

DNA marking and authentication

From China's tainted milk scandal [Gossner et al. 2009] to "Horsegate" in the UK [Brooks et al. 2017], adulteration of food has been in the news a fair bit recently. But adulteration is a far from recent phenomenon.

The ground-breaking *A Treatise on Adulteration of Food and Culinary Poison*, written in English by the German scientist Frederick Accum (1769 – 1838) marked the first awareness of the urgent need for food safety oversight. Accum was the first person to tackle the subject and he reached a wide audience through his activities. His book [Accum 1820], controversial at the time, found a wide audience and sold well. Although popular, the book is an indictment of established practices within the food processing industry and it earned the author many enemies among London food manufactures.

Several years later Upton Sinclair (1878 – 1968) did name and shame the chemical culprits: ... *How could they know that the pale-blue milk that they bought around the corner was watered and had been doctored with formaldehyde besides ... How were they to know that their tea and coffee, their sugar and flour, had been doctored; that their canned peas had been coloured with copper salts, and their fruit jams with aniline dyes...* [Sinclair 1906].

Several scandals/scares shook the food industry over the last four to five decades. Some were accidental; many were deliberate. Food fraud, including the well-defined subcategory of economically motivated adulteration, is a food risk that is now gaining recognition and concern. Regardless of the cause of the food risk, adulteration of food is both an industry as well as a government responsibility. Food fraud is, indeed, a food-industry issue. However, it is extremely important to emphasize that although the cause or motivation is economic or financial, the effect can be a public health threat [Spink & Moyer 2011]. Sickening food is unacceptable!

Following the Horsegate revelations in January 2013, the European Union (EU) launched a Europe-wide, 3-month random sampling deoxyribonucleic acid (DNA) testing programme for processed meats. Extensive testing was conducted throughout the then 27 EU member states with 4.144 samples labelled as beef collected (mostly from point of sale outlets, e.g. the retailers and quick service restaurants) and tested for horsemeat. Of those samples, ~5 % were said to contain horse DNA. A further 7.951 samples, collected from food business operators including producers, processors and distributors, were tested and ~2 % of the tested samples

contained horse DNA. Testing revealed no traces of horse DNA in meat imported from outside the EU. From the analysis' results, it was clear that the crisis was not confined to the UK and Ireland but was in fact, an issue of much larger magnitude within the EU [Brooks et al. 2017].

Six months after the crisis erupted, an independent review of the integrity and quality assurance of food supply networks was commissioned by the UK government and undertaken by Professor Chris Elliott of Queen's University, Belfast. The Elliott review recommended eight pillars of food integrity to industry and government: (1) consumers first, (2) zero tolerance, (3) intelligence gathering, (4) laboratory services, (5) audit, (6) government support, (7) leadership and (8) crisis management [HM Government 2014].

Today, traditional security platforms to prevent counterfeits are part of the counterfeiter's target. New advances in holograms, optical strips, and the often-used radio-frequency identifications or RFIDs become available as near-perfect copies within days of their initial launch. Product inspections do not offer significant added value as a method of authentication. Hence, external visual inspections should no longer be used as a stand-alone authentication. Physicochemical characterizations are often destructive and rely on a degree of similarity to a bona fide original and the measurements' incertitude.

DNA is a new form of forensic evidence. It is trusted by law enforcement and recognized by international courts around the world [Hayward & Meraglia 2011]. Horsegate aptly illustrated the unprecedented advantages of DNA-based technologies in the fight against counterfeiting and fraud. In contrast to currently used authentication technologies, DNA both foils and pre-empts counterfeiting strategies. It foils counterfeiting strategies because it is not copyable. Unlike even the most complex labelling, serialized code, etched or inked symbolization, even microdot application — all of which may be copied or sufficiently mimicked — DNA marks cannot be reproduced or simulated. When used to identify individuals or to establish paternity, the error frequency for false positives is less than one in a trillion.

Hayward & Meraglia [2011] first illustrated how botanical DNA counters fakery in electronic components development. DNA pre-empts counterfeiting because it is incorporated into the chip production process itself. Any ablation, sandblasting, blacktopping, or refurbishing of the chip will distort or remove the DNA mark and the chips are no more authentically marked, a sure tripwire within the authentication process.

The same technology is also applied in the packaging industry. In order to satisfy today's growing packaging challenges and comply with emerging industry regulations requiring strict

traceability back to the product's origin, improved technological solutions are required. These advanced solutions must be interoperable, scalable and cost-effective to secure industry adoption.

Packages can include part markings to aid in batch identification. Printed data matrix codes enable a group of alphanumeric information to be encoded into a single two-dimensional symbol. Serialization markings can be added to allow for the individualized tracking of a registered item that includes traceability back to its origin. None of these methods, however, can assure absolute authenticity; all have already been subject to counterfeiting.

Packaging Europe talked to Janice Meraglia, Vice President of Applied DNA Sciences [<http://adnas.com/>], and found out how the DNA technologies can be applied in the packaging industry [Skoda 2017]. The proposed technology involves molecular tags that can be either embedded into raw materials or applied to the surface of almost any object. Each custom molecular tag is formulated specifically to adhere tenaciously and is optimized to support multiple authentications throughout the entire supply chain. Traditional barcodes are wonderful at tracking items and capturing Point-of-Sale transaction data. Bad actors, however, are counterfeiting raw ingredients, finished goods as well as the associated barcodes, labels and packaging. This is where the molecular signature technology plays

a critical role. The customized and secure molecular tags can be integrated into the inks that produce both the traditional barcodes and the quick optical identifiers. So, tests can be performed along the supply chain, weeding out counterfeits and exposing diversion within a global supply chain. The same molecular tag can be added to the raw ingredient, finished good and the packaging, creating an end-to-end solution. Traditional barcodes and molecular tags complement one another and provide companies a comprehensive solution that can help reducing counterfeits and, at the same time, authenticate specific product claims to their end customers with confidence.

The company mentions a whole range of benefits. Molecular tags are unequivocally not copyable; this is the basis for its legal acceptance. They can be forensically authenticated when analysed in the laboratory. Using molecular tags does not require major changes in the manufacturing process. Moreover, they are chemically compatible with a wide range of security inks, varnishes, adhesives and substrates. Since they are used as taggants at extremely low concentrations, they do not alter the quality of any carrier such as ink, coating, adhesive or plastic. And, since one uses botanical DNA, the technology is considered a “green”, environment friendly technology.

But what happens when high numbers of different molecular tags, different botanical DNA types come together during recycling of “old” packaging materials. This question is still open.

References

Accum [1820]. *A Treatise on Adulterations of Food and Culinary Poisons: Exhibiting the Fraudulent Sophistications of Bread, Beer, Wine, Spirituous Liquors, Tea, Coffee, Cream, Confectionery, Vinegar, Mustard, Pepper, Cheese, Olive Oil, Pickles, and Other Articles Employed in Domestic Economy, and Methods of Detecting Them*, pp. 398

Brooks et al. [2017]. Four years post-horsegate: an update of measures and actions put in place following the horsemeat incident of 2013, *npj Science of Food* 1, 5, pp. 7

Gossner et al. [2009]. The Melamine Incident: Implications for International Food and Feed Safety, *Environmental Health Perspectives* 117, 1803 – 1808

Hayward & Meraglia [2011]. DNA Marking and Authentication: A unique, secure anti-counterfeiting program for the electronics industry, in *International Symposium on Microelectronics 1*, International Microelectronics Assembly and Packaging Society, pp. 6

HM Government [2014]. *Elliott Review into the Integrity and Assurance of Food Supply Networks – Final Report*, pp. 146

Sinclair [1906]. *The Jungle*, pp.400

Skoda [2017]. Adding a molecular signature and optical identifiers to barcodes, *Packaging Europe*, <https://packagingeurope.com/>, pp. 3

Spink & Moyer [2011]. Defining the Public Health Threat of Food Fraud, *Journal of Food Science*, 76, 9, R157 – R163

DNA-markering en echtheidscontrole

Van het schandaal van de bedorven melk in China [Gossner et al. 2009] tot "Horsegate" in het Verenigd Koninkrijk [Brooks et al. 2017], de vervalsing van voedsel was recentelijk vaak in het nieuws. Maar vervalsing is allesbehalve een recent fenomeen.

Het baanbrekend werk, *A Treatise on Adulteration of Food and Culinary Poison*, dat door de Duitse wetenschapper Frederick Accum (1769 – 1838) in het Engels werd geschreven gaf voor het eerst aan dat er dringende behoefte was aan een overzicht van de voedselveiligheid. Accum was de eerste om het thema te behandelen en zijn werk kreeg veel gehoor. Zijn boek [Accum 1820], erg controversieel in die tijd, was volop in de belangstelling en verkocht ook goed. Hoewel populair, was het boek een aanklacht tegen de gevestigde praktijken binnen de voedselverwerkende industrie en het bezorgde de auteur heel wat vijanden onder de Londense voedselproducenten.

Heel wat jaren later noemde Upton Sinclair (1878 – 1968) de chemische boosdoeners met naam en toenaam: ... *How could they know that the pale-blue milk that they bought around the corner was watered and had been doctored with formaldehyde besides ... How were they to know that their tea and coffee, their sugar and flour, had been doctored; that their canned peas had been coloured with copper salts, and their fruit jams with aniline dyes... Hoe konden zij weten dat de bleekblauwe melk, die ze kochten achter de hoek, was versneden met water en bovendien behandeld met formaldehyde ... Hoe konden ze weten dat de thee en de koffie, de suiker en het meel waren vervalst; dat de erwten in blik waren gekleurd met koperzouten en de confituur met aniline-kleurstoffen...* [Sinclair 1906].

Tijdens de laatste 40 à 50 jaar hebben meerdere schandalen de voedingsindustrie opgeschrikt. Sommigen waren toevallig; velen waren opzettelijk. Voedsel fraude, en vooral de wel gekende categorie van economisch gemotiveerde vervalsingen, vormt een risico dat meer aandacht krijgt en ook meer bezorgdheid opwekt. Welke ook de oorzaak van de fraude moge zijn, vervalsingen van voeding zijn een verantwoordelijkheid van de industrie en ook van de overheid. Voedsel fraude is inderdaad een industriële aangelegenheid. Het is evenwel bijzonder belangrijk te benadrukken dat het effect ervan de volksgezondheid kan bedreigen, ofschoon de oorzaak en motivatie enkel financieel of economisch zijn [Spink & Moyer 2011]. Voeding, die ziek maakt, kan niet!

Nadat Horsegate in januari 2013 bekend werd, startte de Europese Gemeenschap (EG) een 3 maanden durende en willekeurige bemonstering van bereide vleeswaren voor een desoxyribonucleïnezuur (DNA) testprogramma. Er werd uitgebreid gecontroleerd in de toenmalige 27 EG-lidstaten: 4.144 monsters met rundvleesetiket (meestal van verkooppunten zoals de kleinhandel en de restaurants met snelle bediening) werden getest op de aanwezigheid van paardenvlees. Van deze monsters bevatten er ~5 % paarden-DNA. Nadien werden er nog eens 7.951 monsters genomen in de vleesverwerkende nijverheid, namelijk bij de producenten, de verwerkers en de leveranciers. Van de geteste monsters bevatte ~2 % paarden-DNA. Maar er waren geen sporen van paarden-DNA in vlees dat was ingevoerd van buiten de EG. Overigens bleek uit de resultaten dat de crisis helemaal niet beperkt was tot het Verenigd Koninkrijk en Ierland; de kwestie was van een veel grotere omvang in de hele EG [Brooks et al. 2017].

Zes maanden nadat de crisis was uitgebroken werd een onafhankelijke review betreffende integriteit en kwaliteitsborging van de voedselbevoorrading opgevraagd door de Britse regering. Die werd uitgevoerd door Professor Chris Elliott van Queen's University, Belfast. De Elliott review beval acht peilers voor voedselintegriteit aan aan industrie en regering: (1) de consument eerst, (2) nultolerantie, (3) kennisverwerving, (4) laboratoriumdiensten, (5) audits, (6) ondersteuning door de regering, (7) leiderschap en (8) crisismanagement [HM Government 2014].

Vandaag zijn traditionele beveiligingsmaatregelen die tegen vervalsing beschermen ook een doelwit voor de vervalser. Nieuwe ontwikkelingen in hologrammen, optische strips en de vaak gebruikte radiofrequentie-identificaties of RFIDs zijn binnen enkele dagen na de eerste lancering al voorhanden in bijna perfecte kopieën. Productinspecties bieden nauwelijks een meerwaarde als authenticatiemethode. Daarom zou men externe visuele inspecties niet langer mogen gebruiken als eenmalige authenticatie. Fysico-chemische karakteristieken zijn vaak destructief en steunen op de mate van overeenkomst met een bonafide origineel en op de betrouwbaarheid van de metingen.

DNA is een nieuwe vorm van forensisch bewijs. Het wordt vertrouwd door de handhaver van de wet en erkend door internationale rechtbanken over de hele wereld [Hayward & Meraglia 2011]. Horsegate illustreerde treffend de ongekende voordelen van DNA-gebaseerde technologieën in de strijd tegen namaak en fraude. In tegenstelling tot de momenteel gebruikte technologieën voor authenticatie, vrijdelt en bestrijdt DNA de vervalsingsstrategieën. Het vrijdelt deze strategieën omdat het niet te kopiëren is. In

tegenstelling tot zelfs de meest complexe labelling, serialisatie, geëtste of geïnkte symbolisatie, en zelfs in tegenstelling tot de microdot-techniek — die allemaal kunnen worden gekopieerd of voldoende nagebootst — kunnen DNA-markeringen niet worden gereproduceerd, noch gesimuleerd. Wanneer toegepast om personen te identificeren of vaderschap vast te stellen, is de fout door vals positieven minder dan één op een miljard.

Hayward & Meraglia [2011] illustreerden als eersten hoe botanisch DNA vervalsing tegengaat bij de ontwikkeling van elektronische componenten. DNA bestrijdt de vervalsing omdat het is opgenomen in het productieproces van de chips zelf, bij voorbeeld. Ablatie, zandstralen, blacktopping of het uitzicht van de chip vernieuwen zal het DNA-merkteken vervormen of verwijderen en dus zijn de chips zijn niet meer authentiek gemerkt, een gegarandeerde struikelblok bij het authenticeren.

Deze zelfde technologie wordt ook toegepast in de verpakkingindustrie. Om vandaag te voldoen aan de groeiende uitdagingen voor verpakkingen en aan de nieuwe regelgeving van de branche die een strikte traceerbaarheid tot aan de oorsprong van het product vereist, zijn verbeterde technologische oplossingen vereist. Deze geavanceerde oplossingen moeten zeer ruim bruikbaar, uitbreidbaar op zeer grote schaal en kosteneffectief zijn om door de industrie aanvaard te worden.

Verpakkingen kunnen markeringen van onderdelen bevatten om te helpen bij batch-identificatie. Met gedrukte datamatrixcodes kan een groep alfa-numerieke informatie worden gecodeerd in een enkel tweedimensionaal symbool. Serialisatie-markeringen kunnen worden toegevoegd om geïndividualiseerde opvolging van een geregistreerd item mogelijk te maken, inclusief de

traceerbaarheid tot aan de bron. Maar geen van deze methoden kan een absolute authenticiteit garanderen; ze zijn allemaal al aan vervalsing onderhevig geweest.

Packaging Europe sprak met Janice Meraglia, vice-president van Applied DNA Sciences [<http://adnas.com/>] en ontdekte hoe de DNA-technologieën kunnen worden toegepast in de verpakkingindustrie [Skoda 2017]. De voorgestelde technologie omvat moleculaire tags die ofwel in grondstoffen kunnen worden ingebed of op het oppervlak van vrijwel elk object kunnen worden aangebracht. Elke aangepaste moleculaire tag is specifiek samengesteld om vast te blijven kleven en is geoptimaliseerd om meerdere authenticaties in de hele keten te ondersteunen. Traditionele barcodes zijn geschikt om de items op te volgen en transactiegegevens van verkooppunten vast te leggen. Boosdoeners nemen echter niet alleen

grondstoffen, afgewerkte producten, maar ook de bijbehorende barcodes, etiketten en verpakkingen voor hun rekening. Hier speelt de technologie voor moleculaire handtekeningen een cruciale rol. De aangepaste en veilige moleculaire tags kunnen worden geïntegreerd in de inkt, die zowel de traditionele barcodes als de snelle optische identificatiemiddelen produceert. Testen kunnen dus worden uitgevoerd doorheen de hele keten, vervalsingen vernietigen en afwijkingen aan het licht brengen binnen een wereldwijde toeleveringsketen. Hetzelfde moleculaire label kan worden toegevoegd aan het onbewerkte ingrediënt, het eindproduct en de verpakking, waardoor een end-to-end-oplossing wordt gecreëerd. Traditionele streepjescodes en moleculaire tags vullen elkaar aan en bieden bedrijven een uitgebreide oplossing die kan helpen namaak te reduceren en tegelijkertijd specifieke product claims met vertrouwen aan hun eindklanten te authenticeren.

Het bedrijf vernoemt een hele reeks voordelen. Moleculaire tags zijn onweerlegbaar niet te kopiëren; dit is de basis voor zijn wettelijke acceptatie. Ze kunnen forensisch worden geauthenticeerd wanneer ze in het laboratorium worden geanalyseerd. Het gebruik van moleculaire tags vereist geen grote veranderingen in het productieproces. Bovendien zijn ze chemisch compatibel met een brede waaier aan veiligheidsinkten, vernissen, kleefstoffen en substraten. Omdat ze worden gebruikt als merkers bij extreem lage concentraties, veranderen ze niets aan de kwaliteit van om het even welke drager, zoals de inkt, coating, kleefstof of kunststof. En aangezien men botanisch DNA gebruikt, wordt de technologie beschouwd als een "groene", milieuvriendelijke technologie.

Maar wat gebeurt er wanneer grote aantallen verschillende moleculaire tags, verschillende botanische DNA-typen bij elkaar komen tijdens het recyclen van "oude" verpakkingsmaterialen. Deze vraag is nog steeds onbeantwoord.

Referenties

Accum [1820]. *A Treatise on Adulterations of Food and Culinary Poisons: Exhibiting the Fraudulent Sophistications of Bread, Beer, Wine, Spirituous Liquors, Tea, Coffee, Cream, Confectionery, Vinegar, Mustard, Pepper, Cheese, Olive Oil, Pickles, and Other Articles Employed in Domestic Economy, and Methods of Detecting Them*, pp. 398

Brooks et al. [2017]. Four years post-horsegate: an update of measures and actions put in place following the horsemeat incident of 2013, *npj Science of Food* 1, 5, pp. 7

Gossner et al. [2009]. The Melamine Incident: Implications for International Food and Feed Safety, *Environmental Health Perspectives* 117, 1803 – 1808

Nederlandstalige versie: zie hieronder

Version française: voir ci-dessous

Hayward & Meraglia [2011]. DNA Marking and Authentication: A unique, secure anti-counterfeiting program for the electronics industry, in *International Symposium on Microelectronics 1*, International Microelectronics Assembly and Packaging Society, pp. 6

HM Government [2014]. *Elliott Review into the Integrity and Assurance of Food Supply Networks – Final Report*, pp. 146

Sinclair [1906]. *The Jungle*, pp.400

Skoda [2017]. Adding a molecular signature and optical identifiers to barcodes, *Packaging Europe*, <https://packagingeurope.com/>, pp. 3

Spink & Moyer [2011]. Defining the Public Health Threat of Food Fraud, *Journal of Food Science*, 76, 9, R157 – R163

Marquage ADN et authentification

Du scandale du lait contaminé en Chine [Gossner et al. 2009] au « Horsegate » au Royaume-Uni [Brooks et al. 2017], l'adultération d'aliments a récemment été dans les actualités. Mais la falsification est un phénomène qui est loin d'être récent.

L'œuvre révolutionnaire, *A Treatise on Adulteration of Food and Culinary Poison*, rédigée en anglais par le scientifique allemand Frederick Accum (1769-1838), a marqué pour la première fois une prise de conscience du besoin urgent d'une supervision de la sécurité alimentaire. Accum était le premier à aborder le sujet et une attention particulière a été accordée à ses activités. Son livre [Accum 1820], controversé à l'époque, a trouvé un large public et s'est bien vendu. Bien que populaire, le livre accusait les pratiques établies dans l'industrie de la transformation des aliments et a valu à l'auteur de nombreux ennemis parmi les fabricants de produits alimentaires de Londres.

Plusieurs années plus tard, Upton Sinclair (1878 - 1968) désignait nommément les véritables coupables chimiques : ... *How could they know that the pale-blue milk that they bought around the corner was watered and had been doctored with formaldehyde besides ... How were they to know that their tea and coffee, their sugar and flour, had been doctored ; that their canned peas had been coloured with copper salts, and their fruit jams with aniline dyes... Comment savoir que le lait bleu pâle qu'ils achetaient au coin de la rue était dilué et avait, en plus, été traité à la formaldéhyde ... Comment pouvaient-ils savoir que leur thé et leur café, leur sucre et leur farine avaient été trafiqués ; que leurs petits pois en conserve avaient été colorés avec des sels de cuivre et leurs confitures de fruits avec des colorants à l'aniline...* [Sinclair 1906].

Plusieurs scandales/craintes ont secoué l'industrie alimentaire au cours des quatre ou cinq dernières décennies. Certains étaient accidentels ; beaucoup étaient délibérés. La fraude alimentaire, y compris la sous-catégorie bien définie de la falsification à motivation économique, est un risque alimentaire, désormais reconnu et préoccupant. Indépendamment de la cause du risque, le frelatage des aliments relève à la fois de la responsabilité de l'industrie et du gouvernement. La fraude alimentaire est en effet un problème de l'industrie alimentaire. Cependant, il est extrêmement important de souligner que, bien que la cause ou la motivation soit économique ou financière, l'effet peut constituer une menace pour la santé publique [Spink & Moyer 2011]. Une nourriture qui rend malade, c'est inacceptable !

Après le scandale Horsegate en janvier 2013, l'Union européenne (UE) a lancé un programme de trois mois pour analyser l'acide désoxyribonucléique (ADN) dans les viandes transformées. Des tests approfondis ont été menés à cette époque dans les 27 États membres de l'UE, avec 4.144 échantillons étiquetés comme de la viande de bœuf (prélevés principalement dans les points de vente, p.ex. les détaillants et les restaurants à service rapide) et testés pour la viande de cheval. Parmi ces échantillons, ~5 % contenaient de l'ADN de cheval. Plus tard, 7.951 autres échantillons ont été prélevés auprès des exploitants du secteur alimentaire, y compris les producteurs, les transformateurs et les distributeurs, et ~2 % des échantillons testés contenaient de l'ADN de cheval. Les tests n'ont révélé aucune trace d'ADN de cheval dans la viande importée en dehors de l'UE. Ces résultats d'analyse ont clairement mis en évidence que la crise ne se limitait pas au Royaume-Uni et à l'Irlande, mais que c'était un problème de grande envergure au sein de l'UE [Brooks et al. 2017].

Six mois après le déclenchement de la crise, une étude indépendante sur l'intégrité et l'assurance qualité des réseaux d'approvisionnement alimentaire était commandée par le gouvernement britannique et réalisée par le professeur Chris Elliott de l'Université Queen's de Belfast. Le rapport Elliott recommandait à l'industrie et au gouvernement huit piliers pour l'intégrité alimentaire: (1) les consommateurs d'abord, (2) la tolérance zéro, (3) la collecte de renseignements, (4) les services de laboratoire, (5) l'audit, (6) l'appui du gouvernement, (7) le leadership et (8) la gestion de crise [HM Government 2014].

Aujourd'hui, les plates-formes de sécurité traditionnelles destinées à prévenir les contrefaçons font également partie de l'objectif du contrefacteur. Les nouvelles avancées dans les hologrammes, les bandes optiques et les identifications radiofréquences ou RFIDs souvent utilisées deviennent des copies presque parfaites dans les jours qui suivent leur lancement initial. Les inspections de produits n'offrent pas de valeur ajoutée significative en tant que méthode d'authentification. Par conséquent, les inspections visuelles externes ne doivent plus être utilisées comme une authentification autonome. Les caractérisations physico-chimiques sont souvent destructives et s'appuient sur un degré de similitude avec un modèle faisant foi d'original et sur l'incertitude de la mesure.

L'ADN est une nouvelle forme de preuve judiciaire. Les forces de l'ordre ont confiance en cette méthode et elle est reconnue par les tribunaux internationaux du monde entier [Hayward & Meraglia 2011]. Horsegate a bien illustré les avantages sans précédent des technologies basées sur l'ADN dans la lutte contre la contrefaçon et la fraude. Contrairement aux technologies d'authentification actuellement utilisées, l'ADN permet à la fois de déjouer et de

les stratégies de contrefaçon. Cette technologie déjoue les stratégies de contrefaçon car on ne peut la copier. Contrairement à l'étiquetage, au code sérialisé, à la symbolisation gravée ou encrée, même les plus complexes, même les applications de microdot, qui peuvent toutes être copiées ou reproduites suffisamment bien, le marquage ADN ne peut être ni reproduit ni simulé. Lorsqu'il est utilisé pour identifier des individus ou pour établir la paternité, la fréquence d'erreur par faux positifs est inférieure à un sur un milliard.

Hayward & Meraglia [2011] ont d'abord illustré comment l'ADN botanique est capable de contrebalancer la fabrication de faux composants électroniques. L'ADN préempte la contrefaçon car elle est intégrée au processus de production de la puce même. Tout procédé d'ablation, de sablage, de décoloration ou de remise à neuf de l'aspect visuel de la puce déforme ou supprime le marquage ADN et les puces ne sont plus marquées de manière authentique ; un fil conducteur sûr dans les procédés de l'authentification.

La même technologie est également appliquée dans l'industrie de l'emballage. Afin de répondre aux défis croissants de l'emballage d'aujourd'hui et de respecter les réglementations industrielles émergentes exigeant une traçabilité stricte jusqu'à l'origine du produit, des solutions technologiques améliorées sont nécessaires. Ces solutions avancées doivent être interopérables, extensibles à une très grande échelle et rentables pour sécuriser l'adoption de l'industrie.

Les emballages peuvent inclure des parts marquées pour faciliter l'identification des lots. Les codes de matrice de données imprimés permettent de coder un groupe d'informations alphanumériques en un seul symbole bidimensionnel. Des marquages de sérialisation peuvent être ajoutés pour permettre le suivi individualisé d'un élément enregistré qui inclut la traçabilité jusqu'à son origine. Aucune de ces méthodes ne peut garantir une authenticité absolue, cependant; toutes ont déjà fait l'objet de contrefaçon. Packaging Europe s'est entretenu avec Janice Meraglia, vice-présidente des sciences appliquées de l'ADN [<http://adnas.com/>], et a découvert comment les technologies ADN peuvent être appliquées dans l'industrie de l'emballage [Skoda 2017]. La technologie proposée implique des étiquettes (tags) moléculaires qui peuvent être incorporées dans des matières premières ou appliquées sur la surface de presque n'importe quel objet. Chaque étiquette moléculaire personnalisée est formulée spécifiquement pour adhérer avec ténacité et est optimisée pour prendre en charge de multiples authentifications tout au long de la chaîne logistique. Les codes à barres traditionnels sont parfaits pour suivre les éléments et capturer les données de transaction sur le lieu de vente. Les mauvais acteurs, cependant, trafiquent les matières premières, les

produits finis et même les codes-barres, étiquettes et emballages associés. C'est là que la technologie de la signature moléculaire joue un rôle essentiel. Les étiquettes moléculaires personnalisées et sécurisées peuvent être intégrées dans les encres qui produisent à la fois les codes-barres traditionnels et les identificateurs optiques rapides. Ainsi, des tests peuvent être effectués tout au long de la chaîne d'approvisionnement, éliminant les contrefaçons et mettant le doigt sur les détournements au sein d'une chaîne d'approvisionnement mondiale. La même étiquette moléculaire peut être ajoutée à l'ingrédient brut, au produit fini et à l'emballage, créant ainsi une solution de bout en bout. Les codes-barres traditionnels et les étiquettes moléculaires se complètent et fournissent aux entreprises une solution complète qui peut aider à réduire les contrefaçons tout en authentifiant en toute confiance les revendications de produits spécifiques auprès de leurs clients finaux.

L'entreprise mentionne toute une série d'avantages. Clairement, les étiquettes moléculaires ne peuvent être copiées; c'est la base même de son acceptation légale. Elles peuvent être légalement authentifiées lorsqu'elles sont analysées en laboratoire. L'utilisation d'étiquettes moléculaires ne nécessite pas de changements majeurs dans le processus de fabrication. De plus, elles sont chimiquement compatibles avec une large gamme d'encres de sécurité, de vernis, d'adhésifs et de substrats. Comme elles sont utilisées en tant que marqueurs à des concentrations extrêmement faibles, elles ne modifient pas la qualité des supports tels que les encres, les revêtements, les adhésifs ou les plastiques. Et, comme on utilise l'ADN botanique, la technologie est considérée comme une technologie «verte» et respectueuse de l'environnement.

Mais que se passe-t-il lorsque des étiquettes moléculaires différentes, des types d'ADN botanique différents se rencontrent lors du recyclage de « vieux » matériaux d'emballage ? Cette question reste toujours ouverte.

Références

- Accum [1820]. *A Treatise on Adulterations of Food and Culinary Poisons: Exhibiting the Fraudulent Sophistications of Bread, Beer, Wine, Spirituous Liquors, Tea, Coffee, Cream, Confectionery, Vinegar, Mustard, Pepper, Cheese, Olive Oil, Pickles, and Other Articles Employed in Domestic Economy, and Methods of Detecting Them*, pp. 398
- Brooks et al. [2017]. Four years post-horsegate: an update of measures and actions put in place following the horsemeat incident of 2013, *npj Science of Food* 1, 5, pp. 7
- Gossner et al. [2009]. The Melamine Incident: Implications for International Food and Feed Safety, *Environmental Health Perspectives* 117, 1803 – 1808

Nederlandstalige versie: zie hieronder

Version française: voir ci-dessous

Hayward & Meraglia [2011]. DNA Marking and Authentication: A unique, secure anti-counterfeiting program for the electronics industry, in *International Symposium on Microelectronics 1*, International Microelectronics Assembly and Packaging Society, pp. 6

HM Government [2014]. *Elliott Review into the Integrity and Assurance of Food Supply Networks – Final Report*, pp. 146

Sinclair [1906]. *The Jungle*, pp.400

Skoda [2017]. Adding a molecular signature and optical identifiers to barcodes, *Packaging Europe*, <https://packagingeurope.com/>, pp. 3

Spink & Moyer [2011]. Defining the Public Health Threat of Food Fraud, *Journal of Food Science*, 76, 9, R157 – R163