiques par ses alternatives non-plastiques n'est généralement pas efficace. C'est le cas, parce que pour la production des plastiques les besoins en énergie sont exceptionnellement faibles et en plus les plastiques sont plus légers que les autres matériaux. Pas plus que 0,50 kg de plastique suffit pour emballer 20 L de liquide. Pour transporter la même quantité il nous faut 0,75 kg d'aluminium, ou ~2 kg d'acier, ou >10 kg de verre. Les plastiques nous ramènent plus de produits avec moins d'emballage!

Néanmoins, nous ouvrons à peu près 45 emballages par semaine. Pouvons-nous faire mieux avec moins? Ce n'est pas une question redondante; récemment, certains messages inquiétants apparaissaient dans les journaux et autres médias. Nous devons aller dans la rue et nettoyer le gâchis. Comment s'assurer que la « soupe plastique » ne menace pas nos océans et les organismes marins? Les décharges existantes sont pleines et la capacité de nos incinérateurs est souvent insuffisante. Des substances chimiques fuient des déchets et menacent notre environnement et notre santé.

L'élan pour l'emballage écologique s'accroît. Le consommateur exige de plus en plus des matériaux d'emballages et d'objets réutilisables, recyclables et compostables. Qui dit durable pense généralement à l'expression à la mode "bio".

Les mesures du gouvernement et de l'industrie, concernant l'achat et l'application de produits durables et respectueux de l'environnement, déterminent le marché des bioplastiques. Lors du sommet sur le développement durable des Nations Unies le 25 septembre 2015, les leaders mondiaux ont adopté l'ordre du jour pour le développement durable jusqu'en 2030. Il inclut un ensemble de 17 objectifs de développement durable (Sustainable Development Goals, SDGs): il s'appuie sur les Millenium Development Goals de 2000 et comprend plusieurs questions relatives aux enjeux sociaux, environnementaux et économiques, allant de l'égalité des sexes à l'énergie propre, accessible et abordable.

C'est l'intention des SDGs de faire passer notre société à une prospérité partagée et durable. À un moment de dérèglement climatique et de dégradations rapides des écosystèmes, d'inégalités croissantes et d'incertitude économique, on considère une réconciliation des soucis environnementaux, économiques et sociétaux comme essentielle pour n'importe quel pays. La feuille de route définitive pour les SDGs 2030 contient des objectifs, tant pour les gouvernements, que pour les communautés et les institutions, pour poursuivre le développement international. Le gouvernement belge réfère aux SDGs dans sa politique Doc 54 1428/(2015/2016).

Les SDGs 2030 ont-ils une influence sur le travail des professionnels de l'emballage ? Oui, répondit Rosemary Han [2015]; c'est une nouvelle opportunité pour l'industrie de l'emballage de faire partie d'une solution globale. L'emballage joue un rôle crucial, il rend le développement possible. Pour ne citer que quelques exemples: il assure une conservation longue de l'alimentation, il permet le transport de bidons et de futs d'eau potable à des zones pauvres en eau, et il aide à la distribution de médicaments, qui nécessitent un emballage spécial, pour aider les gens à vivre une vie plus saine. Ce sont les exigences de base pour poursuivre nos vies de manière productive et de qualitative. L'emballage est l'outil qui protège ces besoins de base. Quand les améliorations et les solutions pour l'emballage peuvent conduire à un monde meilleur, il faut s'assurer que les emballages ne disparaissent pas dans le vide.

Beaucoup ont du mal à installer une infrastructure efficace pour la collecte des déchets de matériaux d'emballage chez le consommateur. C'est la raison pour laquelle les citoyens et aussi les associations doivent prendre leur responsabilité en ce qui concerne la production et l'élimination des déchets. En Belgique la Commission Interrégionale de l'Emballage (CIE) suit la mise en œuvre de la législation pour la prévention et la gestion des déchets d'emballages. La CIE est une institution publique, qui a été fondée par les gouvernements régionaux belges avec l'intention de parvenir à une gestion harmonisée des déchets d'emballages. Dans le Moniteur belge du 29 décembre 2008, un accord de coopération pour la prévention et la gestion des déchets d'emballage des régions flamande, wallonne et bruxelloise a été publié.

Le monde académique, les entreprises et les professionnels de l'emballage sont prêts à prendre le devant dans le développement durable. Des exemples récents vous paraissent probablement bizarres, mais ils sont prometteurs. Voici quelques illustrations remarquables de "déchets à grande valeur".

Les plumes de poules, un combustible pour la révolution plastique (Chicken feathers may fuel the plastic revolution) ? C'était le titre frappant d'une communication de presse spéciale de plusieurs agences de presse en avril 2014. Et tout à coup, il y avait une attention particulière pour une des protéines non-alimentaires, très abondante, mais non-utilisée: les kératines, les composants principaux de plumes, d'ongles et de cornes des mammifères, oiseaux et reptiles. Selon l'équipe de recherche dirigée par le professeur Y. Yang de l'Université de Nebraska-Lincoln, les plumes de poules seraient l'épine dorsale de la révolution plastique suivante. Jin et al., [2011] ont suggéré une polymérisation par greffage pour des applications thermoplastiques; ils ont conclu que la plume-g-poly(acrylate de méthyle) a démontré de bonnes propriétés thermoplastiques et une élasticité significativement plus élevée que l'isolat de protéine de soya ou les films d'acétate d'amidon. L'étude pourrait aider à diminuer l'énorme quantité de plumes ainsi que celle de plastique non-dégradable, une situation win-win!

Des film d'emballage et des revêtements, fabriqués à partir de têtes et de carcasses de crustacés (chitosan) et enrichie en astaxanthine extraite des coquilles de ces mêmes animaux, peuvent contribuer à une amélioration significative de la durée de conservation des aliments, car ils ralentissent la dégradation microbienne [Arancibia et al., 2015]. Trouver une alternative pour l'emballage synthétique de nos aliments est une question d'urgence. Les récipients et emballages pour aliments — la majorité étant toujours fabriquée à partir de polymères synthétiques — représentent une grande partie des déchets qui encombrant nos sites d'enfouissement, mais aussi nos océans, où le plastique tue les animaux marins. Et, en outre, les constituants chimiques des plastiques peuvent être absorbés par les poissons et ensuite par l'homme, qui consomme le poisson. C'est donc une excellente idée! Cultiver des crevettes pour la consommation humaine et à partir de maintenant les emballer dans un matériau obtenu des déchets.

Le sous-produit de l'extraction mécanique de l'huile d'avocat [Santos et al., 2016] est une autre matière première pour les applications d'emballage. Le résidu de l'avocat est particulièrement intéressant car il se compose principalement de pulpe hydratée et dégraissée, riche en protéines, en fibres et en huile. Des films d'emballage à base d'avocat montrent par rapport aux autres films biologiques avec une composition similaire, une excellente perméabilité à la vapeur d'eau. Les auteurs croient que c'est une matière première alternative de haute qualité pour la production de biofilms, destinés à emballer des aliments.

Références

Arancibia et al. [2015]. Chitosan coatings enriched with active shrimp waste for shrimp preservation, *Food Control* 54, 259

Han [2015]. Why the 2030 Sustainable Development Goals matter to packaging professionals, on Packaging Digest, <http://www.packagingdigest.com/sustainable-packaging>

Jin et al. [2011]. Graft Polymerization of Native Chicken Feathers for Thermoplastic Applications, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 5, 1729

Nielsen [2008]. *Packaging and the Environment*, a global Nielsen consumer report, pp. 12

Robertson [2006]. *Food Packaging, Principles and Practice*, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, US

Santos et al. [2016]. Biobased polymer films from avocado oil extraction residue: Production and characterization, *Journal of Applied Polymer Science* 133, 37, 43957