

ZDZISŁAW TARGOŃSKI, ANNA STÓJ

## **ZAFALSZOWANIA ŻYWNOŚCI I METODY ICH WYKRYWANIA**

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono sposoby fałszowania soków owocowych i przetworów owocowych, napojów alkoholowych, miodów, olejów roślinnych, mięsa i produktów mięsnych, mleka i produktów mleczarskich oraz metody ich wykrywania. Rozwój technik fałszowania żywności zmusza analityków do rozwijania metod wykrywania zafałszowań. Do oceny autentyczności żywności wykorzystuje się metody chromatograficzne, izotopowe, enzymatyczne, izotachoforezę kapilarną, atomową spektrofotometrię emisyjną, wstrzykową analizę przepływową, metody genetyczne i inne.

**Słowa kluczowe:** zafałszowania żywności, wykrywanie zafałszowań

### **Wprowadzenie**

Dla konsumentów dokonujących wyboru żywności istotne są informacje o jej jakości. Wybór żywności zależy od stylu życia, przekonań religijnych, względów zdrowotnych, żywieniowych i innych. Oznakowanie żywności powinno być rzetelne i dokładne, szczególnie gdy procesy produkcji żywności uniemożliwiają odróżnienie składników. Informacje o żywności, które muszą być podane, są ustalone prawnie w większości krajów, dlatego skład żywności powinien być dokładnie taki, jak podano na opakowaniu. Pomimo tego fałszowanie żywności jest powszechnym zjawiskiem.

Fałszowanie żywności może polegać np. na zastąpieniu składnika produktu innym składnikiem, najczęściej tańszym, na dodatku wody, braku deklaracji sposobu produkcji np. żywność utrwalana metodami radiacyjnymi, żywność genetycznie zmodyfikowana, nieprawidłowej deklaracji składu ilościowego produktu, nieprawdziwej deklaracji pochodzenia produktu [25]. Przyczyną fałszowania żywności jest chęć zwiększenia zysku poprzez obniżenie kosztów produkcji, zwiększenie konkurencyjności cenowej produktu, ukrycie faktycznego pochodzenia produktu, ukrycie niewłaściwej jakości produktu, rzadziej ukrycie błędów w procesie

---

*Prof. dr hab. Z. Targoński, dr A. Stój, Katedra Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowalnictwa, Wydz. Rolniczy, Akademia Rolnicza, ul. Skromna 8, 20-950 Lublin*

technologicznym. Skutki fałszowania żywności odczuwają zarówno konsumenci, gdyż kupują produkty niepełnowartościowe, nieautentyczne, jak i uczciwi producenci przegrywający w nieuczciwej konkurencji. Niektóre zafałszowane produkty mogą być szkodliwe dla zdrowia np. glikol etylowy w winach. Ujawnienie zafałszowania żywności szkodzi firmie, naraża na utratę rynków zbytu i kary finansowe.

Zafałszowaniom może podlegać większość produktów spożywczych: soki owocowe i przetwory owocowe, napoje alkoholowe, miody, oleje roślinne, mięso i produkty mięsne oraz mleko i produkty mleczarskie.

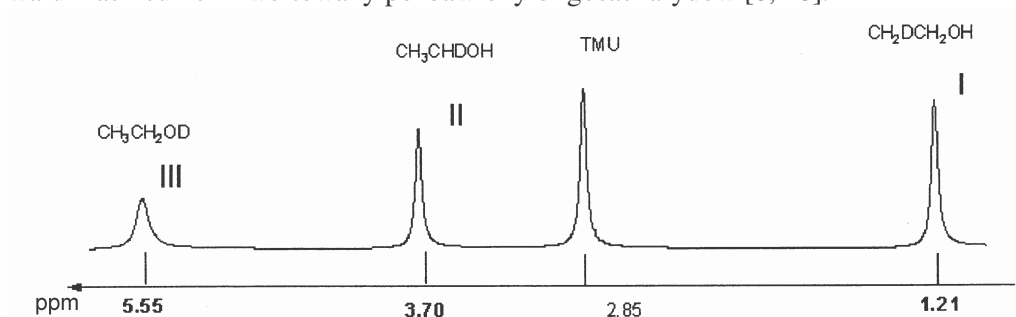
### **Soki owocowe i przetwory owocowe**

Do najczęstszych zafałszowań soków owocowych należą: dodatek cukru, dodatek kwasów organicznych, rozcieńczenie wodą, niewłaściwy skład, dodatek soku pochodzącego z części owoców (wyłoki, skórki), dodatek niedeklarowanego, tańszego soku oraz nieprawdziwa deklaracja pochodzenia soku.

W wielu krajach funkcjonują organizacje zajmujące się badaniem autentyczności soków owocowych. Wykorzystując nowoczesne techniki analizy instrumentalnej i statystycznej ustalają one zawartość standardową poszczególnych składników soków owocowych, uwzględniając fakt, że skład soków owocowych podlega wpływom wielu czynników, takich jak: odmiana owoców, stopień ich dojrzałości, warunki klimatyczno-glebowe oraz przebieg procesu technologicznego. Stowarzyszenie Przemysłu Soków i Nektarów z Owoców i Warzyw Unii Europejskiej (AIJN) opracowało Kodeks Postępowania (Codex of Practice) przy ocenie autentyczności soków owocowych. Podstawowym sposobem wykrywania niewłaściwego składu soków owocowych jest porównywanie ich składu chemicznego z ustalonymi wartościami standardowymi (ekstrakt ogólny, glukoza, fruktoza, sacharoza, kwas cytrynowy, kwas D-izocytrynowy, kwas D- i L-jabłkowy, składniki mineralne lub popiół ogółem, indeks formolowy, wolne aminokwasy, kwas fumarowy, kwas mlekowy, kwas winowy, sorbitol, hydroksymetylofurfural i inne) [5, 20, 21].

Soki znajdujące się w handlu są przede wszystkim otrzymywane przez rozcieńczenie koncentratów soków owocowych do naturalnych stężeń. W pewnych przypadkach producenci mogą dodawać więcej wody niż to wynika z przyjętych norm. W celu maskowania rozcieńczenia wodą, do soków dodają cukier i kwasy organiczne pochodzenia przemysłowego. W celu wykrycia tego rodzaju zafałszowań stosuje się metody izotopowe SIRA-MS pozwalające określić stosunki izotopów węgla  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , tlenu  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  i wodoru  $^2\text{H}/^1\text{H}$  za pomocą spektrometru masowego, gdyż znana jest prawidłowość, że udział poszczególnych izotopów w przyrodzie jest stały. W celu odróżnienia cukru naturalnego od cukru dodanego stosuje się metodę analizy stosunku izotopów węgla (SCIRA-MS). Rośliny należące do różnych szlaków metabolicznych:  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$ , CAM w czasie fotosyntezy wytwarzają cukry różniące się stosunkami izotopów

węgla. Metoda SCIRA-MS jest stosowana do wykrywania dodatku cukru trzcinowego i kukurydzianego ( $C_4$ ) do soków owocowych ( $C_3$ ), ale tą metodą nie można wykryć dodatku cukru buraczanego do soków owocowych, gdyż zarówno burak cukrowy, jak i owoce, z których otrzymuje się soki, należą do tego samego szlaku metabolicznego ( $C_3$ ). Wówczas stosuje się metodę izotopową SNIF-NMR, czyli metodę wyznaczenia względnego obsadzenia frakcji izotopów przy wykorzystaniu jądrowego rezonansu magnetycznego. W tej metodzie wykorzystano kolejną prawidłowość, że zawartość deuteru w specyficznych miejscach cząsteczki cukru naturalnego jest większa aniżeli w cukrze buraczanym. Soki owocowe poddaje się fermentacji alkoholowej, a otrzymany etanol destyluje się ilościowo i analizuje techniką NMR (rys. 1). Dodatek cukru inwertowanego można pośrednio wykryć poprzez analizę oligosacharydów metodą wysokociśnieniowej chromatografii anionowymiennej z detekcją amperometryczną (HPAEC-PAD). Oligosacharydy są zanieczyszczeniami powstającymi w czasie hydrolizy cukru. Jednak ta metoda nie jest wiarygodna, gdyż endogenne oligosacharydy mogą czasami powstawać w autentycznych sokach o wysokim ekstrakcie wskutek hydrolizy cukrów, a także można wyprodukować w odpowiednich warunkach cukier inwertowany pozbawiony oligosacharydów [8, 18].



Rys. 1.  $^2\text{H}$  NMR spektrum etanolu [16].

Fig. 1.  $^2\text{H}$  NMR spectrum of ethanol [16].

Za pomocą HPLC i metod enzymatycznych można wykryć przekroczenie zawartości standardowych cukrów i kwasów organicznych [2, 19]. W ostatnich latach do analizy kwasów organicznych stosuje się izotachoforezę kapilarną. W izotachoforezie używane są dwa elektrolity – jeden zawiera jon wiodący (leasing ion), drugi ograniczający (termining ion). Jon wiodący odznacza się największą ruchliwością elektroforetyczną w układzie, większą aniżeli jakikolwiek jon w rozdzielanej mieszaninie. Jon ograniczający drugiego elektrolitu charakteryzuje się, w stosunku do rozdzielanych jonów w mieszaninie, najmniejszą ruchliwością. Analizowaną próbę wstrzykuje się pomiędzy oba elektrolity. W ten sposób jony zawarte w próbce nie są wypierane przez jon ograniczający, a strefy są niezwykle ostro

zarysowane i ułożone według malejącej ruchliwości. Zwykle składniki próby rozdzielane są w rurkach lub cienkościennych kapilarach (szkło, teflon, inne polimery) w regulowanym polu prądu stałego. Po upływie pewnego czasu od rozpoczęcia rozdziału układ osiąga równowagę i wszystkie jony wędrują z jednakową prędkością (stąd nazwa metody). Izotachforeza kapilarna pozwala oznaczyć kwas D-izocytrynowy, który jest wskaźnikiem autentyczności wielu soków [11, 12].

Sok naturalny można odróżnić od soku odtworzonego z koncentratu przez pomiar stosunku izotopów tlenu i wodoru w wodzie soku owocowego. Wiadomo jest bowiem, że woda w owocach zawiera więcej izotopów tlenu  $^{18}\text{O}$  i deuteru w porównaniu z wodami gruntowymi, na skutek procesów parowania wody z gleby i roślin [8]. Świeży sok ma lepszą jakość sensoryczną niż sok otrzymany po rozcieńczeniu koncentratu, gdyż nie wszystkie składniki lotne są odzyskiwane i dodawane do koncentratu po zagęszczeniu. Składniki lotne można oznaczyć za pomocą chromatografii gazowej połączonej z fotometrią płomieniową (GC-FID) [18].

Wykrycie dodatku soku pochodzącego z części owoców (wytłoki, skórki) jest możliwe poprzez analizę pierwiastków śladowych, takich jak: krzem, wapń i sód, które są obecne w wodzie użytej do przeciwprądowej ekstrakcji części owoców. Do analizy pierwiastków śladowych stosuje się atomową spektrofotometrię emisyjną z wykorzystaniem indukcyjnie wzbudzonej plazmy (ICPAES). Ekstrakt z wytłoków i skórek zawiera znacznie więcej pektyn niż autentyczny sok. Technika pirolizy pozwala na stwierdzenie różnic między próbkami o różnym poziomie pektyn. Technika pirolizy polega na kontrolowanym ogrzewaniu próbki w metalowym pojemniku pod wysoką próżnią. Produkty powstające w wyniku rozkładu próby (zwęglenia) są analizowane za pomocą spektrometrii masowej (Py MS). Analiza statystyczna wyników (PCA, CVA) wskazuje różnice między autentycznym sokiem i sokiem z dodatkiem soku ze skórek i wytłoków. Pektyny można także rozłożyć enzymami pektynolitycznymi do kwasu galakturonowego i oznaczyć metodą wysokociśnieniowej chromatografii anionowymiennej z detekcją amperometryczną (HPAEC-PAD). Inne metody oznaczania dodatku soku ze skórek i wytłoków to: elektroforeza kapilarna i spektroskopia NIR w połączeniu z analizą statystyczną [18].

Zafałszowania soków owocowych polegające na dodatku niedeklarowanego soku można wykryć poprzez analizę związków fenolowych metodą HPLC. Naryrutyna i hesperydyna są charakterystyczne dla soku pomarańczowego, a naryngina i neohesperydyna są używane do detekcji soku grejpfrutowego. Wskaźnikiem dodatku soku jabłkowego do soku i nektaru gruszkowego może być florydzyna [18].

Nieprawdziwe pochodzenie soku, np. soku pomarańczowego, można stwierdzić dzięki atomowej spektrofotometrii emisyjnej z wykorzystaniem indukcyjnie wzbudzonej plazmy (ICPAES), a także techniką pirolizy z detekcją za pomocą spektrometru masowego (Py MS) [9].

## Napoje alkoholowe

Zafałszowania napojów alkoholowych mogą polegać na: dodatku cukru trzcinowego i buraczanego do win, dodatku ekstraktów owoców bogatych w antocyjany w celu barwienia win, nieprawdziwej deklaracji odmiany winogron i regionu pochodzenia, dodatku *Lactobacillus* w celu przyspieszenia dojrzewania win, nieprawdziwej deklaracji gatunku wyrobów spirytusowych, maskowaniu braku leżakowania napojów alkoholowych.

Zafałszowania polegające na dodatku cukru trzcinowego i buraczanego do win można wykryć, podobnie jak w przypadku soków owocowych, za pomocą metod izotopowych SCIRA-MS i SNIF-NMR [18].

Wina mogą być barwione przez dodatek ekstraktów owoców bogatych w antocyjany, np. ekstraktu z bzu czarnego. Ten rodzaj zafałszowania można stwierdzić na podstawie analizy antocyjanów metodą HPLC. Obecność cyjanidyno-3-sambubiozydo-5-glukozydu, charakterystycznego dla bzu czarnego, świadczy o barwieniu win [3].

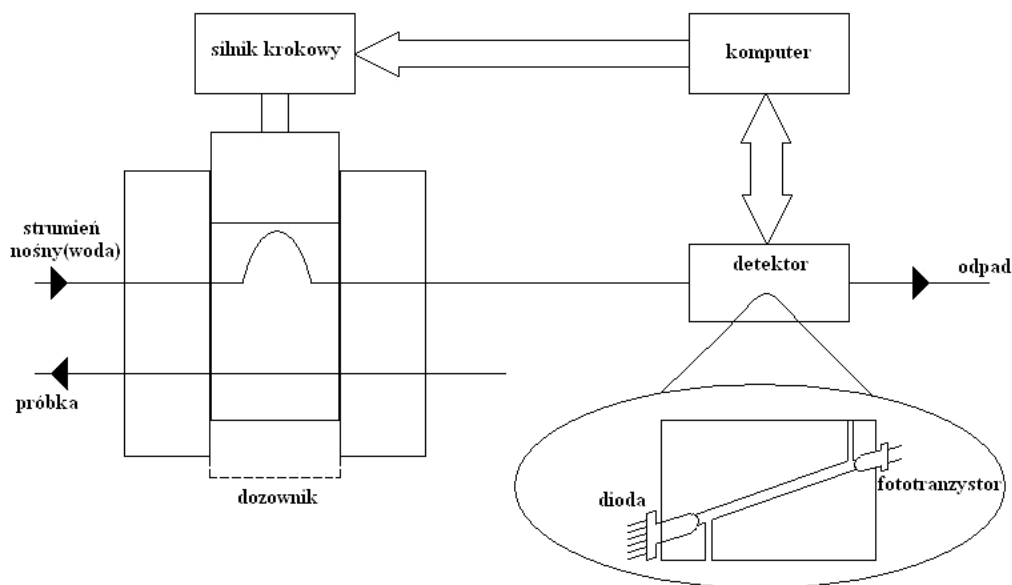
Analiza związków fenolowych metodą HPLC jest stosowana do rozróżnienia odmiany winogron i regionu pochodzenia win. Na podstawie stężenia 3-acyloglukozydów i 3-p-kumaryloglukozydów malwidyny i peonidyny, a także epikatechiny, katechiny i mirycetyny można odróżnić wina Grenache, Cabernet, Merlot i Cabernet Sauvignon. Wskaźnikami odmiany winogron mogą być również składniki lotne. Profile monoterpenów, takich jak: linalol,  $\alpha$ -terpineol, tlenek trans-linalolu, tlenek cislinalolu, nerol i geraniol, oznaczone metodą kapilarnej chromatografii gazowej, również umożliwiają klasyfikację odmianową win [18].

Dojrzewanie win może być przyspieszone przez dodatek mikroorganizmów *Lactobacillus*, które konwertują kwas jabłkowy do kwasu mlekowego, zmniejszając ogólną kwasowość. Ten rodzaj zafałszowania można wykryć przez analizę kwasów organicznych metodą chromatografii gazowej z detekcją za pomocą spektrometru masowego. W naturalnie dojrzewających winach kwas D-mlekowy występuje w niskich stężeniach. Wyższe stężenia kwasu D-mlekowego są wytwarzane przez *Lactobacillus* [16].

Rozróżnienie gatunku napojów spirytusowych, np. whisky, jest możliwe poprzez analizę ich składu metodami chromatograficznymi. Do oznaczania składników lotnych, które powstają obok etanolu w czasie fermentacji alkoholowej, takich jak: wyższe alkohole, estry, aldehydy, laktony stosuje się chromatografię gazową w połączeniu ze spektrofotometrią masową. Nielotne składniki ekstrahowane do whisky z beczek dębowych podczas leżakowania oznacza się za pomocą HPLC z detekcją spektrofotometryczną, a lotne związki fenolowe będące produktami rozkładu lignin w czasie palenia słodu – za pomocą HPLC z detekcją fluorescencyjną [18].

Podczas leżakowania do napojów alkoholowych jest ekstrahowany z beczek dębowych  $\beta$ -metylo- $\gamma$ -oktalakton. Składnik ten kształtuje aromat napojów alkoholowych. W napojach alkoholowych naturalnie występują dwa izomery tego związku. Obecność czterech izomerów tego związku świadczy o dodaniu syntetycznego laktonu, co można stwierdzić metodą chromatografii gazowej z detekcją za pomocą spektrometru masowego [16].

Metody chromatograficzne służące do wykrywania zafałszowań wymagają kosztownego sprzętu i odczynników i nie są możliwe do zastosowania poza laboratorium. W ostatnich latach poszukuje się nowatorskich metod oceny autentyczności napojów alkoholowych, które są szybkie i nie wymagają przygotowania próby. Taką metodą jest zautomatyzowana wstrzykowa analiza przepływowa (FIA) z detekcją fotometryczną (rys. 2).



Rys. 2. System wstrzykowej analizy przepływowej (FIAS) [7].

Fig. 2. Flow injection analysis system (FIAS) [7].

Po wstrzyknięciu do strumienia nośnego, jakim jest woda, próbka ulega dyspersji. Pomiar gradientu współczynnika refrakcji (efekt Schlieren) odbywa się w fotometrze przy długości fali 625 nm. Każdy napój alkoholowy (brandy, rum, whisky) ma charakterystyczny gradient, który ulega modyfikacjom pod wpływem dodatku wody lub etanolu. Dane są analizowane techniką chemometryczną SIMICA, umożliwiającą wytworzenie wzorców klasyfikacyjnych do oceny zafałszowań napojów alkoholowych [7]. Inną metodą jest pomiar potencjału napojów alkoholowych za pomocą systemu

multisensorowego elektronicznego trzpienia (ET) ze stałymi membranami i analiza statystyczna wyników. Przez odpowiedni dobór związków chemicznych, stanowiących materiał elektrodoaktywny membran, uzyskuje się czułość na różne jony. Dzięki tej metodzie można rozpoznać gatunek napoju spirytusowego, wykryć obecność zanieczyszczeń w wódkach, odróżnić alkohol syntetyczny od otrzymanego z ziarna zbóż, a także stwierdzić leżakowanie w beczkach dębowych [13].

### **Miody**

Zafałszowania miodów polegające na dodatku cukru trzcinowego i kukurydzianego wykrywa się metodą SCIRA-MS, a dodatku cukru buraczanego metodą HPAEC-PAD – poprzez analizę oligosacharydów powstających podczas hydrolizy cukru.

Nieprawdziwa deklaracja pochodzenia botanicznego miodu jest możliwa do stwierdzenia metodą SCIRA-MS, jak również przez rozdział flawonoidów metodą HPLC-DAD [6, 15, 17].

### **Oleje roślinne**

Olej otrzymuje się w wyniku mechanicznej ekstrakcji z nasion lub tańszym sposobem, na drodze ekstrakcji z makuchów. Zafałszowania olejem otrzymanym z ekstrakcji makuchów identyfikuje się metodą SCIRA-MS [21].

Dodatek tłuszczu zwierzęcego (wołowego, kurzego) do olejów roślinnych można wykryć metodą chromatografii gazowej, oznaczając estry metylowe kwasów tłuszczowych [14].

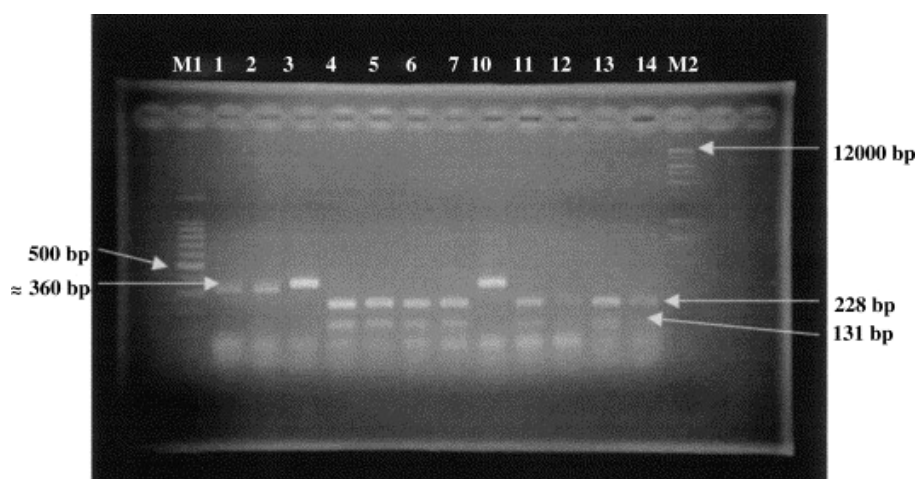
Zafałszowania oliwy z oliwek tańszymi olejami roślinnymi (sojowym, słonecznikowym) ocenia się także na podstawie analizy estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej [4], stosując spektroskopię w podczerwieni (FTIR) [22] oraz SCIRA-MS.

### **Mleko i produkty mleczne**

Dodatek mleka krowiego do mleka koziego lub owczego można wykryć za pomocą elektroforezy, analizy immunologicznej i HPLC-UV, oznaczając specyficzne białka mleka. Analiza proteolizy kazeiny w czasie dojrzewania serów przy zastosowaniu elektroforezy i HPLC-UV pozwala rozpoznać sery owcze i kozie produkowane z dodatkiem mleka krowiego [23, 24]. Zafałszowania mleka polegające na dodatku rozcieńczonego mleka w proszku identyfikuje się poprzez określenie stosunku  $\beta$ -kazeiny do  $\alpha$ -albuminy metodą elektroforezy [18].

### Mięso i produkty mięsne

Nieprawdziwa deklaracja pochodzenia mięsa surowego jest możliwa do stwierdzenia przez analizę białek za pomocą metod immunologicznych (ELISA) i elektroogniskowania [18]. Te metody nie są odpowiednie do wykrywania zafałszowań produktów mięsnych, gdyż w procesie technologicznym, pod wpływem temperatury, białka ulegają denaturacji. W ostatnich latach coraz większe znaczenie w wykrywaniu zafałszowań żywności odgrywają metody genetyczne oparte na identyfikacji charakterystycznych fragmentów DNA. Metody te wykorzystuje się do wykrywania niedeklarowanego dodatku mięsa wieprzowego do produktów z mięsa wołowego i kurzego, dodatku tańszej odmiany tuńczyka do konserw z tuńczyka, jak również niedeklarowanego dodatku podrobów [1, 25]. Metody genetyczne mają wiele zalet: obecność DNA w każdej komórce, informacja zawarta w DNA jest o wiele bogatsza niż w białku, DNA jest cząsteczką dość stabilną. Znanych jest kilka technik DNA stosowanych do identyfikacji różnych gatunków mięsa. Techniki te oparte są na amplifikacji wybranych fragmentów genomu metodą PCR (reakcja łańcuchowa polimerazy). Amplifikacja PCR jest przeprowadzana na mitochondrialnym DNA (mt DNA), przede wszystkim na genach cytochromu b ze względu na stosunkowo dużą jego ilość w porównaniu z jądrowym DNA. Ponadto mt DNA mający naturę kołistą jest bardziej odporny na cieplną degradację. Metoda PCR polega na wielokrotnym powtarzaniu cykli polimeryzacji DNA przez termostabilną polimerazę. W pojedynczym cyklu zachodzą reakcje, które uzależnione są od temperatury, tj.: termiczna denaturacja powielonego DNA w temp. 94°C, asocjacja 20-30-nukleotydowych starterów polimeryzacji z komplementarnymi sekwencjami DNA w temp. około 55°C i polimeryzacja DNA w temp. 72°C. Po 20–30-cyklach PCR uzyskuje co najmniej milion fragmentów powielonego DNA [21].





Rys. 3. Profil cytochromu b po trawieniu enzymami restrykcyjnymi Bsa JI. M1-100 bp DNA, 1- baranina, 2- wołowina, 3- mięso kurczaka, 4,5,6 i 7- wieprzowina, 10- tłuszcz kurczaka, 11,12,13 i 14- słonina, M2-1 kb DNA [1].

Fig. 3. Bsa JI restriction profile of cytochrome b. M1-100 bp DNA, 1- mutton, 2- beef, 3- chicken meat, 4,5,6 and 7- pork, 10- chicken fat, 11,12,13 and 14- lard, M2-1 kb DNA [1].

Produkty amplifikacji PCR poddawane są następnie trawieniu za pomocą enzymów restrykcyjnych (technika PCR-RFLP – restriction fragment length polymorfism) lub sekwencjonowaniu (technika PCR-FINS – forensically informative nucleotide sequencing) i rozdzielaniu za pomocą elektroforezy.

Technika PCR-RFLP ma wiele zalet: jeden uniwersalny starter PCR w kombinacji z kilkoma enzymami restrykcyjnymi jest wystarczający do identyfikacji gatunków, nie są konieczne informacje na temat badanej próby, dokładna selekcja enzymów restrykcyjnych zapobiega niejednoznacznym rezultatom wynikającym z polimorfizmu wewnątrzgatunkowego. PCR-RFLP jest prostą alternatywą sekwencjonowania DNA. Fragmenty DNA 131 i 228 bp powstałe w wyniku trawienia enzymami restrykcyjnymi Bsa JI pozwalają na identyfikację mięsa wieprzowego (rys. 3) [1].

Sekwencjonowanie DNA zachodzi za pomocą tych samych starterów, które były stosowane do amplifikacji PCR. Utworzone dzięki sekwencjonowaniu fragmenty DNA 357, 238, 137 i 87 bp umożliwiają identyfikację mięsa wieprzowego [10].

## Podsumowanie

Falszowanie żywności jest powszechnym zjawiskiem dotyczącym większości produktów żywnościowych. Wykrywanie zafałszowań żywności jest trudne z uwagi na coraz bardziej wyrafinowane metody zafałszowań, jak i na stosowanie coraz bardziej wyrafinowanych technik detekcji. Zastosowanie metod statystycznych (chemometrycznych) ułatwia interpretację wyników badań autentyczności produktów żywnościowych.

## Literatura

- [1] Aida A.A., Che Man Y.B., Wong C.M.V.L., Raha A.R., Son R.: Analysis of raw meats and fats of pigs using polymerase chain reaction for Halal authentication. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 47-52.
- [2] Boccorh R.K., Paterson A., Piggot J.R.: Factors influencing quantities of sugars and organic acids in blackcurrant concentrates. *Z. Lebensm. Unters. Forsch., A* 1998, **206**, 273-278.
- [3] Bridle P., Garcia-Viguera C.: A simple technique for the detection of red wine adulteration with elderberry pigments. *Food Chem.*, 1996, **55**, 111-113.

- [4] Christopoulou E., Lazaraki M., Komaitis M., Kaselimis K.: Effectiveness of determinations of fatty acids and triglycerides for the detection of adulteration of oils with vegetable oils. *Food Chem.*, 2004, **84**, 463-474.
- [5] Code of Practice for Evaluation of Fruit and Vegetable Juices, Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and Vegetables of the European Economic Community, Brussels 1996.
- [6] Cordella Ch., Militao J.S.L.T., Clement M.C., Drajnudel P., Cabrol-Bass D.: Detection and quantification of honey adulteration via direct incorporation of sugar syrups or bee-feeding: preliminary study using high-performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAEC-PAD) and chemometrics. *Anal. Chim. Acta*, 2005, **531**, 239-248.
- [7] da Costa R.S., Santos S.R.B., Almeida L.F., Nascimento E.C.L., Pontes M.J.C., Lima R.A.C., Simoes S.S., Araujo M.C.U.: A novel strategy to verification of adulteration in alcoholic beverages based on Schlieren effect measurements and chemometrics techniques. *Microchemical J.*, 2004, **78**, 27-33.
- [8] Czapski J., Tyma P.: Metody wykrywania zafałszowań przetworów owocowych. *Przem. Ferment. Owoc. Warz.*, 1996, **40**, 22-25.
- [9] Garcia-Wass F., Hammond D., Mottram D.S., Gutteridge C.S.: Detection of fruit juice authenticity using pyrolysis mass spectroscopy. *Food Chem.*, 2000, **69**, 215-220.
- [10] Hsieh H.S., Chai T., Cheng C.A., Hsieh Y.W., Hwang D.F.: Application of DNA technique for identifying the species of different processed products of swordfish meat. *J. Food Sci.*, 2004, **69**, 1-6.
- [11] Jezek J., Suhaj M.: Application of capillary isotachopheresis for fruit juice authentication. *J. Chromat. A*, 2001, **916**, 185-189.
- [12] Kvasnicka F., Voldrich M., Pys P., Vins I.: Determination of isocitric acid in citrus juice – a comparison of HPLC, enzyme set and capillary isotachopheresis methods. *J. Food Compos. Anal.*, 2002, **15**, 685-691.
- [13] Legin A., Rudnitskaya A., Vlasov Y.: Electronic tongue for quality assessment of ethanol, vodka and eau-de-vie. *Anal. Chim. Acta*, 2005, **534**, 129-135.
- [14] Marikkar J.M.N., Ghazali H. M., Che Man Y. B., Peiris T.S.G., Lai O.M.: Use of gas liquid chromatography in combination with pancreatic lipolysis and multivariate data analysis techniques for identification of lard contamination in some vegetable oils. *Food Chem.*, 2005, **90**, 23-30.
- [15] Martin I.G., Macias E. M., Sanchez J.S., Rivera B.G.: Detection of honey adulteration with beet sugar using stable isotope methodology. *Food Chem.*, 1998, **61**, 281-286.
- [16] Martin G. G., Wood R., Martin G. J.: Detection of added beet sugar in concentrated and single strength fruit juices by deuterium nuclear magnetic resonance (SNIF-NMR Method): collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 1996, **79**, 917-928.
- [17] Monsandl A.: Progress in the authenticity assessment of wines and spirits. *Analysis Magazine*, 1997, **25**, 31-38.
- [18] Padovan G.J., de Jong D., Rodrigues L.P., Marchini J.S.: Detection of adulteration of commercial honey samples by the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  isotopic ratio. *Food Chem.*, 2003, **82**, 633-636.
- [19] Simpkins W., Harrison M.: The state of the art in authenticity testing. *Trends Food Sci. Technol.*, 1995, **6**, 321-328.
- [20] Simsek A., Artik N., Baspinar E.: Detection of raisin concentrate (Pekmez) adulteration by regression analysis method. *J. Food Compos. Anal.*, 2004, **17**, 155-163.
- [21] Stój A., Targoński Z., Malik A.: Metody wykrywania zafałszowań soków z owoców jagodowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **26**, 26-36.
- [22] Targoński Z., Zafałszowania żywności i metody ich wykrywania. *Przem. Spoż.*, 2000, **54**, 9-11.
- [23] Tay A., Singh R.K., Krishman S.S., Gore J.P.: Authentication of olive oil adulterated with vegetable oils using Fourier transform infrared spectroscopy. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 2002, **35**, 99-103.

- [24] Veloso A.C.A., Teixeira N., Peres A.M., Mendonca A., Ferreira I.M.P.L.V.O.: Evaluation of cheese authenticity and proteolysis by HPLC and urea-polyacrylamide gel electrophoresis. *Food Chem.*, 2004, **87**, 289-295.
- [25] Veloso A.C.A., Teixeira N., Ferreira I.M.P.L.V.O.: Separation and quantification of the major casein fractions by reverse-phase high-performance liquid chromatography and urea-polyacrylamide gel electrophoresis, Detection of milk adulterations. *J. Chromatogr. A*, 2002, **967**, 209-218.
- [26] Woolfe M., Primrose S.: Food forensics: using DNA technology to combat misdescription and fraud. *Trends Biotechnol.*, 2004, **22**, 222-226.

## FOOD ADULTERATION AND METHODS OF DETECTING

### S u m m a r y

In the paper, there are presented some methods of adulterating fruit juices and other processed fruit products, alcoholic beverages, honeys, vegetable oils, meat and meat products, milk and milk products, as well as methods of detecting this adulteration. Food technology analysts are forced to develop the adulteration detecting methods since the techniques of adulterating food also develop. The following methods are applied to evaluate the genuineness of food: chromatographic, isotopic, and enzymatic methods, capillary isotachopheresis, atomic emission spectrophotometry, flow injection analysis, genetic methods, and many other.

**Key words:** food adulterations, detection of adulterations 