

Metódy identifikácie falšovania a autentifikácie potravín

3. Mäso a mäsové výrobky

MILAN SUHAJ - MILAN KOVÁČ

SÚHRN. V úvode článku sú uvedené niektoré hlavné charakteristické znaky pre jednotlivé druhy mias a niektoré dôležité zložky mäsových výrobkov. V časti o autentifikácii uvedených produktov sa uvádzajú mikroskopické, elektroforetické, imunologické metódy a metódy genetického inžinierstva, ako aj identifikácia mäsových výrobkov podľa analýzy lipidov, aminokyselinového profilu a proteínového zloženia za účelom zistenia zámieny mäsa inými druhmi mias alebo surovín. Pozornosť je venovaná aj niektorým problémom dofarbovania mäsových výrobkov a maskovaniu ich chýb.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: mäso; mäsové výrobky; kvalita; falšovanie; autentifikácia; špecifikácia

Charakteristika mäsa a mäsových výrobkov

Mäsom sa obyčajne rozumejú všetky požívateľné časti teplokrvných a studenokrvných zvierat určené na výživu ľudí. Pod pojmom mäso sa v užšom slova zmysle rozumie iba kostrová svalovina alebo kostrová svalovina vrátane vmedzereného tuku, ciev, nervov, väzivových a iných častí, ktoré sú vo svalovine obsiahnuté. Mäso sa delí na výrobné, výsekové a určené na dlhodobé skladovanie do mraziarní. Prevažnú zložku mäsa tvorí priečne pruhovaná svalovina, ktorá obsahuje cca 20 % proteínov a 73 % vody. Základné chemické zloženie mäsa možno nájsť v potravinárskych databázach [1,2], u nás sú dostupné informácie o zložení mias, ale aj iných komodít v požívatinových tabuľkách [3].

Tepelne neopracované mäsové výrobky sú výrobky z rozomletého mäsa - diela, do ktorého môže byť vmiešaná vložka, alebo je ich dielo tvorené hrubo zrnenou vložkou s malým podielom spojky, určené na priamu spotre-

Ing. Milan SUHAJ, CSc., Ing. Milan KOVÁČ, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, P. O. box 25, 824 75 Bratislava 26.

bu bez ďalšej úpravy. Tepelne opracované výrobky sú výrobky, v ktorých bol vo všetkých častiach dosiahnutý tepelný účinok 70 °C po dobu minimálne 10 min. Trvanlivé mäsové výrobky sa podrobujú rôznym technologickým procesom, napr. vareniu, údeniu, sušeniu a zreniu za účelom predĺženia ich trvanlivosti, najmä znížením obsahu vody a fermentačným procesom, pričom sa dosahuje obvyčajne minimálna trvanlivosť 21 dní pri teplote skladovania do 15 °C. Predĺženie trvanlivosti sa môže dosiahnuť aj vhodným zložením surovín vo výrobku. Mäsové polotovary sú tepelne neopracované upravené mäsa alebo zmesi mias, prípadne ďalších surovín, látok aromatizujúcich a pomocných, určené na tepelnú kuchynskú úpravu. Mäsové konzervy sú mäsové výrobky alebo upravené mäsa sterilizované v nepriedušných obaloch, v strede ktorých sa dosiahol tepelný účinok, ktorý zodpovedá pôsobeniu teploty 121 °C po dobu minimálne 10 min.

V prípade mias a mäsových výrobkov sa pri autentifikácii venuje pozornosť najmä zisteniu, či neboli vstupné suroviny vyššej kvality nahradené úplne alebo čiastočne surovinami menej hodnotnými, alebo či za účelom vyrobiť viac sa nepoužili prísady na zvýšenie hmotnosti, napríklad voda, tuk, náhrady tukov (škroby, želatína, vláknina a i.), proteíny z iných zdrojov, napr. zo sóje a pod. U mäsových výrobkov je stále väčšia tendencia znižovať podiel mäsa v širokom zmysle slova a okrem nevyhnutne potrebných aditív (NaCl, dusitany, cukrové látky, kyselina askorbová, fosfáty, resp. citrany ako pomocné kutrovacie látky, emulgátory) používať aditíva, ktoré majú veľkú schopnosť viazať vodu - polyfosfáty aj do nemletých výrobkov, škrob aj netradičné polysacharidy (pektín, karagénan) a ďalšie plnidlá (algináty, agar, guarová a tragantová guma, modifikované deriváty celulózy a pod.), pomocou ktorých je možné dosiahnuť vysokú nadvýťažnosť - až 100 %.

Ak uvažujeme z nutričného hľadiska o mäse, a teda aj o mäsových výrobkoch, ako o zdroji plnohodnotných proteínov, tak používanie takýchto aditív a ďalších náhrad (nemäsové proteíny, vláknina), ktoré umožňujú enormné prídavky vody, možno pomaly označiť za falšovanie, najmä ak nie je označované.

Označovanie mäsa podľa živočíšneho druhu zvierat v názve mäsových výrobkoch možno použiť len vtedy, ak obsahuje mäsový výrobok viac ako 50 % hm. uvedeného mäsa z celkového obsahu mäsa. Ak sa mäsový výrobok označí názvom šunka, má byť na výrobku uvedený obsah čistých svalových proteínov. Výrobky typu šunka, vyrobené z iného mäsa ako bravčovej svaluvin, musia byť v názve označené živočíšnym druhom a časťou jatočného tela, z ktorého pochádza.

Zložky mäsových výrobkov

Najväčším kompozičným problémom mäsových výrobkov je obsah vody. Pridaná voda do mäsových výrobkov sa dá stanoviť - v súčasnosti v EÚ bolo vyvinuté zariadenie v rámci projektu 4. FWP: FAIR CT 97-3020M, ktoré bude pravdepodobne aj komerčne dostupné. Prebytok vody sa dá zistiť aj vo vzťahu k ostatným zložkám mäsových výrobkov, najmä zisťovaním jej pomeru k mäsovému proteínu a lipidom v mäse. V krajinách EÚ a USA sú legislatívne zavedené tieto vzťahy a požiadavky rôzne [4], napr. pre varenú šunku (tab. 1).

TABUĽKA 1. Kontrola obsahu vody vo varenej šunke v krajinách EÚ.

TABLE 1. Control of water content in boiled ham in EU countries.

Krajina ¹	Vzťah ²	Požiadavka ³
Nemecko ⁴	vlhkosť - 4 x proteíny ⁸	≤ 0
Holandsko ⁵	vlhkosť %/ONL	≤ 4
Belgicko ⁶	vlhkosť/proteíny ¹⁰	≤ 4
USA	{proteíny/(100 - tuk)} x 100 ¹¹	≥ 20,5 (18,5; 17 podľa tr. kvality ¹³)
Francúzsko ⁷	{vlhkosť/(100 - tuk)} x 100 ¹²	≤ 74 (75; 76 podľa tr. kvality)

ONL - organické netukové látky = 100 - (vlhkosť + tuk + popol).

ONL - organic non-fat = 100 - (water content + fat + ash content).

1 - country, 2 - formula, 3 - requirement, 4 - Germany, 5 - Netherlands, 6 - Belgium, 7 - France, 8 - water content - 4 x proteins, 9 - water content, 10 - water content/proteins, 11 - {proteins/(100 - fat)} x 100, 12 - {water content/(100 - fat)} x 100, 13 - according to the quality class.

V trvanlivých mäsových výrobkoch, kde je prirodzene z hľadiska stability znížený obsah vody, sa predpisujú limity najmä na obsah lipidov, proteínov, kolagénu a ich pomery alebo rozdiely, napr. v suchých salámach (tab. 2) [4].

Obsah mäsa sa stanovuje ako proteíny v beztukovom podiele vzorky zistené podľa obsahu celkového dusíka (podľa Kjeldahla) násobeného podľa druhu mäsa prepočítavacím koeficientom (faktor N, tab. 3). Obsah beztukového mäsa v % sa potom vypočíta:

$$\frac{\text{Obsah N (v \%)} \cdot 100}{\text{faktor N}}$$

TABUĽKA 2. Požiadavky kvality na suché salámy.

TABLE 2. Quality parameters for dry sausages.

Krajina ¹	Vzťah ²	Požiadavka ³
Belgicko ⁴	tuk ⁶	≤ 50
	kolagén/proteíny x 100 ⁷	≤ 25
	tuk/proteíny ⁸	≤ 3
Nemecko ⁵	proteíny - kolagén ⁹	≥ 14,5
	(proteíny - kolagén)/proteíny x 100 ¹⁰	≥ 85
	tuk/proteíny	≤ 3,3

1 - country, 2 - formula, 3 - requirement, 4 - Belgium, 5 - Germany, 6 - fat, 7 - collagen/proteins x 100, 8 - fat/proteins, 9 - proteins - collagen, 10 - (proteins - collagen)/proteins x 100.

TABUĽKA 3. Všeobecne akceptované hodnoty pre faktor N pre niektoré druhy mias [5].

TABLE 3. Universal value of factor N for some meat species [5].

Druh mäsa ¹	Faktor N ²
hovädzie ³	3,55
teľacie ⁴	3,35
bravčové ⁵	3,45
hovädzí a bravčový jazyk ⁶	3,0
hovädzia pečeň ⁷	3,45
bravčová pečeň ⁸	3,65
obličky ⁹	2,7
kuracie ¹⁰	prsia 3,9; tmavé mäso 3,6; celé 3,7
morčacie ¹¹	prsia 3,9; tmavé mäso 3,5; celé 3,65
krv ¹²	3,2

1 - kind of meat, 2 - factor N, 3 - beef, 4 - calf, 5 - pork, 6 - beef and pork tongue, 7 - beef liver, 8 - pork liver, 9 - kidney, 10 - chicken, 11 - turkey, 12 - blood.

Celkový obsah mäsa v % je daný súčtom % obsahu beztukového mäsa a tuku. Posudzovať však kvalitu mäsových výrobkov podľa týchto stanovení a výpočtov prináša so sebou celý rad problémov. Môžu sa použiť iba pre veľmi podobné výrobky s nízkym obsahom tuku (napr. varená šunka). Modernejšie spôsoby stanovenia svalových proteínov vychádzajú zo stanovenia aminokyseliny 3-metylhistidínu, ktorý je obsiahnutý iba v svalových proteínoch a ktorý možno jednoducho stanoviť v extraktoch mäsových výrobkov.

Metódy autentifikácie

V prípade mäsových výrobkov pri preverovaní kvality z hľadiska falšovania a autenticity najčastejšie ide o zámenu jednotlivých druhov mias lacnejšími druhmi mias alebo surovín, dofarbovanie výrobkov a maskovanie ich chýb, ako aj uvádzanie nepravdivých informácií v označení alebo reklame. V prípade zámeny mias je to najmä využitie lacnejších domácich i dovozových druhov mäsa (napr. konského), ďalej zámena drahších mias voľne žijúcej zveri (diviny) za lacnejšie hovädzie, bravčové mäso, resp. najčastejšie za najlacnejšie mäso hydiny a živočíšne tuky. Na dofarbovanie mäsových výrobkov sa obyčajne používa krv, prírodné farbivá (košenila, paprika, červená fermentovaná ryža a pod.) a niekedy aj nepovolené syntetické farbivá, pričom sa vytvára dojem, že výrobok obsahuje viac mäsa. Prípravkami aditívnych látok možno zakryť rôzne chyby výrobkov, napríklad koreninami rôzne pachové a chuťové nedostatky, citrónovou arómou sa vyvolá dojem čerstvého mäsa, farbivami sa zakrývajú aj farebné nedostatky (podobne aj klamlivým osvetlením vo výkladoch) a pod. U nás sa problematike hodnotenia farby mäsa a mäsových výrobkov venovala pozornosť hlavne v súvislosti s aplikáciou rôznych prídavných látok do týchto výrobkov [6].

Mikroskopické skúšky

Mikroskopia má dôležitú úlohu pri skúšaní a analyzovaní mäsa a mäsových výrobkov. V pomerne krátkom čase možno identifikovať väčšinu hlavných súčastí mäsového produktu a určiť ich podiel v hotovom výrobku. Pri arbitrážnom konaní poskytuje seriózne podklady o autenticite surovín a je aj nevyhnutným doplnkom chemických analýz. Mikroskopická analýza umožňuje identifikovať, či výrobok bol pripravený z pôvodných surovín a v akej forme bolo mäso do výrobku pridané, t. j. či sú podľa receptúr prítomné kúsky mäsa, alebo pomleté mäso. Mikroskopicky možno analyzovať a tým autentifikovať určité časti mäsových tkanív s neporušenou štruktúrou buniek a určiť pôvod a druh mäsa alebo vnútornosti (pečeň, obličky, srdce, pľúca a pod.). Okrem toho mikroskopicky možno identifikovať aj nemäsový podiel, najmä proteíny z iných zdrojov a cereálne aditíva, napr. sójové koncentráty, múku a tukové náhrady [7].

Na mikroskopické vyšetrenie sa používajú tenké rezy (10–12 μm), ktoré sa môžu zmrazovať, pozorovať pod polarizačným mikroskopom alebo pod normálnym mikroskopom po chemickom vyfarbení, napr. toluidínovou modrou, čím možno účinnejšie rozlíšiť jednotlivé komponenty mäsového

výrobku (svalové bunky, kolagén, pridané sójové alebo mliečne proteíny, cereálie a pod.). Škrob z cereálnych aditív možno vyfarbiť na modro jódом v roztoku jodidu draselného, oleje pomocou činidla Oil Red O vo vodnom roztoku 2-propanolu a kolagén pomocou Picro-Sirius Red F3BA [8].

Pri výrobkoch s veľmi jemne mletými mäsami je mikroskopická analýza omnoho náročnejšia. Využívajú sa tu imunohistologické metódy, protilátky s enzýmovým detekčným systémom alebo vizualizácia pomocou Ag/Au.

Analýza jednotlivých druhov mias

Identifikácia mäsa podľa druhu je pomerne náročná najmä v mäsových výrobkoch, v ktorých bolo mäso mechanicky do väčšieho stupňa opracované a vo výrobkoch, ktoré prešli rôznymi technologickými procesmi (varenie, údenie, konzervovanie a pod.). Už mnoho rokov trvá problém identifikácie najmä minoritného mäsového prídavku vo výrobkoch. Často sa stáva, že sa určitý podiel drahšieho mäsa nahrádza menej hodnotným, napr. konským a kengurím, ale ešte častejšie akceptovanejším mäsom hydinovým alebo bravčovým, podľa cenových relácií. Ak sa zistí, že vo výrobku sú rôzne druhy mias, je potrebné zistiť v akom sú pomere. K tomu sú potrebné metódy, ktoré sú:

- dostatočne špecifické a senzitívne,
- aplikovateľné na tepelne opracované mäsové výrobky,
- kvantitatívne.

Analytické metódy, ktoré sa v súčasnosti používajú pri autentifikácii mäsa a mäsových výrobkov sú najmä analýza podľa obsahu lipidov; elektroforetické metódy, imunologické metódy podľa proteínového zloženia a metódy genetického inžinierstva.

Identifikácia mias podľa analýzy lipidov

Autentifikácia mias samotných je možná buď na základe sledovania profilu izomérov mastných kyselín, ďalej podľa stanovení mastných kyselín v 2-triglyceridov po enzýmovej hydrolýze alebo podľa GC/MS profilu triglyceridov. Problémy prichádzajú najmä v prípade zmiešavania jednotlivých druhov mias a ich vysokého stupňa tepelného opracovania. Odlišnosť v obsahu izomérov mastných kyselín je výraznejšia v prípade tukov z konského a hovädzieho mäsa, kde sú rozdiely v obsahu izomérov mastných kyselín C18:0, C18:3 Ω 3, C18:1 Ω 9 a C18:2 Ω 6. Na autentifikáciu mias podľa pomeru

izomérov mastných kyselín je potrebná multivariačná štatistická analýza. Mastná kyselina C20:2 Ω 6 môže byť použitá ako marker alebo indikátor prítomnosti tuku bravčového mäsa v mäse hovädzom alebo baranom. Tento marker sa však vyskytuje do určitej miery v hovädzom tuku, čo sťažuje tento spôsob autentifikácie. Autentifikácia mäsových výrobkov podľa analýzy lipidov je vhodná najmä pre prípady, že sa falšuje väčšími prídavkami nepôvodných surovín, obvyčajne na úrovni 0–15 % [7].

Živočíšny tuk je relatívne lacnejší ako mäso, preto najmä v mäsových výrobkoch je zvýšený obsah tuku najčastejším problémom. Navyše sa aj tuk dá nahradiť ešte lacnejšími náhradami, obvyčajne rôznymi typmi modifikovaných škrobov.

Elektroforetická autentifikácia

Elektroforetická autentifikácia využíva na identifikáciu jednotlivých druhov mias informácie o proteínovom zložení vzoriek. Najčastejšie sa využíva izoelektrická fokusácia po vysolovaní a extrakcii vzoriek (hovädzie, bravčové, kuracie, morčacie a i.), ako aj chemické vyfarbovanie izolovaných proteínov Komasiovou brilantovou modrou. Tento jednoduchý spôsob autentifikácie je možné aplikovať na niektoré binárne zmesi mias (hovädzie, bravčové, konské, kengurie a i.), pričom sa obvyčajne dosahuje identifikácia 5 až 20 % obsahu jedného druhu v inom druhu mäsa [9]. Menej komplexné elektroforeogramy sa získajú, ak sa na vzorku aplikuje selektívna enzýmová hydrolýza (esterázy, laktát dehydrogenázy, fosfoglukomutáza, kreatinínkináza, adenylátkináza a i.), po ktorej možno elektroforeticky identifikovať napríklad bravčové, konské a byvolie mäso v hovädzom mäse, alebo podľa izoenzýmu MM a myoglobínu binárne zmesi hovädzieho, bravčového, hydinného a morčacieho mäsa [7].

Imunologické špecifikácie

Imunologické metódy sa aplikujú na autentifikáciu pomerne dlhé obdobie. Už od r. 1890 sa aplikujú najmä na identifikáciu proteínov konského mäsa a od r. 1942 sa využívajú serologické techniky na detekciu konského mäsa v hovädzom mäse. Pri imunologických metódach sa využíva tvorba protilátok na určité proteíny alebo polysacharidy mias. Ak sa cudzie proteíny (antigén) zavedú injekčne do krvi zvierat, obranným mechanizmom sa vytvorí protilátka ako odpoveď organizmu. Každá protilátka interaguje špecificky

ky s antigénom, ktorý ju spôsobil a tým ho efektívne odstraňuje z organizmu. Takto možno protilátky využiť na špecifickú identifikáciu charakteristických proteínov pre každý organizmus [8]. Nevýhodou je, že identifikovať možno iba surové proteíny a nie tepelne ošetrované.

Imunodifúzne metódy využívajú reakcie protilátok (antisérum) s antigénom, ktorý predstavuje extrakt z mäsa, obsahujúci obyčajne krvné a plazmatické proteíny. Protilátky sa vytvoria a izolujú po imunizácii rôznych zvierat (bylinožravce, najčastejšie králiky) tak, že sa tieto zvieratá očkujú extraktami z mias (antigén). Antisérum možno využiť na detekciu sérových proteínov z rôznych mias imunodifúziou na agarovom géli (AGID), kde sa porovnávajú reakcie protilátok s referenčnou a skúmanou vzorkou. Táto technika využíva stabilizovaný reagenčný papierový disk a agarové platne so šablónou na správne umiestnenie testovacích komponentov. Reakcie sú interpretované po nočnej inkubácii agarových platní pri izbovej teplote. V niektorých krajinách sú komerčne dostupné testovacie súpravy ORBIT (dôkaz prítomnosti hovädzieho mäsa), PROFIT (dôkaz prítomnosti hydinového mäsa), PRIME a i., ich nevýhodou je však aplikovateľnosť iba na surové mäso a to, že umožňujú analýzu len podľa krvných a plazmatických proteínov. Testy ORBIT a PROFIT sú aj oficiálnymi AOAC metódami a sú aplikovateľné v prípade, že surová mäsová prímесь presahuje v zmesi viac ako 10 % [8,10].

ELISA testy (Enzyme-linked immunosorbent assay) využívajú reakciu antidruhového antiséra - protilátky (z králikov) so sérovými albumínmi (antigén) dokazovaných druhov mias (hovädzie, baranina, konské, kengurie, bravčové a ťavie). Využíva sa obyčajne prebytok protilátky, z ktorej sa nezreagovaná časť stanovuje po izolácii na imunosorbente. ELISA testy, ktoré sa môžu použiť na dôkaz jednotlivých druhov mias surových, v zmesiach a niektoré aj po tepelnom ošetrovaní vyžadujú obyčajne extrakciu termostabilných antigénov. Antisérum musí byť potom prečistené, aby sa získala druhová špecifita. Súčasné ELISA testy umožňujú detegovať kravské, konské, bravčové, baranie, hydinové a kengurie mäso v zmesi, po varení aj bravčové, hovädzie, hydinové a baranie mäso. Minimálny obsah mäsa v zmesi, ktorý je test schopný detegovať je 1 % [8]. Existujú ELISA testy na detekciu a kvantifikáciu jahňacieho mäsa v bravčovom a hovädzom mäse [7]. Túto identifikáciu nerušia sérové proteíny krvi, ale ide o špecifické protilátky na proteíny čistého svalu skúmaného mäsa. V súčasnosti sa test modifikuje na autentifikáciu proteínov svaloviny bravčového mäsa [7].

ELISA metódy bolo v minulosti možné spoľahlivo aplikovať iba na mäsové výrobky, ktoré neboli podrobené tepelnému ošetrovaniu, prípadne iba veľmi miernemu. V súčasnosti už existujú špeciálne extrakčné postupy na izoláciu špecifických termostabilných protilátok z tepelne opracovaných

mäsových výrobkov a komerčné ELISA testy na detekciu varených mias - hovädzieho, bravčového, hydinového a baranieho (Cortecs Diagnostics Ltd) [7]. Tieto súpravy sú vhodné na identifikáciu 1–3 % prídavku uvedeného druhu mäsa do iných mias.

Autentifikácia mias metódami genetického inžinierstva

Molekula deoxyribonukleovej kyseliny (DNA) je relatívne stabilná a jej jednotlivé časti z genetického hľadiska poskytujú vysoko špecifické informácie a tým i priame údaje využiteľné na autentifikáciu nielen v humánnej oblasti, ale aj na identifikáciu potravinárskych surovín a výrobkov. Nevýhodou tohto spôsobu autentifikácie je najmä vysoká cena a to, že žiadané výkony nie sú ešte rutinné. Výhodou je čiastočne lepšia využiteľnosť pri autentifikácii tepelne upravených výrobkov, pretože DNA je tepelne stabilnejšia ako proteíny.

V prípade uvedeného typu autentifikácie sa DNA extrahuje z mäsového výrobku, čiastočne prečisťuje a po denaturácii imobilizuje na tuhom povrchu (obvyčajne nylonová membrána). Druhovo špecifický segment označenej DNA (kolorimetrické, fluorescenčné, chemiluminiscenčné, rádioizotopové a iné značenie) sa potom podrobí hybridizácii s komplementárnou časťou DNA, ktorá je imobilizovaná na membráne. Pozitívna hybridizácia, prejavujúca sa viazaním druhovo príbuzných DNA sa prejaví zmenou vlastností imobilizovanej DNA (stane sa rádioaktívnou, fluoreskujúcou a pod. podľa vlastností označenej DNA). Na autentifikáciu mias možno využiť aj metódu PCR (polymerázová reťazová reakcia) a fylogenetickú analýzu sekvencie nukleotidov. PCR metódou [11] možno zistiť napríklad obsah bravčového mäsa v mäsových výrobkoch, pričom detekčný limit je 0,1 %. Aplikáciou tejto metódy bola zistená napríklad kontaminácia mäsových výrobkov 1 až 5 % bravčovým mäsom, ktoré boli deklarované ako výrobky bez bravčového mäsa. DNA analýza bola s úspechom aplikovaná na špecifickú identifikáciu bravčového, hovädzieho, králičieho, baranieho a kozieho mäsa v zmesi [10] a môže byť použitá aj na tepelne spracované výrobky.

Autentifikácia mias podľa aminokyselinového profilu

Na charakterizáciu kvality mias a mäsových výrobkov je užitočná analýza voľných aminokyselín i ich celkového obsahu [12]. Voľné aminokyseliny majú významnú úlohu pri:

TABUĽKA 4. Pomery aminokyselín pre niektoré dôležité proteíny [12].
TABLE 4. Aminoacids ratio for some important proteins [12].

Pomery aminokyselín ¹	Svalovina ²	Želatína ³	Krvná plazma ⁴	Mlieko ⁵	Kazeín ⁶	Srvátka ⁷	Vajcia ⁸	Pšenica ⁹	Soja ¹⁰
Asp/Lys	1,035	1,592	1,153	1,006	0,907	1,279	1,419	1,916	1,840
Ser/Thr	0,892	1,774	1,031	1,216	1,342	0,767	1,547	1,721	1,343
Ser/Lys	0,473	0,900	0,778	0,730	0,749	0,645	1,053	2,131	0,858
Ser/Arg	0,602	0,371	1,068	1,597	1,498	1,859	1,123	1,100	0,659
Glu/Asp	1,644	1,771	1,404	2,621	3,101	1,643	1,297	7,016	1,608
Glu/Ala	2,655	1,060	2,668	6,211	7,129	3,598	2,297	9,662	4,313
Glu/Lys	1,701	2,819	1,618	2,630	2,812	2,101	1,841	13,442	2,957
Leu/Lys	0,911	0,829	1,064	1,200	1,188	1,232	1,191	2,897	1,245
Tyr/Phe	0,913	0,309	0,939	1,014	1,067	0,901	0,776	0,682	0,775
Arg/Lys	0,787	2,425	0,729	0,458	0,500	0,353	0,938	1,939	1,303
*	0,397	0,212	0,570	0,681	0,736	0,484	0,602	0,873	0,549

* - podiel súm aromatických a bázických aminokyselín.

* - ratio of aromatic and basic aminoacid sums.

1 - aminoacids ratio, 2 - muscle fibre, 3 - gelatine, 4 - blood serum, 5 - milk, 6 - casein, 7 - whey, 8 - eggs, 9 - wheat, 10 - soya bean.

- detekcii prídavku zmesi voľných aminokyselín alebo kyseliny glutámovej za účelom zlepšenia chuti mäsových výrobkov,
- detekcii bázičských aminokyselín, ako lyzínu, ktoré sa používajú na maskovanie prídavku vody za účelom zlepšenia pomeru obsahu vody a proteínov,
- detekcii prídavku lacnejšieho bieleho hydínového mäsa do červených mäsových produktov, čo sa prejaví vzrastom pomeru dipeptidov anserínu a karnozínu.

Na základe stanovenia celkových aminokyselín po ich hydrolyze možno:

1. Detegovať iné druhy mias ako napríklad:
 - hydínové mäso na základe identifikácie 3-metylhystidínu,
 - konské mäso podľa pomeru histidín/arginín, ak je tento pomer väčší ako 0,62.V porovnaní s ostatnými druhmi mias je v konskom mäse zvýšený obsah histidínu a znížený obsah arginínu.
2. Vypočítať obsah kolagénu alebo spojovacieho tkaniva (ST) podľa obsahu hydroxyprolínu alebo glycínu:
 - % ST = 8 (% hydroxyprolínu)
 - % ST = 5,32 (% glycínu) - 22,34
3. Detegovať nemäsové proteíny:
 - podľa typických pomerov aminokyselín (tab. 4),
 - porovnaním nameraných hodnôt so štandardnými hodnotami.
4. vypočítať reálnejšie obsah proteínov „y“ na základe celkového obsahu aminokyselín „x“ - $y = 1,014x - 0,791$ ($r = 0,99$).

Analýza cudzích proteínov v mäsových výrobkoch

Nemäsové proteíny sú užitočnou súčasťou mäsových výrobkov pre svoje emulzifikačné a pojivé (viažúce) vlastnosti. Môžu sa použiť aj v prebytku, kedy sú schopné nahradiť cennejšie mäso. Inkorporácia určitého množstva mäsového extraktu alebo iných dusíkatých zdrojov (glutaman sodný a iné ochucovadlá, mliečny proteín, sója, kvasničné extrakty, dusičnanové a dusitanové soliace zmesi, močovina a i.) do výrobku vedie k chybným zisteniam o obsahu mäsa na základe stanovení celkového dusíka. Sú preto potrebné metódy na rozlíšenie a kontrolu prídavku iných proteínov.

Na identifikáciu a stanovenie sójových proteínov možno orientačne využiť najskôr mikroskopické vyšetrenia po chemickom vyfarbení, ako to už bolo spomenuté. Komerčne sú dostupné AOAC ELISA testy [10], kde sójo-

vý proteín ako antigén reaguje s fixovanou protilátkou v prebytku a ne-reagovaná protilátka sa stanoví po izolácii na imunosorbente. Procedúrami ELISA možno identifikovať v niektorých mäsových výrobkoch aj tepelne opracované denaturované sójové proteíny. Prítomnosť sójových proteínov v mäsových výrobkoch možno identifikovať aj na základe stanovenia sójového špecifického rastlinného sitosterolu [13]. Metóda pozostáva z rýchlej extrakcie nezmydľiteľných lipidov petroléterom a ich analýzy plynovou chromatografiou GC-MS. Detekčné limity stanovenia komerčných sójových proteínových koncentrátov boli na úrovni 2,5–5 %. Sójové preparáty v potravinách možno identifikovať aj podľa fytoestrogénových markerov daidzeínu, genisteínu a biochanínu A metódou HPLC s coulometrickou detekciou po ich extrakcii a kyslej hydrolýze [14]. Obsah fytoestrogénov v čistých sójových produktoch uvádza tabuľka 5.

PCR metóda [11] využíva na identifikáciu sójových proteínov v salámových výrobkoch lektínový gén *le1* sóje a môže v týchto výrobkoch potvrdiť využitie sóje najmä vo forme sójovej múky a sójových proteínových extraktov.

Prítomnosť cereálnych substancií možno identifikovať mikroskopicky alebo analyticky na základe stanovenia obsahu škrobu, prítomnosť sójových a mliečnych proteínov možno identifikovať tiež mikroskopicky. Nadbytok spojky (z kože a šliach) v mäsových výrobkoch sa obyčajne prejavuje vo vyššej hodnote celkového dusíka, čo vo výpočtoch vedie k zdanlivo vyššiemu obsa-

TABUĽKA 5. Obsah fytoestrogénov v sójových výrobkoch [14].

TABLE 5. Phytoestrogens content in soya products [14].

Sójový produkt ¹	Daidzeín ² [mg.kg ⁻¹]	Genisteín ³ [mg.kg ⁻¹]	Biochanín A ⁴ [mg.kg ⁻¹]
žlté semeno sóje ⁵	285 ± 23	304 ± 20	nd
sójová múka ⁶	819 ± 38	960 ± 64	nd
sójový granulát ⁷	449 ± 11	810 ± 40	nd
tofu ⁸	668 ± 23	1218 ± 68	nd
sójové kocky ⁹	71 ± 4	105 ± 8	nd
sójová omáčka ¹⁰	69 ± 6	160 ± 8	nd
sójové šproty ¹¹	nd	nd	nd

nd - nedetegované.

nd - not detected.

1 - soya product, 2 - daidzeine, 3 - genisteine, 4 - biochanine A, 5 - yellow soya seed, 6 - soya meal, 7 - soya granulate, 8 - tofu, 9 - soya cobbles, 10 - soya sauce, 11 - soya sprats.

hu proteínov vo výrobkoch. Kontrola obsahu spojky je možná podľa zvýšeného obsahu hydroxyprolínu, ktorého obsah v čistom mäse je veľmi nízky - do 0,07 %, kým jeho obsah v koži, šlachách a kolagéne sa pohybuje od 11 % do 14,5 % [5]. Podobne je to aj pri nadbytku želatíny. Obsah želatíny je možné zistiť po jej kvantitatívnom vyzrážaní z produktu a po stanovení obsahu dusíka.

Na identifikáciu proteínov z ďalších zdrojov (pšeničný glutén, kazeín, ovoalbumín a pod.) sa najčastejšie využívajú elektroforetické a imunologické stanovenia. Tieto metódy sú často limitované v prípade tepelne upravených mäsových výrobkov, ako je to aj pri stanovení a identifikácii mäsových proteínov.

Mechanicky separované mäso

V mnohých prípadoch sa zvyšky mäsa z kostí odstraňujú mechanicky, avšak v mnohých krajinách EÚ sa takto získané mäso nepovažuje za rovnocenné s ručne vykusteným mäsom (je lacnejšie) a požaduje sa deklarácia obsahu prevyšujúceho vo výrobkoch 5 %. Rýchlou skriningovou metódou je mikroskopické vyšetrenie (podľa vyfarbenia a vyšetrenia chrupavkových segmentov v mechanicky separovanom mäse [7]). Elektroforetické a imunologické metódy umožňujú identifikáciu a do určitej miery i kvantifikáciu obsahu mechanicky separovaného mäsa, vyžadujú si však ešte ďalšie skvalitnenie najmä v prípadoch, keď ide o tepelne opracované mäsové výrobky.

Ručne vykustené bravčové, hovädzie a baranie mäso sa od mechanicky separovaných mias dá rozlíšiť napríklad porovnaním obsahu myoglobínu, hemoglobínu a iných proteínových štruktúr elektroforetickými metódami [7]. Hydinové biele mäsa sa dajú rozlíšiť, ale omnoho ťažšie ako červené mäsa. ELISA imunologické postupy sa zakladajú na tvorbe protilátok na proteíny kostnej drene za predpokladu, že sa dostane do výrobku pri mechanickej separácii [7].

Literatúra

1. DRDÁK, M.: Základy potravinárskych technológií. Bratislava : Malé centrum, 1996. 495 s.
2. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1998. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 12. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>
3. STRMISKA, F. a kol.: Požívatinové tabuľky, I. - Potravínové suroviny. Bratislava : Výskumný ústav potravinársky, 1988. 189 s.

4. BRABANDER, H. F. a kol.: Authenticity of meat products in Europe. In: Proceedings of Euro Food Chem IX. Vol. 1. Interlaken : Swiss Society of Food and Environmental Chemistry, 1997, s. 17-22.
5. Manuals of food quality control. Food analysis: quality, adulteration, and tests of identity. FAO Food and Nutrition Paper 14/8. Rome : FAO, 1986. 326 s.
6. STARUCH, L. a kol.: Aplikácia spektrofotometrických metód pri stanovení farby mäsa a mäsových výrobkov. In: Zborník prednášok z X. konferencie so zahraničnou účasťou Laboralim 1994. Bratislava : Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárne vedy pri SAV v Bratislave, 1994, s. 150-156.
7. LUMLEY, I.: Adulteration of meat and meat products. In: Proceedings of Euro Food Chem IX. Vol. 1. Interlaken : Swiss Society of food and Environmental Chemistry, 1997, s. 35-64.
8. ASHURST, P. R. - DENNIS, M. J.: Food authentication. London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras : Blackie Academic & Professional, 1996. 399 s.
9. SKROECKI, A. - HORMI, O.: Composition of minced meat. Part B. A survey of commercial ground meat. Meat Science, 38, 1994, 3, s. 503-509.
10. HELRICH, K.: Official methods of analysis. 15. vyd. Arlington, Virginia : AOAC, Inc., 1990. 1298 s.
11. CANDRIAN, U. - MEYER, R.: Applications of nucleic acids amplification methods in food analysis. In: Proceedings of Euro Food Chem VIII. Plenary Lectures, Vol. 1. Vienna : Austrian Chemical Society, 1995, s. 192-199.
12. OOGHE, W.: The use of aminoacid analysis in food authenticity control. In: Proceedings of Euro Food Chem IX. Vol. 3. Interlaken : Swiss Society of Food and Environmental Chemistry, 1997, s. 593-598.
13. KUČTA, T. - FARKAŠ, P. - KOVÁČ, M.: Detection of soya in sausages by the analysis of sterols. Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A, 207, 1998, s. 77-79.
14. MULLNER, C. - SONTAG, G.: Determination of phytoestrogens in processed soybean products by HPLC with coulometric electrode array detection. In: Proceedings of Euro Food Chem IX. Vol. 3. Interlaken : Swiss Society of Food and Environmental Chemistry, 1997, s. 707-711.

Do redakcie došlo 5.4.2000.

Methods to detect food adulteration and authentication. 3. Meat and meat products

SUHAJ, M. - KOVÁČ, M.: Bull. potrav. Výsk., 39, 2000, p. 241-254.

SUMMARY. Some fundamental characteristics of certain kinds of meat and of certain important components of meat products are presented. In the authentication part of the article, microscopic, electrophoretic, immunological and DNA-based control methods are described, as well as identification of meat products quality based upon the analyses of lipids, amino-acids and proteins, for the purpose to detect the substitution of meat by different types of meat or other raw materials. Attention is devoted also to some problems of meat products additional colouring and failure masking.

KEYWORDS: meat; meat products; quality; adulteration; authentication; specification