

BÖLÜM 6

GIDA GÜVENLİĞİ SİSTEMLERİNDE TEKNOLOJİ KULLANIMI

*Ali SOYUÇOK¹
Zübeyde POLAT²*

1. Giriş

Gıda, insanların temel fizyolojik ihtiyaçlarının başında bulunmaktadır. Bu sebeple insan yaşamında zaruri bir öneme sahiptir (1). Son yıllarda insanlar gıdanın güvenli olması konusunda titizlik göstermektedir (2) ve gıda güvenliği üzerindeki yoğunlaşma dünya çapında artmaktadır (3). Güvenli gıda, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak yasal düzenlemeler dahilinde, besin değerlerini korumuş ve tüketiciye zararı olmayan besin maddesi olarak tanımlanabilir (4). Güvenli gıdanın üretilmesi için en önemli faktör bunu kontrol edecek sistemin yeterli ve düzgün bir şekilde kurulmuş olmasıdır. Sistemin çalışmadığı durumlarda meydana gelmiş olan aksaklığın nerede ve nasıl gerçekleştiğinin tespiti zorlaşmakta bu da gıda güvenliğini olumsuz etkilemektedir (5).

Gıda güvenliği, besin maddesinin yetiştiği topraktan sofralara gelinceye kadar olan süreçte gıdanın korunmasını sağlamaktadır. Bu süreçler içerisinde gıdanın üretimi, depolanması, işlenmesi, paketlenmesi ve dağıtılması gibi basamaklar bulunmaktadır (4). Gıda güvenliğinin olmaması veya yetersiz olması durumu hem üretici hem toplum için sorunlar oluşturmaktadır (1). Tüketiciler son yıllarda gıda güvenliği kazaları ve suistimalleri meydana geldiği için gıda güvenliği konusunda endişe duymaktadır. Bu olayların sadece mikrobiyolojik temelli

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü. alisoyucok@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-2626-5827

² Arş. Gör., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi AD, drenzbyd@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-6662-1721

5. Sonuç

Son yıllarda gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların neden olduğu gıda intoksikasyonu ve gıda enfeksiyonu sayıları artış göstermektedir. Bu sağlık problemlerinde meydana gelen artışı azaltmak yada durdurmak insanların tüketmiş olduğu gıdaların mikrobiyoloji kalitesinin farkındalığıyla mümkündür.

Gıda üretiminin şeffaf olma gereksinimi ayrıca insanların tüketmiş oldukları gıdaların hasat sürecinden sofraya kadar uzanan işlemleri bilme isteği gıda işleme basamaklarına yeni bir proses olan takip edilebilirlik/izlenebilirlik aşamasının dahil olmasına neden olmuştur. Bu adım sayesinde insanlar tüketmiş olduğu gıdalar hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaktadır. Gıda proseslerinin izlenebilirliği öncelikle ürün kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Proses sırasında meydana gelen aksaklıkların tespiti ve yanıtların hızlı uygulanması hem işletme için ekonomik kayıpları hem de tüketici sağlığı için olumsuz şartların ortadan kaldırılmasına yardımcı olacaktır.

Gıda işleme aşamalarındaki her bir proses sürecinden ilgili tüm bilgiler veri tabanında toplanıp tüketici ile paylaşılabilir. İzlenebilirlik sisteminin yanında Endüstri 4.0 sistemi ile gıdaların üretimden tüketime ayrıntılı biçimde takibini sağlamaktadır. Endüstri 4.0 içerisinde barındırdığı geniş veri ağı, otonom robotlar ve bulut teknolojisi gibi ileri teknolojilerle gıda tedarik zincirinin başından sonuna her türlü veriye ulaşabilme imkânı tanımaktadır. Bu sistemler sayesinde gıdaların geri çağırılması, bozulma nedeni ve derecesi, soğuk zincir akışı hatta yol güzergâhına kadar tüm bilgileri takip edilebilmektedir.

Gıdanın işlenmesi yada taşınması sırasında meydana gelebilecek sıcaklık dalgalanması veya soğuk zincirin kırılması gibi bazı problemlerin oluşması ve bu durumların tespit edilerek hem işletmeye hem de tüketici raporlanması gıda güvenliğinde riske neden olan durumların önceden tespit edilmesine var ise potansiyel risklerin ortaya koyarak gıda güvenliğinin sağlanmasında katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Gözener B, Büyükbay EO, Sayılı M. Gıda güvenliği konusunda öğrencilerin bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*. 2009: (2), 45-53.
2. Yaralı E. Gıda zincirinde izlenebilirlik. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 2018: 23(1), 108-119.
3. Charan S, Panghal A. Importance of traceability in food supply chain for brand protection and food safety systems implementation. *Ann Biol*. 2018: 34(2), 111-118.

4. Deniz B, Deniz E. Gıda Güvenliği ve Kalite Kontrolünde Biyosensörler. *Gıda*. 2015; 40(4), 225-232.
5. Kantaroğlu M, Demirbaş N. Türkiye’de gıda güvenliği açısından ürün doğrulama ve takip sisteminin (ÜDTS) değerlendirilmesi. In *XI. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress*, Tekirdağ, Türkiye. (2019). pp. 627-632.
6. Singh A, Gutub A, Nayyar A, Khan MK. Redefining food safety traceability system through blockchain: findings, challenges and open issues. *Multimedia Tools and Applications*. 2023; 82(14), 21243-21277.
7. Keleş B, Gülden O. Gıda tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2020;17(1), 137-143.
8. Charlebois S, Juhasz M, Music J, Vézeau J. A review of Canadian and international food safety systems: Issues and recommendations for the future. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021; 20(5), 5043-5066.
9. Aktop S, Aktop VS. Gıda Endüstrisinde Akıllı Üretim Dönemi ve Endüstri. 4.0. 1. *Tarım ve Gıda Etiği Kongresi (Uluslararası katılımlı)*, Ankara, Türkiye. (2017). pp.135
10. Duman E, Altınelataman C, Tokaç A. Fotonik sensörlerin su ürünleri gıda güvenliği uygulamalarındaki rolü ve önemi. *Ege Journal of Fisheries & Aquatic Sciences (EgeJFAS)/Su Ürünleri Dergisi*. 2020; 37(3).
11. Mahalik N, Kim K. The role of information technology developments in food supply chain integration and monitoring. In *Innovation and Future Trends in Food Manufacturing and Supply Chain Technologies*. Woodhead Publishing. 2016; pp. 21-37.
12. Yılmaz S, Yılmaz İ. Avrupa Birliği sürecinde gıda sektöründe izlenebilirlik ve Türkiye uygulamaları. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2017; 6, 243-253.
13. Dabbene F, Gay P, Tortia C. Traceability issues in food supply chain management: A review. *Biosystems engineering*. 2014;120, 65-80.
14. Kudashkina K, Corradini MG, Thirunathan P, Yada RY, Fraser ED. Artificial Intelligence technology in food safety: A behavioral approach. *Trends in Food Science & Technology*. 2022;123, 376-381.
15. Radogna AV, Latino ME, Menegoli M, Prontera CT, Morgante G, Mongelli D, Francioso L. A monitoring framework with integrated sensing technologies for enhanced food safety and traceability. *Sensors*. 2022;22(17), 6509.
16. Alfian G, Rhee J, Ahn H, Lee J, Farooq U, Ijaz MF, Syaekhoni MA. Integration of RFID, wireless sensor networks, and data mining in an e-pedigree food traceability system. *Journal of Food Engineering*. 2017;212, 65-75.
17. Zhao G, Liu S, Lopez C. (2017). A literature review on risk sources and resilience factors in agri-food supply chains. In *Collaboration in a Data-Rich World: 18th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2017*, September 18-20, Vicenza, İtalya. (2017) pp. 739-752.
18. Firouz MS, Mohi-Alden K, Omid M. A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. *Food Research International*. 2021;141, 110113.
19. Zhang C, Yang J, Zhang C, Yang J. Second industrial revolution. *A history of mechanical engineering*. Kanada: Springer Singapur; 2020.
20. Xu M, David JM, Kim SH. The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International journal of financial research*. 2018;9(2), 90-95.
21. Galanakis CM. *Food technology disruptions*. İngiltere: Academic Press; 2021.

22. Maynard AD. Navigating the fourth industrial revolution. *Nature nanotechnology*. 2015;10(12), 1005-1006.
23. Jagtap S, Bader F, Garcia-Garcia G, Trollman H, Fadiji T, Salonitis K. Food logistics 4.0: Opportunities and challenges. *Logistics*. 2020;5(1), 2.
24. Rübmann M, Lorenz M, Gerbert P, Waldner M, Justus J, Engel P, Harnisch M. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston consulting group*. 2015;9(1), 54-89.
25. Hassoun A, Aït-Kaddour A, Abu-Mahfouz AM, Rathod NB, Bader F, Barba FJ, Regenstein J. The fourth industrial revolution in the food industry Part I: Industry 4.0 technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022:1-17.
26. Hassoun A, Måge I, Schmidt WF, Temiz HT, Li L, Kim HY, Cozzolino D. Fraud in animal origin food products: Advances in emerging spectroscopic detection methods over the past five years. *Foods*. 2020;9(8), 1069.
27. Defraeye T, Shrivastava C, Berry T, Verboven P, Onwude D, Schudel S, Rossi RM. Digital twins are coming: Will we need them in supply chains of fresh horticultural produce?. *Trends in Food Science & Technology*. 2021:109, 245-258.
28. Tao F, Qi Q, Wang L, Nee AYC. Digital twins and cyber-physical systems toward smart manufacturing and industry 4.0: Correlation and comparison. *Engineering*. 2019;5(4), 653-661.
29. Anderssen KE, McCarney ER. Online monitoring of enzymatic hydrolysis of marine by-products using benchtop nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Food Control*. 2020:112, 107053.
30. Kayikci Y, Subramanian N, Dora M, Bhatia MS. Food supply chain in the era of Industry 4.0: Blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production planning & control*. 2022;33(2-3), 301-321.
31. Yu Z, Jung D, Park S, Hu Y, Huang K, Rasco BA, Chen J. Smart traceability for food safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022;62(4), 905-916.
32. Panghal A, Chhikara N, Sindhu N, Jaglan S. Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review. *Journal of food safety*. 2018;38(4), e12464.
33. Ahlmann J. Farm-to-fork transparency: food supply chain traceability. *Cutter Business Technology Journal*. 2018;31(4), 3-9.
34. Kumm M, De Moel H, Porkka M, Siebert S, Varis O, Ward PJ. Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Science of the total environment*. 2012;438, 477-489.
35. Sarı T. Endüstri 4.0 Teknolojik Olgunluk Düzeyinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Modellenmesi: Gıda ve İçecek İmalat Sektörü Örneği. *Business & Management Studies: an International Journal*. 2020;8(3), 3526-3549.
36. Režek Jambrak A, Nutrizio M, Djekić I, Pleslić S, Chemat F. Internet of nonthermal food processing technologies (Iontp): Food industry 4.0 and sustainability. *Applied Sciences*. 2021;11(2), 686.
37. Öksüztepe G, Beyazgül P. Akıllı ambalajlama sistemleri ve gıda güvenliği. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*. 2015;29(1), 67-74.
38. Duong LN, Al-Fadhli M, Jagtap S, Bader F, Martindale W, Swainson M, Paoli A. A review of robotics and autonomous systems in the food industry: From the supply chains perspective. *Trends in Food Science & Technology*. 2020:106, 355-364.

39. Guenat S, Purnell P, Davies ZG, Nawrath M, Stringer LC, Babu GR, Dallimer M. Meeting sustainable development goals via robotics and autonomous systems. *Nature communications*. 2022;3(1), 3559.
40. Jin C, Bouzembrak Y, Zhou J, Liang Q, Van Den Bulk LM, Gavai A, Marvin HJ. Big Data in food safety-A review. *Current Opinion in Food Science*. 2020;36, 24-32.
41. Haroon A, Basharat M, Khattak AM, Ejaz W. Internet of things platform for transparency and traceability of food supply chain. In *2019 IEEE 10th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*. 2019. (pp. 0013-0019).
42. World Health Organization. WHO global strategy for food safety: safer food for better health. 2002
43. Chao K, Nou X, Liu Y, Kim MS, Chan DE, Yang CC, Sharma M. Detection of fecal/ingesta contaminants on poultry processing equipment surfaces by visible and near-infrared reflectance spectroscopy. *Applied Engineering in Agriculture*. 2008;24(1), 49-55.
44. Nakariyakul S, Casasent DP. Improved forward floating selection algorithm for chicken contaminant detection in hyperspectral imagery. In *Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery XIII*, Mayıs. Orlando, Florida, Amerika Birleşik Devletleri. (2007) Vol. 6565, pp. 694-705.
45. Kim MS, Chao K, Chen YR, Chan D, Mehl PM. Hyperspectral imaging system for food safety: Detection of fecal contamination on apples. In *Photonic Detection and Intervention Technologies for Safe Food*, Mart, Boston, MA, Amerika Birleşik Devletleri. (2001) Vol. 4206, pp. 174-184.
46. Kim MS, Lefcourt AM, Chao K, Chen YR, Kim I, Chan DE. Multispectral detection of fecal contamination on apples based on hyperspectral imagery: Part I. Application of visible and near-infrared reflectance imaging. *Transactions of the ASAE*. 2002;45(6), 2027.
47. Kim MS, Lefcourt AM, Chen YR, Kang SW. Uses of hyperspectral and multispectral laser induced fluorescence imaging techniques for food safety inspection. *Key Engineering Materials*. 2004;270, 1055-1063.
48. Lin M, Al-Holy M, Mousavi-Hesary M, Al-Qadiri H, Cavinato AG, Rasco BA. Rapid and quantitative detection of the microbial spoilage in chicken meat by diffuse reflectance spectroscopy (600–1100 nm). *Letters in Applied Microbiology*. 2004;39(2), 148-155.
49. Suthiluk P, Saranwong S, Kawano S, Numthuam S, Satake T. Possibility of using near infrared spectroscopy for evaluation of bacterial contamination in shredded cabbage. *International journal of food science & technology*. 2008;43(1), 160-165.
50. Tsenkova R, Atanassova S, Morita H, Ikuta K, Toyoda K, Iordanova IK, Hakogi E. Near infrared spectra of cows' milk for milk quality evaluation: disease diagnosis and pathogen identification. *Journal of near infrared spectroscopy*. 2006;14(6), 363-370.
51. Saranwong S, Kawano S. System design for non-destructive near infrared analyses of chemical components and total aerobic bacteria count of raw milk. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. 2007;16(4), 389-398.
52. Saranwong S, Kawano S. Interpretation of near infrared calibration structure for determining the total aerobic bacteria count in raw milk: interaction between bacterial metabolites and water absorptions. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. 2008;16(6), 497-504.

53. Veleva-Doneva P, Draganova T, Atanassova S, Tsenkova R. Detection of bacterial contamination in milk using NIR spectroscopy and two classification methods-SIM-CA and Neuro-Fuzzy classifier. *IFAC Proceedings Volumes*. 2010:43(26), 225-229.
54. Altekruze SF, Stern NJ, Fields PI, Swerdlow DL. *Campylobacter jejuni*--an emerging foodborne pathogen. *Emerging infectious diseases*. 1999;5(1), 28.
55. Kaittanis C, Santra S, Perez JM. Emerging nanotechnology-based strategies for the identification of microbial pathogenesis. *Advanced drug delivery reviews*. 2010;62(4-5), 408-423.
56. Fleming AF. Opportunistic infections in AIDS in developed and developing countries. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 1990;84, 1-6.
57. Swaminathan B, Feng P. Rapid detection of food-borne pathogenic bacteria. *Annual review of microbiology*. 1994;48(1), 401-426.
58. Beuchat LR, Ryu JH. Produce handling and processing practices. *Emerging infectious diseases*. 1997;3(4), 459.
59. Heinitz ML, Johnson JM. The incidence of *Listeria* spp., *Salmonella* spp., and *Clostridium botulinum* in smoked fish and shellfish. *Journal of Food Protection*. 1998;61(3), 318-323.
60. Ivnitski D, Abdel-Hamid I, Atanasov P, Wilkins E. Biosensors for detection of pathogenic bacteria. *Biosensors and Bioelectronics*. 1999;14(7), 599-624.
61. Ko S, Grant SA. A novel FRET-based optical fiber biosensor for rapid detection of *Salmonella typhimurium*. *Biosensors and Bioelectronics*. 2006;21(7), 1283-1290.
62. Lazcka O, Del Campo FJ, Munoz FX. Pathogen detection: A perspective of traditional methods and biosensors. *Biosensors and bioelectronics*. 2007;22(7), 1205-1217.
63. Velusamy V, Arshak K, Korostynska O, Oliwa K, Adley C. An overview of food-borne pathogen detection: In the perspective of biosensors. *Biotechnology advances*. 2010;28(2), 232-254.
64. Malorny B, Tassios PT, Rådström P, Cook N, Wagner M, Hoorfar J. Standardization of diagnostic PCR for the detection of foodborne pathogens. *International journal of food microbiology*. 2003;83(1), 39-48.
65. Olsen JE, Aabo S, Hill W, Notermans S, Wernars K, Granum PE, Olsvik Ø. Probes and polymerase chain reaction for detection of food-borne bacterial pathogens. *International Journal of Food Microbiology*. 1995;28(1), 1-78.
66. Allmann M, Höfelein C, Köppel E, Lüthy J, Meyer R, Niederhauser C, Candrian U. Polymerase chain reaction (PCR) for detection of pathogenic microorganisms in bacteriological monitoring of dairy products. *Research in Microbiology*. 1995;146(1), 85-97.
67. Jain KK. Nanodiagnosics: application of nanotechnology in molecular diagnostics. *Expert review of molecular diagnostics*. 2003;3(2), 153-161.
68. Rosi NL, Mirkin CA. Nanostructures in biodiagnostics. *Chemical reviews*. 2005;105(4), 1547-1562.
69. Sotiropoulou S, Chaniotakis NA. Carbon nanotube array-based biosensor. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2003;375, 103-105.
70. Lynch M, Mosher C, Huff J, Nettikadan S, Johnson J, Henderson E. Functional protein nanoarrays for biomarker profiling. *Proteomics*. 2004;4(6), 1695-1702.

71. Betala PA, Appugounder S, Chakraborty S, Songprawat P, Buttner WJ, Perez-Luna VH. Rapid colorimetric detection of proteins and bacteria using silver reduction/precipitation catalyzed by gold nanoparticles. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*. 2008;2, 34-42.
72. Cho YJ, Kang S. (Eds.). (2011). Emerging technologies for food quality and food safety evaluation.
73. Liao KT, Huang HJ. Femtomolar immunoassay based on coupling gold nanoparticle enlargement with square wave stripping voltammetry. *Analytica chimica acta*. 2005;538(1-2), 159-164.
74. Gu YS, Decker EA, McClements DJ. Influence of pH and κ -carrageenan concentration on physicochemical properties and stability of β -lactoglobulin-stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004;52(11), 3626-3632.
75. Larson DR, Zipfel WR, Williams RM, Clark SW, Bruchez MP, Wise FW, Webb WW. Water-soluble quantum dots for multiphoton fluorescence imaging in vivo. *Science*. 2003;300(5624), 1434-1436.
76. Yang L, Li Y. Simultaneous detection of Escherichia coli O157 : H7 and Salmonella Typhimurium using quantum dots as fluorescence labels. *Analyst*. 2006;131(3), 394-401.
77. Xue X, Pan J, Xie H, Wang J, Zhang S. Fluorescence detection of total count of Escherichia coli and Staphylococcus aureus on water-soluble CdSe quantum dots coupled with bacteria. *Talanta*. 2009;77(5), 1808-1813.
78. Hsin Chang Y, Chang TC, Kao EF, Chou C. Detection of protein A produced by Staphylococcus aureus with a fiber-optic-based biosensor. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*. 1996;60(10), 1571-1574.
79. Villamizar RA, Maroto A, Rius FX, Inza I, Figueras MJ. Fast detection of Salmonella Infantis with carbon nanotube field effect transistors. *Biosensors and Bioelectronics*. 2008;24(2), 279-283.
80. Fu J, Park B, Siragusa G, Jones L, Tripp R, Zhao Y, Cho YJ. An Au/Si hetero-nanorod-based biosensor for Salmonella detection. *Nanotechnology*. 2008;19(15), 155502.
81. Lee S, Pérez-Luna VH. Dextran-gold nanoparticle hybrid material for biomolecule immobilization and detection. *Analytical chemistry*. 2005;77(22), 7204-7211.
82. Dahlin A, Zäch M, Rindzevicius T, Käll M, Sutherland DS, Höök F. Localized surface plasmon resonance sensing of lipid-membrane-mediated biorecognition events. *Journal of the American Chemical Society*. 2005;127(14), 5043-5048.
83. Leonard P, Hearty S, Quinn J, O'Kennedy R. A generic approach for the detection of whole Listeria monocytogenes cells in contaminated samples using surface plasmon resonance. *Biosensors and Bioelectronics*. 2004;19(10), 1331-1335.
84. Vaughn RD, O'sullivan CK, Guilbault GG. Development of a quartz crystal microbalance (QCM) immunosensor for the detection of Listeria monocytogenes. *Enzyme and Microbial Technology*. 2001;29(10), 635-638.
85. Sengupta A, Mujacic M, Davis EJ. Detection of bacteria by surface-enhanced Raman spectroscopy. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2006;386, 1379-1386.
86. Sengupta A, Mujacic M, Davis EJ. Detection of bacteria by surface-enhanced Raman spectroscopy. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2006;386, 1379-1386.
87. Liu S, Yuan L, Yue X, Zheng Z, Tang Z. Recent advances in nanosensors for organophosphate pesticide detection. *Advanced Powder Technology*. 2008;19(5), 419-441.

88. Valdés MG, Valdés González AC, García Calzón JA, Díaz-García ME. Analytical nanotechnology for food analysis. *Microchimica Acta*. 2009:166, 1-19.
89. He L, Liu Y, Lin M, Awika J, Ledoux DR, Li H, Mustapha A. A new approach to measure melamine, cyanuric acid, and melamine cyanurate using surface enhanced Raman spectroscopy coupled with gold nanosubstrates. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*. 2008:2, 66-71.
90. Zhou P, Lu Y, Zhu J, Hong J, Li B, Zhou J, Montoya A. Nanocolloidal gold-based immunoassay for the detection of the N-methylcarbamate pesticide carbofuran. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004:52(14), 4355-4359.