

## **Edible coatings, we're so used to seeing them that we often don't realise how demanding appropriate manufacture is**

**In China, the use of wax coatings for fruit dates back to the 12<sup>th</sup> century.** They were originally used to delay dehydration of citrus fruits and to create a shiny fruit surface for aesthetic purposes. These practices were accepted long before the underlying chemistries were understood. Today, films and coatings applied to the surfaces of fruits and vegetables are commonly called “waxes”, whether or not any component thereof is actually a wax<sup>1</sup>. It is entirely common to wax fruits and vegetables that are often purchased by most of the families: for example, apples, pears, avocados, citrus, cucumbers, eggplants, peaches, sweet peppers, and tomatoes [Pavlats & Orts 2009].

Mostly, the terms film and coating are used interchangeably to indicate that the surface of a food is covered by a very thin layer of material. However, a film is occasionally differentiated from a coating by the notion that it is a stand-alone wrapping material, whereas a coating is applied and formed directly on the food surface.

**The main components of our everyday foods — proteins, carbohydrates and lipids — can fulfill the necessary requirements for the preparation of edible coatings.** As a general rule, fats are used to reduce water transmission; polysaccharides to control oxygen (O<sub>2</sub>) and other gas transmissions; and protein films to provide mechanical stability. These materials can be utilized individually or as mixed composite blends to form films and coatings, provided that they do not adversely alter the food's flavor. Their major objective is to ensure that the generated films and coatings procure the physical and chemical properties that are required to maintain the gas and liquid transmission rates of their native systems.

Many physical and chemical food processes such as sterilization, high pressure and radiation treatments, additive applications, and... were developed to steady and preserve the food. In the ultimate step of the preservation process a performant packaging is necessary. The performance of any packaging material is assessed by its efficiency to reduce mass transfer between the packaging material and the packed food (migration and permeability phenomena). Nowadays the progress in packaging material development has brought about a significant reduction in chemical transfers. However, the suitability of polymeric packagings is not yet universal and the combination of traditional and edible packagings was long suggested to increase the food quality preservation [Debeaufort et al. 1998].

Edible films and coatings generally consist of emulsions made of waxes and oil in water that are spread on fruit surfaces to improve their appearance, to incorporate additives such as fungicides, bactericides, nutrients, antibrowning agents, texture enhancers, and..., and to better control the ripening of the fruit as well as to retard water loss.

---

<sup>1</sup> Waxes are organic compounds that characteristically consist of long alkyl chains; they may include various functional groups such as fatty acids, primary and secondary long chain alcohols, unsaturated bonds, aromatics, amides, ketones, and aldehydes [Wikipedia].

**Not all coatings will work well on a specific commodity nor will all commodities have the same needs.** A proper understanding of the functional properties of edible coatings and a comprehensive knowledge of the fruit characteristics are, therefore, required in order to obtain a final product with longer shelf-life and good quality during storage. Olivas et al. [2008] published a very interesting review on the use of different edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables. Their findings are still applicable in spite of the fact that several of the oldest data used in their study were obtained in the beginning of the 1990s.

Apples have long been suggested as a potential beneficiary of edible coatings, as witnessed by the high number of scientific publications available on this topic. A considerable number of commercial coatings for apples may be found on the market; many of them focus on reducing weight loss and improving appearance [Olivas et al. 2008 and references herein]. Several studies also demonstrate the usefulness of edible films and coatings for minimally processed fruits.

Some examples of achievements are presented here; it is not and does not purport to be an exhaustive list, however. Beeswax and carnauba wax<sup>2</sup> are examples of coatings that can be effectively spread on apple skin while water-based chitosan<sup>3</sup> coatings are not a good option to coat whole apples unless an emulsifier is added to the coating composition [Choi et al. 2002]. Coatings composed of vegetable oil, parafilm, locust bean gum<sup>4</sup> and maltodextrin, and arabic gum<sup>5</sup> have shown the ability to decrease the respiration rate of whole Golden Delicious apples. Shellac<sup>6</sup> coatings are a good option for Golden Delicious apples too, but may cause anaerobiosis on Braeburn and Granny Smith apples [Bai et al. 2003]. Apples may also be coated with starch solutions which provide them with a high initial gloss that is however lost during storage. Firmness of starch-coated apples presented similar values to those of shellac-coated apples; internal O<sub>2</sub> and carbon dioxide concentrations were also similar in apples coated with these two formulations [Bai et al. 2002]. Zein coatings — zein is the major storage protein of corn — were shown to effectively decrease the respiration rate and delay weight loss in apples during storage [Park et al. 1996], whereas caseinate acetylated monoglyceride coatings have been shown to cause null modification of the respiration rate, ethylene production and water loss of Red Delicious apples [Avena-Bustillos et al. 1997].

**The market for edible films and coatings experienced remarkable growth, and this growth is expected to continue.** The impact of sustainability programs (with emphasis on the search for innovations in the areas of the circular economy and renewable energy), carbon foot printing and heightened interest on the use of renewable resources further propelled and will continue

---

<sup>2</sup> Carnauba is known as the “queen of waxes” and in its pure state, usually comes in the form of hard yellow-brown flakes. It is obtained from the leaves of the Brazilian carnauba palm by collecting and drying them, beating them to loosen the wax, then refining and bleaching the wax [Wikipedia]

<sup>3</sup> Chitosan is the most important derivative of chitin, a natural polymer obtained from marine crustaceans, shrimp and crabs [Rinaudo 2006]

<sup>4</sup> Locust bean gum is a vegetable gum extracted from the seeds of the carob tree, mostly found in the Mediterranean region [Wikipedia]

<sup>5</sup> Gum arabic, also known as acacia gum, is a natural gum consisting of the hardened sap of various species of the acacia tree [Wikipedia]

<sup>6</sup> Shellac is a coating or glaze derived from the hardened, resinous material secreted by the lac insect, much like honey from a bee [<http://www.vrg.org/blog/2010/11/30/q-a-on-shellac/> - The Vegetarian Resource Group Blog]

to propel the growth and interests on edible films and coatings. In addition, edible films and coatings can add value to agricultural and food industry by-products. Traditionally, edible coatings have been used to reduce water loss, but recent developments of formulated edible coatings with a wider range of permeability characteristics has significantly extended the potential for fresh produce application.

The coating's effectiveness to limit respiration and dehydration of processed products depends on the gas and water vapour barrier properties of the film. The permeability of hydrophilic films can be affected by factors such as the hydrophilic–hydrophobic nature of both the polymeric matrix and the added components as well as by the matrix's morphology, thickness and homogeneity. Khwaldia et al. [2004] e.g. noted that addition of lipids to hydrophilic protein-based films by forming a stable emulsion or by laminating the film with a lipid layer, greatly improves its water vapor barrier properties.

**Without significant progress in analytical technologies, the levels of innovations in the areas of the circular economy and renewable energy would remain unsatisfactory.** The optimization of analytical procedures has now been carried out by using a multivariate statistic technique, amongst which response surface methodology (RSM) is the most popular. RSM is a collection of mathematical and statistical techniques for empirical model building [Nandane et al. 2017]. By careful design of experiments, the objective is to optimize a response (output variable), which is influenced by several independent variables (input variables). The advantages of using RSM are reported to be reduction in the number of experimental runs to evaluate multiple variables and the ability of the statistical tool to identify interactions.

RSM has been used earlier to study properties of edible films [Nandane and Jain 2014; Nandane et al. 2017 and references herein]. Zahid et al. [2011] employed RSM to search the best conditions of applying an edible coating emulsion on guava surface with a dipping technique. Malmiri et al. [2011] used RSM to optimize concentrations of chitosan and glycerol for coating Berangan bananas.

Babughosha pears (*Pyrus communis* L.) are climacteric fruits with high production of ethylene (very fast ripening). This characteristic limits the transportation and marketing of the fruits from fields to distant markets. Hence, there is an urgent need to develop appropriate post harvest technologies for the preservation of the pears.



A second-order polynomial model for coated Babughoshas was generated from statistically designed laboratory experiments using RSM [Nandane et al. 2017]. Concentrations of soy

protein isolate (SPI)<sup>7</sup>, hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)<sup>8</sup>, olive oil and potassium sorbate<sup>9</sup> were the independent variables, whereas weight loss (%), total soluble solids (TSS), pH and titrable acidity were response variables. Use of olive oil helped to reduce the weight loss in pear fruit, whereas all other parameters were mainly effected by HPMC and SPI concentrations. According to this study SPI 5%, HPMC 0.40%, olive oil 1% and potassium sorbate 0.22% appeared to be the optimum coating formulation for improving the postharvest quality of pear fruit. Thus, RSM could be effectively used to optimize edible coating formulations leading to overall enhancement of quality and shelf-life of pear fruit.

Embuscado & Huber [2009] wrote in the preface of their book *Edible Films and Coatings for Food Applications: ... This growth is expected to continue. Accompanying this growth is a vast amount of knowledge on edible films and coatings acquired through research and product development work as well as advances in material science and processing technology...* They were right! And in the wake of numerous major improvements, we also witness the emerging of better, and faster analytical methodologies and mathematical models.

## References

- Avena-Bustillos et al. [1997]. Water vapor resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films, *Journal of Food Science* 62, 2, 351 – 354
- Bai et al. [2002]. Alternatives to shellac coatings provide comparable gloss, internal gas modification, and quality for "Delicious" apple fruit, *HortScience* 37, 3, 559 - 563
- Bai et al. [2003]. Coating selection for 'Delicious' and other apples, *Postharvest Biology and Technology* 28, 381 - 390
- Choi et al. [2002]. Wettability of Chitosan Coating Solution on 'Fuji' Apple Skin, *Journal of Food Science* 67, 7, 2668 - 2672
- Debeaufort et al. [1998]. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review, *Critical reviews in Food Science* 38, 4, 299 – 313
- Embuscado & Huber [2009]. *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer
- Khwaldia et al. [2004]. Milk proteins for edible films and coatings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44, 4, 239 – 251

---

<sup>7</sup> A protein that is isolated from soybean. It is made from soybean meal that has been dehulled and defatted. Soy protein isolate has been used for almost 60 years in foods for its functional properties [Wikipedia].

<sup>8</sup> As a food additive, hydroxypropyl methylcellulose is an emulsifier, thickening and suspending agent, and an alternative to animal gelatin; its Codex Alimentarius code (E number) is E464.

<sup>9</sup> Potassium sorbate is used to inhibit molds and yeasts in many foods [Wikipedia].

Malmiri et al. [2011]. Development of an edible coating based on chitosan-glycerol to delay 'Berangan' banana (*Musa sapientum* cv. Berangan) ripening process. *International Food Research Journal* 18, 3, 989 - 997

Nandane and Jain [2014]. Study of mechanical properties of soy protein based edible film as affected by its composition and process parameters by using RSM. *Journal of Food Science and Technology* 52, 6, 3645 – 3650

Nandane et al. [2017]. Optimization of edible coating formulations for improving postharvest quality and shelf life of pear fruit using response surface methodology, *Journal of Food Science and Technology* 54, 1, 1 – 8

Olivas et al. [2008]. Use of edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables during storage, *Stewart Postharvest Review* 3, 6, doi: 10.2212/spr.2008.3.6

Pavlats & Orts [2009]. Edible Films and Coatings: Why, What and How? in Embuscado & Huber (eds.) *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer

Park et al. [1196]. Edible coating effects on respiration rate and storage life of "Fuji" apples and "Shingo" pears", *Food Science and Biotechnology* 5, 1, 59 - 63

Rinaudo [2006]. Chitin and chitosan: Properties and applications, *Progress in Polymer Science* 31, 7, 603 – 632

Zahid et al. [2011]. Optimization of process conditions for the application of edible coating emulsion on guava (*Psidium guajava*) using response surface methodology, *Proceedings of International Conference on Biotechnology and Food Science*, 61 – 65

\*\*\*\*\*

## **Eetbare coatings, we zijn zo gewend om ze te zien dat we ons vaak niet realiseren hoe veeleisend de geschikte productie ervan is**

**In China was het gebruik van wascoatings reeds gekend in de 12<sup>e</sup> eeuw.** Oorspronkelijk dienden de coatings om de dehydratatie van citrusvruchten te vertragen en om de vruchten, omwille van esthetische redenen, een glanzend oppervlak te bezorgen. Deze praktijk was reeds lang aanvaard vooraleer de onderliggende chemie ervan bekend was. Vandaag wordt de film of de coating, die op de oppervlakken van groenten en fruit wordt aangebracht, meestal "een was" genoemd, of het nu in werkelijkheid een was<sup>10</sup> betreft of niet. Het is heel gewoon een was aan te brengen op de groenten en vruchten, die door de meeste gezinnen worden gekocht: bij voorbeeld, appels, peren, avocado's, citrusvruchten, komkommers, aubergines, perziken, pepers en tomaten [Pavlats & Orts 2009].

Meestal worden de termen film en coating door elkaar gebruikt om aan te geven dat het voedingsproduct is bedekt met een dun materiaal laagje. Nochtans is er een verschil tussen beide. Een film is een stand-alone verpakkingsmateriaal, terwijl een coating direct op het oppervlak van de voeding wordt gevormd.

**De basiscomponenten van onze dagelijkse voeding — eiwitten, suikers en vetten — kunnen voldoen aan de essentiële vereisten voor de bereiding van eetbare coatings.** Als een algemene regel geldt dat vetten de watertransmissie beperken, dat suikers de transfer van zuurstof (O<sub>2</sub>) en andere gassen kunnen controleren en dat eiwitten zorgen voor mechanische stabiliteit. Men kan deze materialen afzonderlijk of als composietmengsels voor films en coatings gebruiken, op voorwaarde dat ze het aroma niet wijzigen. De geproduceerde films en coatings dienen vooral om de fysische en chemische eigenschappen, die noodzakelijk zijn om de gas- en vloeistoftransfersnelheden van het oorspronkelijk product, te garanderen.

Heel wat fysische en chemische processen voor de behandeling van voeding zoals sterilisatie, behandelingen met hoge druk en bestralingen, toevoeging van additieven, en... werden ontwikkeld om voeding te kunnen stabiliseren en bewaren. De finale stap in het bewaarproces is een performante verpakking. Overigens wordt de performantie van een verpakking beoordeeld aan de hand van zijn efficiëntie om massaoverdracht tussen het verpakkingsmateriaal en het verpakt voedsel te beperken (migratie- en permeatieverschijnselen). En hierin werd aanzienlijke vooruitgang geboekt. Toch is de geschiktheid van kunststoffen verpakkingen nog niet algemeen en de combinatie van traditionele en eetbare verpakkingen werd gesuggereerd om de kwaliteit van de voeding beter te bewaren [Debeaufort et al. 1998].

Eetbare films en coatings bestaan uit emulsies van wassen en oliën in water, die men aanbrengt op fruitoppervlakken om de uiterlijke kenmerken ervan te verbeteren, om additieven zoals

---

<sup>10</sup> Wassen zijn organische stoffen, die worden gekenmerkt door lange alkylketens. Hierin vindt men meerdere functionele groepen terug, zoals vetzuren, primaire en secundaire alcoholen met lange ketens, onverzadigde bindingen, aromatische verbindingen, amides, ketonen en aldehydes [Wikipedia].

fungiciden, bactericiden, nutriënten, middelen tegen bruinkleuring, textuurverbeteraars en... te incorporeren, evenals om het rijpingsproces beter te kunnen controleren en het verlies aan water tegen te gaan.

**Niet alle coatings zijn zonder meer geschikt voor om 't even welke koopwaar en de koopwaar stelt niet altijd dezelfde eisen.** Een goed begrip van de functionele eigenschappen van eetbare coatings en een uitgebreide kennis van de kenmerken van het fruit zijn daarom vereist om eindproducten te verkrijgen met langere bewaarperiodes en een goede kwaliteit tijdens de bewaring. Olivas et al. [2008] publiceerden een zeer interessant overzichtsartikel over het gebruik van eetbare coatings voor de kwaliteitsbewaking van fruit en groenten. Hun bevindingen zijn nog steeds van toepassing ondanks het feit dat de oudste gegevens van hun studie dateren van het begin van de jaren 90.

Appels werden al lang beschreven als mogelijke begunstigen van eetbare coatings; dit blijkt uit het groot aantal wetenschappelijke publicaties in dit domein. Het aantal commerciële coatings voor appels op de markt is aanzienlijk; meestal worden ze aangebracht om verlies van water tegen te gaan en hun uitzicht te verbeteren [Olivas et al. 2008 en referenties hierin]. En meerdere studies geven ook het nut van eetbare films en coatings voor lichtjes verwerkte vruchten aan.

Hierna worden enkele voorbeelden van realisaties voorgesteld; het is geen exhaustieve opsomming en wil dat ook niet zijn. Bijenwas en carnaubawas<sup>11</sup> zijn illustraties van nuttige coatings voor de schil van appels, maar chitosan<sup>12</sup> is dat veel minder tenzij men een emulsifier toevoegt aan de formule [Choi et al. 2002]. Coatings van plantaardige olie, parafilm, Johannesbroodpitmeel<sup>13</sup> en maltodextrine, en arabische gom<sup>14</sup> hebben aangetoond dat het mogelijk is de ademhalingsnelheid van hele Golden Delicious appels te verminderen. Shellac<sup>15</sup> coatings zijn eveneens een goede optie voor Golden Delicious, maar veroorzaken soms anaerobiose op Braeburn en Granny Smith [Bai et al. 2003]. Men kan appels ook coaten met zetmeeloplossingen, die geven hen aanvankelijk een grote glans, maar de glans verdwijnt tijdens de opslag. De stevigheid van appels met een zetmeelcoating is ongeveer gelijk aan deze van appels met een shellac-coating, net zoals de inwendige concentraties aan O<sub>2</sub> en koolstofdioxide van de appels met deze twee coatings [Bai et al. 2002]. Zeïne-coatings — zeïne is het belangrijkste eiwit van mais — bleken effectief de ademhalingsnelheid te reduceren en het

---

<sup>11</sup> Carnaubawas staat bekend als de "koningin van de wassen"; in zuivere toestand is de was meestal in de vorm van harde geel-bruine vlokken. Hij wordt verkregen uit de bladeren van de Braziliaanse carnaubapalm; de bladeren worden verzameld, gedroogd en geklopt om de was vrij te maken en die wordt nadien opgezuiverd en gebleekt [Wikipedia]

<sup>12</sup> Chitosan is het belangrijkste derivaat van chitine, een natuurlijke kunststof die bekomen wordt van schaaldieren uit de zee, garnalen en krabben [Rinaudo 2006]

<sup>13</sup> Johannesbroodpitmeel is een wit tot geelwit, haast reukloos poeder dat wordt verkregen door het malen van kiemende zaden van de johannesbroodboom [Wikipedia]

<sup>14</sup> Arabische gom, of acacia gom, is een natuurlijke gom uit het verharde sap van verschillende soorten van de acacia [Wikipedia]

<sup>15</sup> Shellac is een coating of glans bereid uit een verhard, harsachtig materiaal dat wordt afgescheiden door schildluizen, een beetje zoals honing door bijen [<http://www.vrg.org/blog/2010/11/30/q-a-on-shellac/> - The Vegetarian Resource Group Blog]

gewichtsverlies van de appels tijdens de bewaring te vertragen [Park et al. 1996]; coatings van geacyleerde monoglyceride van caseïnaat bewerkstelligden evenwel geen wijziging van de ademhalingsnelheid noch van het verlies aan water bij de rode Delicious appels [Avena-Bustillos et al. 1997].

**De markt voor eetbare films en coatings kende een opvallende groei en wordt verwacht dat die groei nog zal toenemen.** De impact van duurzaamheidsprogramma's (met de nadruk op de zoektocht naar nieuwigheden op het vlak van circulaire economie en hernieuwbare energie), van de bepalingen van de koolstofvoetafdruk en van de verhoogde interesse voor het gebruik van hernieuwbare grondstoffen heeft de groei en het belang van eetbare films en coatings voortgestuwd en zal dat blijven doen in de toekomst. Daarenboven betekenen eetbare films en coatings een meerwaarde voor de bijproducten van de landbouw en de voedingsindustrie. Traditioneel, werden eetbare coatings aangewend om het verlies aan water te beperken, maar de recente ontwikkelingen van eetbare coatings met een breder gamma aan permeabiliteitskenmerken heeft de mogelijkheid voor toepassing op verse producten enorm doen toenemen.

De efficiëntie van de coatings om ademhaling en dehydratie van bewerkte producten te beperken hangt af van de gas- en waterdoorlaatbaarheid van de coating. De permeabiliteit van een hydrofiel afdeklaagje kan beïnvloed worden door factoren zoals hydrofiele-hydrofobe eigenschappen van zowel de kunststofmatrix en de toegevoegde componenten als van de morfologie van de matrix, de dikte en de homogeniteit. Khwaldia et al. [2004] merkten b.v. op dat een toevoeging van lipiden aan hydrofiele eiwit-gebaseerde films de waterdampbarrière sterk verbetert ten gevolge van de vorming van een stabiele emulsie of door de film te lamineren met een lipidelaag.

**Zonder een significante vooruitgang van de analytische technologieën zou het niveau van de innovaties op het vlak van de circulaire economie en hernieuwbare energie onbeduidend blijven.** De optimalisatie van de analytische procedures werd verwezenlijkt door gebruik te maken van een multivariate statistische techniek. De methode van de responsoppervlakken (response surface methodology, RSM) is hiervan één van de meest populaire. Het betreft een verzameling van mathematische en statistische technieken voor de constructie van een empirisch model [Nandane et al. 2017]. Het is de bedoeling door een zorgvuldig ontworpen reeks van proeven de respons (de output) te optimaliseren door middel van verschillende onafhankelijke variabelen (de input variabelen). Men zegt dat RSM enerzijds het voordeel biedt het aantal noodzakelijke experimenten te beperken en, anderzijds, de interacties van variabelen te identificeren.

RSM werd reeds eerder gebruikt voor de studie van eetbare coatings [Nandane and Jain 2014; Nandane et al. 2017 en referenties hierin]. Zahid et al. [2011] pasten RSM toe om te komen tot optimale condities voor de toepassing van eetbare coatings op het oppervlak van guava's.



Malmiri et al. [2011] maakten gebruik van RSM om de gehalten van chitosan en glycerol in een coating voor Berangan bananen te optimaliseren.

Babughosha (*Pyrus communis* L.) peren zijn climacterische vruchten die veel ethyleen aanmaken (een snelle rijping). Hierdoor kan het transport en de verkoop ervan enkel in de dichte nabijheid van de boomgaarden. Men heeft dus behoefte aan geschikte post-harvest technologieën voor de bewaring van deze perensoort.



Nandane et al. [2017] ontwikkelden met RSM een tweedegraads polynomiaal model voor Babughoshas met een coating op basis van statistisch bepaalde laboratoriumproeven. De concentraties van sojaproteïne (soy protein isolate, SPI)<sup>16</sup>, hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)<sup>17</sup>, olijfolie en kaliumsorbaat<sup>18</sup> waren de onafhankelijk veranderlijken; gewichtsverlies (%), het totaal aan oplosbare vaste stoffen (total soluble solids, TSS), pH en titreerbare zuurtegraad waren de responvariabelen. De toepassing van olijfolie hielp om het gewichtverlies van de peren te beperken en alle andere parameters hingen voornamelijk af van de gehalten aan HPMC en SPI. Uit de studie blijkt dat 5 % SPI, 0.40 % HPMC, 1 % olijfolie en 0.22 % kaliumsorbaat de optimale samenstelling is voor de bewaring van de kwaliteit van de peren na de oogst. RSM kan dus wel degelijk de formulering van eetbare coatings optimaliseren en dat leidt tot een langere bewaartijd voor de peren.

Embuscado & Huber [2009] schreven in het voorwoord van hun boek *Edible Films and Coatings for Food Applications* het volgende: ... *This growth is expected to continue. Accompanying this growth is a vast amount of knowledge on edible films and coatings acquired through research and product development work as well as advances in material science and processing technology...* Ze hadden het bij het rechte eind! En in het zog van de vele belangrijke verbeteringen, zijn er nu ook de betere en snellere methoden en mathematische modellen.

## Referenties

Avena-Bustillos et al. [1997]. Water vapor resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films, *Journal of Food Science* 62, 2, 351 – 354

Bai et al. [2002]. Alternatives to shellac coatings provide comparable gloss, internal gas modification, and quality for "Delicious" apple fruit, *HortScience* 37, 3, 559 - 563

---

<sup>16</sup> Een proteïne dat geïsoleerd wordt uit soja. Het wordt verkregen uit geschilde en ontvette soja en het wordt al ongeveer 60 jaar gebruikt in voeding omwille van zijn functionele eigenschappen [Wikipedia].

<sup>17</sup> Het voedingsadditief, hydroxypropyl methylcellulose is een emulgator, verdikkings- en suspensiemiddel, en een alternatief voor dierlijke gelatine; zijn Codex Alimentarius code (E nummer) is E464.

<sup>18</sup> Kaliumsorbaat wordt gebruikt tegen schimmels en gisten in heel wat voedingsproducten [Wikipedia].

- Bai et al. [2003]. Coating selection for 'Delicious' and other apples, *Postharvest Biology and Technology* 28, 381 - 390
- Choi et al. [2002]. Wettability of Chitosan Coating Solution on 'Fuji' Apple Skin, *Journal of Food Science* 67, 7, 2668 - 2672
- Debeaufort et al. [1998]. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review, *Critical reviews in Food Science* 38, 4, 299 – 313
- Embuscado & Huber [2009]. *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer
- Khwaldia et al. [2004]. Milk proteins for edible films and coatings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44, 4, 239 – 251
- Malmiri et al. [2011]. Development of an edible coating based on chitosan-glycerol to delay 'Berangan' banana (*Musa sapientum* cv. Berangan) ripening process. *International Food Research Journal* 18, 3, 989 - 997
- Nandane and Jain [2014]. Study of mechanical properties of soy protein based edible film as affected by its composition and process parameters by using RSM. *Journal of Food Science and Technology* 52, 6, 3645 – 3650
- Nandane et al. [2017]. Optimization of edible coating formulations for improving postharvest quality and shelf life of pear fruit using response surface methodology, *Journal of Food Science and Technology* 54, 1, 1 – 8
- Olivas et al. [2008]. Use of edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables during storage, *Stewart Postharvest Review* 3, 6, doi: 10.2212/spr.2008.3.6
- Pavlats & Orts [2009]. Edible Films and Coatings: Why, What and How? in Embuscado & Huber (eds.) *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer
- Park et al. [1996]. Edible coating effects on respiration rate and storage life of "Fuji" apples and "Shingo" pears", *Food Science and Biotechnology* 5, 1, 59 - 63
- Rinaudo [2006]. Chitin and chitosan: Properties and applications, *Progress in Polymer Science* 31, 7, 603 – 632
- Zahid et al. [2011]. Optimization of process conditions for the application of edible coating emulsion on guava (*Psidium guajava*) using response surface methodology, *Proceedings of International Conference on Biotechnology and Food Science*, 61 – 65

\*\*\*\*\*

## **Les revêtements comestibles, nous sommes tellement habitués à les voir que nous ne nous réalisons plus combien une fabrication appropriée est exigeante**

**En Chine, l'utilisation de revêtements de cire pour fruits remonte au 12<sup>ème</sup> siècle.** Au début ils ont été utilisés pour retarder la déshydratation des agrumes et pour créer une surface brillante à des fins esthétiques. Ces pratiques ont été acceptées longtemps avant que la chimie sous-jacente ne soit comprise. Aujourd'hui, les films et revêtements appliqués sur les surfaces des fruits et légumes sont communément appelés "cires", qu'il s'agisse ou non d'une vraie cire<sup>19</sup>. Il est tout à fait commun d'appliquer une cire sur les fruits et les légumes qui sont souvent achetés par la plupart des familles: par exemple, sur les pommes, les poires, les avocats, les agrumes, les concombres, les aubergines, les pêches, les poivrons doux et les tomates [Pavlats & Orts 2009].

La plupart du temps, les termes film et revêtement (ou coating) sont utilisés de façon interchangeable pour indiquer que la surface d'un aliment est recouverte d'une couche d'un matériau très mince. Cependant, il existe une différence. Le film est un matériau d'emballage autonome, alors qu'un revêtement est appliqué et formé directement sur la surface alimentaire.

**Les principales composantes de nos aliments quotidiens — les protéines, glucides et lipides — peuvent répondre aux exigences de base pour la préparation de revêtement comestibles.** Généralement, les graisses sont utilisées pour réduire la transmission de l'eau, les glucides pour contrôler la transmission d'oxygène (O<sub>2</sub>) et autres gaz, et les films de protéines pour assurer la stabilité mécanique. Ces matériaux peuvent être utilisés individuellement ou sous forme de mélanges à condition qu'ils ne nuisent pas à la saveur de la nourriture. Leur principal objectif est d'assurer que les films et revêtements générés garantissent les propriétés physiques et chimiques requises pour maintenir les taux de transmission de gaz et de liquides de leurs systèmes originaux.

De nombreux procédés alimentaires physiques et chimiques tels que la stérilisation, les traitements à haute pression et à irradiation, les applications d'additifs, et... ont été développés pour stabiliser et conserver la nourriture. Dans l'étape ultime du processus de conservation, un emballage performant est nécessaire. La performance de tout matériau d'emballage est évaluée par son efficacité pour réduire le transfert de masse entre le matériel d'emballage et les denrées emballés (phénomènes de migration et de perméabilité). De nos jours, les progrès dans le développement du matériel d'emballage ont entraîné une réduction significative des transferts de substances chimiques. Cependant, la convenance des polymères d'emballage n'est pas encore universelle et la combinaison d'emballages traditionnels et comestibles a été suggérée pour améliorer la préservation de la qualité des aliments [Debeaufort et al. 1998].

---

<sup>19</sup> Les cires sont des composés organiques qui consistent typiquement de chaînes alkyle longues; Ils peuvent inclure divers groupes fonctionnels tels que les acides gras, les alcools primaires et secondaires à longue chaîne, les liaisons insaturées, les aromatiques, les amides, les cétones et les aldéhydes [Wikipédia].

Les films et les revêtements comestibles comprennent généralement des émulsions faites de cires et d'huile dans l'eau, qui se répandent sur les surfaces des fruits pour améliorer leur apparence, pour incorporer des additifs tels que les fongicides, les bactéricides, les nutriments, les substances qui empêchent le brunissement, les agents améliorant la texture et autres... pour bien contrôler la maturation des fruits ainsi que pour retarder la perte d'eau.

**Tous les revêtements ne fonctionnent pas pour n'importe quel produit spécifique et, en plus, les produits ont des besoins distincts.** Une compréhension appropriée des propriétés fonctionnelles des revêtements comestibles et une connaissance approfondie des caractéristiques des fruits sont donc nécessaires pour obtenir un produit final avec une durée de conservation plus longue et une excellente qualité pendant le stockage. Olivas et al. [2008] a publié une revue très intéressante sur l'utilisation de différents revêtements comestibles pour préserver la qualité des fruits et légumes. Leurs résultats sont toujours applicables en dépit du fait que beaucoup des plus anciennes données utilisées dans leur étude ont été obtenues au début des années 1990.

Les pommes ont depuis longtemps été suggérées comme bénéficiaires potentiels des revêtements comestibles, comme en témoigne le nombre élevé de publications scientifiques disponibles sur ce sujet. Un nombre considérable de revêtements commerciaux pour les pommes se trouvent sur le marché; beaucoup d'entre eux visent principalement à une réduction de la perte de poids et une amélioration de l'apparence [Olivas et al. 2008 et les références dans ce document]. Plusieurs études démontrent également l'utilité des films et des revêtements comestibles pour les fruits légèrement transformés.

Quelques exemples de réalisations sont présentés ici; ce n'est pas et ne prétend pas être une liste exhaustive. La cire d'abeille et la cire de carnauba<sup>20</sup> sont deux exemples de revêtements qui peuvent être efficacement répandus sur la peau de la pomme; or, les revêtements de chitosane<sup>21</sup> ne sont pas une bonne option pour le revêtement de pommes à moins qu'on ajoute un émulsifiant à la composition de revêtement [Choi et al. 2002]. Les revêtements composés d'huile végétale, de parafilm, de gomme de caroube<sup>22</sup> et de maltodextrine, et de la gomme arabique<sup>23</sup>, ont montré une diminution du taux de respiration des pommes Golden Delicious entières. Les revêtements shellac<sup>24</sup> sont aussi une bonne option pour les pommes Golden Delicious, mais peuvent provoquer une anaérobiose sur les pommes Braeburn et Granny Smith

---

<sup>20</sup> La carnauba est connue comme la reine des cires, et dans son état pur elle se présente sous la forme de flocons durs jaunâtres. Elle est obtenue à partir des feuilles de la palmeraie de carnauba brésilienne, collectées, séchées, et battues pour desserrer la cire. Puis la cire est raffinée et blanchie [Wikipédia].

<sup>21</sup> Le chitosane est le dérivé le plus important de la chitine, un polymère naturel obtenu à partir de crustacés marins, de crevettes et de crabes [Rinaudo 2006].

<sup>22</sup> La gomme de caroube est une gomme végétale extraite des graines du caroubier, qu'on retrouve principalement dans la région méditerranéenne [Wikipédia]

<sup>23</sup> La gomme arabique, également connue sous le nom de gomme d'acacia, est une gomme naturelle composée de la sève durcie de diverses espèces de l'acacia [Wikipedia]

<sup>24</sup> Le shellac est un revêtement ou un glacis dérivé du matériau résineux durci, sécrété par les cochenilles, tout comme le miel des abeilles [<http://www.vrg.org/blog/2010/11/30/q-a-on-shellac/> - The Vegetarian Resource Group Blog]

[Bai et al 2003]. Les pommes peuvent également être revêtues de solutions d'amidon, qui leur fournissent un brillant initial élevé qui se perd cependant pendant le stockage. La fermeté des pommes recouvertes d'amidon présentait des valeurs similaires à celles des pommes enrobées d'un revêtement shellac. Et les concentrations internes de O<sub>2</sub> et de dioxyde de carbone étaient également similaires dans ces pommes revêtues des deux formulations [Bai et al. 2002]. Les revêtements zéine — la zéine est la principale protéine de stockage de maïs — ont permis de diminuer efficacement le taux de respiration et de retarder la perte de poids dans les pommes pendant le stockage [Park et al. 1996], alors que les revêtements de monoglycérides acétylés de caséinate n'ont pas montré la moindre modification du taux de respiration, de la production d'éthylène ou de la perte d'eau des pommes Red Delicious [Avena-Bustillos et al. 1997].

**Le marché des films et revêtements comestibles a connu une croissance remarquable, et cette croissance devrait se poursuivre.** L'impact des programmes de durabilité (en mettant l'accent sur la recherche d'innovations dans les domaines de l'économie circulaire et des énergies renouvelables), l'empreinte carbonique et l'intérêt accru pour l'utilisation des ressources renouvelables ont encore propulsés et continueront à propulser la croissance et l'intérêt pour les films et revêtements comestibles. En outre, les films et revêtements comestibles apportent une valeur ajoutée aux sous-produits agricoles et agroalimentaires. Traditionnellement, les revêtements comestibles ont été utilisés pour réduire la perte d'eau, mais les développements récents de revêtements comestibles présentant une gamme bien plus large de caractéristiques de perméabilité ont considérablement étendu le potentiel d'application sur produits frais.

L'efficacité du revêtement pour limiter la respiration et la déshydratation des produits transformés dépend des propriétés de barrière à la vapeur d'eau et aux gaz. La perméabilité des revêtements hydrophiles peut être affectée par des facteurs tels que la nature hydrophile-hydrophobe de la matrice polymère et des additifs ainsi que de la morphologie, de l'épaisseur et de l'homogénéité de la matrice. Khwaldia et al. [2004] ont p.e. noté que l'addition de lipides à des films à base de protéines hydrophiles améliore considérablement ses propriétés de barrière à la vapeur d'eau par la formation d'une émulsion stable ou en stratifiant le revêtement avec une couche lipidique.

**Sans progrès significatif dans les technologies analytiques, les niveaux d'innovations dans les domaines de l'économie circulaire et de l'énergie renouvelable resteraient insatisfaisants.** L'optimisation des procédures analytiques a maintenant été réalisée en utilisant une technique statistique multivariée: la méthode des surfaces de réponses (response surface methodology, RSM) est sans aucun doute une des plus populaires. RSM est une collection de techniques mathématiques et statistiques pour la construction de modèles empiriques [Nandane et al. 2017]. Par une conception minutieuse des expériences, l'objectif est d'optimiser une réponse (variable de sortie), qui est influencée par plusieurs variables indépendantes (variables d'entrée). Les avantages de l'utilisation de la RSM sont une diminution du nombre d'essais expérimentaux pour évaluer plusieurs variables et la capacité de l'outil statistique à identifier les interactions.

La RSM a déjà été utilisée pour étudier les propriétés des films comestibles [Nandane et Jain 2014; Nandane et al. 2017 et les références dans ce document]. Zahid et al. [2011] ont utilisé la RSM pour rechercher les meilleures conditions d'application d'émulsion d'un revêtement comestible sur la surface de goyave avec une technique de trempage. Malmiri et al. [2011] ont utilisé la RSM pour optimiser les concentrations de chitosane et de glycerol dans un revêtement de la banane Berangan.

Les poires Babughosha (*Pyrus communis* L.) sont des fruits climactériques avec une forte production d'éthylène (maturation très rapide). Cette caractéristique limite le transport et la commercialisation des fruits aux marchés peu éloignés des champs. Par conséquent, il est urgent de développer des technologies après récolte appropriées pour la préservation de ces poires.



Un modèle polynomial de second ordre pour les poires Babughosha revêtues a été généré à partir d'expériences de laboratoire conçues statistiquement en utilisant la RSM [Nandane et al. 2017]. Les concentrations indépendantes de la protéine de soja (SPI)<sup>25</sup>, de l'hydroxypropylméthylcellulose (HPMC)<sup>26</sup>, de l'huile d'olive et du sorbate de potassium<sup>27</sup> étaient les variables indépendantes, tandis que la perte de poids (%), les solides solubles totaux (TSS), le pH et l'acidité titrable étaient les variables de réponse. L'utilisation de l'huile d'olive a permis de réduire la perte de poids dans les poires, alors que tous les autres paramètres ont été principalement influencés par les concentrations de HPMC et de SPI. Selon cette étude 5 % de SPI, 0,40 % de HPMC, 1 % d'huile d'olive et 0,22 % de sorbate de potassium semblait être la formulation de revêtement optimale pour améliorer la qualité post-récolte des poires. Ainsi, la RSM pourrait être utilisée efficacement pour optimiser les formulations de revêtement comestibles, ce qui conduit à une amélioration globale de la qualité et de la durée de conservation des poires.

Embuscado & Huber [2009] ont écrit dans la préface de leur livre *Edible Films and Coatings for Food Applications: ... This growth is expected to continue. Accompanying this growth is a vast amount of knowledge on edible films and coatings acquired through research and product development work as well as advances in material science and processing technology...* Ils avaient raison! En plus, à la suite de nombreuses améliorations majeures, nous assistons maintenant à l'arrivée de méthodes analytiques et mathématiques meilleures et plus rapides.

---

<sup>25</sup> Une protéine isolée du soja, fabriquée à partir de farine de soja déshumidifiée et dégraissée. L'isolat de protéine de soja a été utilisé pendant près de 60 ans dans les aliments pour ses propriétés fonctionnelles [Wikipedia].

<sup>26</sup> En tant qu'additif alimentaire, l'hydroxypropyl méthylcellulose est un émulsifiant, un agent épaississant et suspensif, et une alternative à la gélatine animale. Son code Codex Alimentarius (numéro E) est E464.

<sup>27</sup> Le sorbate de potassium est utilisé pour inhiber les moisissures et les levures dans de nombreux aliments [Wikipedia].

## Références

- Avena-Bustillos et al. [1997]. Water vapor resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films, *Journal of Food Science* 62, 2, 351 – 354
- Bai et al. [2002]. Alternatives to shellac coatings provide comparable gloss, internal gas modification, and quality for "Delicious" apple fruit, *HortScience* 37, 3, 559 - 563
- Bai et al. [2003]. Coating selection for 'Delicious' and other apples, *Postharvest Biology and Technology* 28, 381 - 390
- Choi et al. [2002]. Wettability of Chitosan Coating Solution on 'Fuji' Apple Skin, *Journal of Food Science* 67, 7, 2668 - 2672
- Debeaufort et al. [1998]. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review, *Critical reviews in Food Science* 38, 4, 299 – 313
- Embuscado & Huber [2009]. *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer
- Khwalidia et al. [2004]. Milk proteins for edible films and coatings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44, 4, 239 – 251
- Malmiri et al. [2011]. Development of an edible coating based on chitosan-glycerol to delay 'Berangan' banana (*Musa sapientum* cv. Berangan) ripening process. *International Food Research Journal* 18, 3, 989 - 997
- Nandane and Jain [2014]. Study of mechanical properties of soy protein based edible film as affected by its composition and process parameters by using RSM. *Journal of Food Science and Technology* 52, 6, 3645 – 3650
- Nandane et al. [2017]. Optimization of edible coating formulations for improving postharvest quality and shelf life of pear fruit using response surface methodology, *Journal of Food Science and Technology* 54, 1, 1 – 8
- Olivas et al. [2008]. Use of edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables during storage, *Stewart Postharvest Review* 3, 6, doi: 10.2212/spr.2008.3.6
- Pavlats & Orts [2009]. Edible Films and Coatings: Why, What and How? in Embuscado & Huber (eds.) *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer
- Park et al. [1996]. Edible coating effects on respiration rate and storage life of "Fuji" apples and "Shingo" pears", *Food Science and Biotechnology* 5, 1, 59 - 63
- Rinaudo [2006]. Chitin and chitosan: Properties and applications, *Progress in Polymer Science* 31, 7, 603 – 632

Zahid et al. [2011]. Optimization of process conditions for the application of edible coating emulsion on guava (*Psidium guajava*) using response surface methodology, *Proceedings of International Conference on Biotechnology and Food Science*, 61 – 65

\*\*\*\*\*