

Élelmiszeranalitika – múlt, jelen, jövő

Lásztity Radomir

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Alkalmazott Biotechnológiai és Élelmiszertudományi Tanszék

Érkezett: 2010. október 11.

Nemrégem olvastam egy (USA) összeállítást, amelyben élelmiszeranalitikust (food analyst) kereső álláshirdetések voltak. A hirdetések általában meg is fogalmazták a felveendő munkatárs feladatait is és a legtöbb esetben a szakmai végzettséget, tapasztalatot. Élelmiszergyártók, kereskedők, szállodák, éttermek, élelmiszervizsgáló (ellenőrző) laboratóriumok, ritkábban oktatási intézmények, mezőgazdasági kísérleti intézetek, biológiai kutatási intézmények voltak a hirdető. A szorosan vett élelmiszervizsgáló feladatok mellett gyakori volt egy-egy „marketing” feladat. Pl. fogyasztói szokások, preferenciák felmérése az adatok statisztikai elemzése. Több ízben a műszerek karbantartása is szerepelt. Ami a szakmai felkészültséget illeti a skála szintén igen széles, és a mi besorolásunk szerinti rutinos (továbbképzett) technikustól a posztgraduális képzésben tanult szakemberig terjed.

Ez a nem is teljes felsorolás rávilágít arra, hogy nehéz pontos és teljes választ adni arra a kérdésre, hogy mivel foglalkozik az **élelmiszeranalitika**. Az én válaszom (amelynek értelmében használom az élelmiszeranalitika fogalmat ebben az írásban): **azon módszerek összesége, amelyeket az élelmiszerek minőségének megállapítására felhasználunk.**

Utóbbi definíció szerint a módszerek sora hosszú és számos, speciálisan az élelmiszerekre vonatkozó eljárást tartalmaz. Mindjárt az elején találjuk az érzékszervi tulajdonságok elbírálását azzal a követelménnyel nehezítve, hogy negatív elbírálás esetén az élelmiszert ki kell vonni a forgalomból. Minőségi jellemző lehet – a kémiai összetételi adatokon túl - olyan fizikai tulajdonság mint a konzisztencia, rugalmasság stb. és nem utolsósorban a mikrobiológiai állapot (akár pozitív-probiotikum- akár negatív-patogén szennyező baktérium). Ha ezekhez hozzávesszük a növényi és állati eredetű élelmiszerek rendkívül bonyolult kémiai összetételét és a potenciális kontaminánsokat, érthető a módszerek sokasága, melyek alkalmazására szükség van az élelmiszeranalitikában.

Ezen írás keretében rövid történeti áttekintés után áttekintem a fejlődést befolyásoló legfontosabb tényezőket a várható fejlődési trendeket. Végül a szakemberképzés problémáit érintem.

Történeti áttekintés

Kezdetek

Élelmiszerek vizsgálatával, a mai értelemben vett fogyasztóvédelemhez hasonló célú tevékenységgel, már a legrégebbi ókori kultúráknál is találkozunk (1, 2) Általános igény a pontos tömeg (térfogat) mérés. A fő cél a rossz minőségű és hamisított élelmiszerek kimutatása és forgalmazásuk meggátlása. Egyiptomi, kínai, indiai görög, római, arab források tanúskodnak olyan előírásokról, módszerekről, amelyekkel a hamisított élelmiszer felismerhető. Az élelmiszer-hamisítás, a minőségrontás elleni küzdelem a mai napig az élelmiszervizsgálat egyik legfontosabb célja maradt.

A középkorban a központi hatalom mellett az iparosok és kereskedők céhei játszották a fő szerepet a kifogástalan élelmiszerek előállításában és a tisztességes kereskedelemben. Előírások, ajánlások készültek pl. a kenyér gyártásával kapcsolatban vagy a különböző vidékekről származó borok elegyítésének tilalmáról. Vágóhidak csak folyóvíz mellett létesülhettek, beteg állat vágása, húsának forgalmazása tiltva volt.

Természetesen abban az időben nem lehetett szó a mai értelemben vett élelmiszeranalitikáról, élelmiszerellenőrzésről. Érzékszervi vizsgálatok, szemmel látható idegen anyagok szennyezések észlelése, gyakorlati megfigyelések, tapasztalatok képezték az ellenőrző módszerek alapját. Érdekes példaként említhető, hogy például a tej kifogástalan minőségének ellenőrzésére a következő próbát javasolták: Egy csepp tejet helyezünk az ujj körmére. Ha a csepp kompakt éles határú marad az a kifogástalan minőség jele, a tej iható. Ha a csepp szétterül ellaposodik az a hamisítás, minőségrontás jele.

A kémia mint az élelmiszervizsgálat, élelmiszeranalitika eszköze még váratott magára egészen a 19. századig, az ipari forradalomig. Ez még akkor is igaz, ha ismert, hogy pl. Robert Boyle megalapozta a sűrűségmérés alkalmazását egyes hamisítások kimutatására.

Az ipari forradalom, a XIX. század

Az ipari forradalom korszakában bekövetkezett gazdasági és társadalmi változások nagy hatással voltak az élelmiszertermelésre, feldolgozásra, elosztásra és az élelmiszerellenőrzés területére és ezeken belül az élelmiszeranalitikára. A városi lakosság létszámának gyors növekedése új körülményeket teremtett az élelmiszerek előállításában és feldolgozásában. A falusi, házi élelmiszergyártást felváltotta az ipari feldolgozás, a tömeges tárolás és kereskedelem. A városok zsúfoltsága, a szegénység, a rossz higiéniai viszonyok tömeges közegészségügyi problémákhoz vezetett. Utóbbiak gyakran függtek össze élelmiszerellátási, élelmiszerminőségi problémákkal. A városi lakosság mások által előállított, forgalmazott élelmiszert vásárolt, gyakori volt az élelmiszerhiány, ami kedvező feltételeket teremtett a hamisítóknak.

A felmerült problémák orvoslása érdekében, először Nyugat-Európában, sorra vezettek be törvényeket, amelyek minőségi követelményeket írtak elő az élelmiszerekkel kapcsolatban valamint szankciókat a hamisítókkal, illetve egyéb szabályokat be nem tartókkal szemben.

Az előbbieken leírt körülmények hatására forradalmi változások következtek be az élelmiszerellenőrzés rendszerében és módszereiben. Országos ellenőrző állomások (intézmények) alakultak. A kémia és később a mikrobiológia fejlődésével ezen tudományterületek módszerei bekerültek az élelmiszervizsgálatok közé. Kiemelhető az a felismerés, hogy a megfelelő szakemberek, élelmiszeranalitikusok közreműködése az intézmények hatékony működéséhez elengedhetetlen.

XX. század: nemzetközi harmonizáció (Élelmiszerbiztonság, funkcionális élelmiszerek)

Az élelmiszerellenőrzés területén a múlt században bekövetkezett változások háttéréből három tényező emelhető ki

- Az élelmiszerek nemzetközi kereskedelmének nagymértékű bővülése, különösen a II. világháború után.
- Az élelmiszerbiztonság szerepének növekedése.
- A táplálkozás szerepének (újra) felfedezése az egészség megóvásában.

A megbízható nemzetközi élelmiszerkereskedelem egyik fontos feltétele volt a szabványok és más előírások és vizsgálati módszerek

nemzetközi harmonizálása. Ennek a felismerésnek köszönhetően egy sor nemzetközi szervezet – köztük a FAO/WHO, és az ISO (Nemzetközi Szabványügyi Szervezet) – dolgozott, illetve dolgozik ezzel a céllal (3).

A növényvédő szerek alkalmazása, az adalékanyagok bővülő használata, környezeti szennyezések, bakteriális és egyéb potenciális szennyezések kiemelt ellenőrzési szemponttá tették az egészségre káros anyagok kimutatását az élelmiszerekben.

A funkcionális élelmiszerek elnevezés alatt ismert élelmiszerek speciális összetételüknek köszönhetően egészségvédő, betegségmegelőző hatásúak. Ellenőrzésük új kihívás az élelmiszeralitikusok számára nem szólva a gombamódra szaporodó gyógyszerek nem minősülő étrend-kiegészítőkről. Mindezek az élelmiszerekre vonatkozó törvények és rendeletek átdolgozását igénylik az előzőekben említett új követelmények figyelembevételével.

Mi várható a XXI. században?

A vizsgálandó élelmiszerösszetevők számának növekedése

Ha kézbe vesszünk egy a XX. század első éveiben kiadott, élelmiszerösszetételi adatokat tartalmazó könyvet (4), akkor a legtöbb esetben kyszámú makro-összetevőre (víz-, fehérje-, nyerszsír- nyersrost- hamu-, N-mentes extrakt tartalom) vonatkozó adatot találunk. Alig néhány évtized alatt a meghatározandó (kimutatható) összetevők száma a sokszorosára nőtt, majd főleg a század második felében szinte exponenciálisan növekedett. A háttérben a kémia és kémiai módszerek fejlődése lehetővé tette az élelmiszerek összetételének egyre részletesebb megismerését, míg a táplálkozástudomány annak igényét, hogy a táplálkozás szempontjából fontos vegyületek meghatározására megfelelő módszerek álljanak rendelkezésre

A vitaminok felfedezése indította el a folyamatot, majd a fehérjék aminosav-összetétele, a lipidek zsírsav-összetétele ismeretének az igénye hatott ebben az irányban. Ezt követték többek között a mikroelemek, az aromaanyagok és egy sor biológiailag aktív mikro-komponens. Gyors ütemben nőtt az élelmiszerfeldolgozásban alkalmazott adalékanyagok (tartósítószer, színezékek, alternatív édesítőszer, állományjavítók stb.) sora. Elég ha megemlítem, hogy az Európai Unióban engedélyezett élelmiszer-adalékanyagok száma meghaladja az ötszázat.

A mezőgazdasági termelés „kemizálása”, a növekvő környezeti szennyeződés, az egészségre ártalmas szennyeződések biokémiájával kapcsolatos ismeretek bővülése újabb „csomaggal” növelte az analitikai igényeket. Növényvédőszer-, gyomirtószer- állattenyésztésben alkalmazott gyógyszer-maradványok, mikotoxinok stb. meghatározására kellett módszereket kidolgozni.

Arra a kérdésre, hogy az előzőekben leírt bővülés folytatódhat-e, a szerző válasza igenlő. Kétségtelen, hogy azok a törekvések, amelyek az adalékanyagok élelmiszeripari alkalmazását csökkenteni igyekeznek, sikeresek lehetnek. Ugyanakkor azonban az élelmiszerkémia és a táplálkozásban újabb megfigyelései az ellenkező irányban hatnak. Kérdéses, hogy mennyire csökkenthetők a környezeti ártalmak és milyen további új kontaminánsokkal kell esetleg számolni. De új kihívást jelentenek a funkcionális élelmiszerek és a gyógyszernek nem minősülő étrend-kiegészítők. A legnagyobb nyitott kérdések azonban két fogalomhoz, a nutrigenomikához és az élelmiszer-allergiához kapcsolódnak. Mindkettő a táplálkozás-egészség problémakörhöz tartozik, mindkettővel kapcsolatban vannak megválaszolatlan tudományos kérdések. Gyakorlati jelentőségük kétségtelen, pl. a táplálék-allergia jelentős népegészségügyi problémává vált (5), ami várhatóan egy sor analitikai problémát is fel fog vetni. Feltételezik, hogy a klímaváltozás is magával hozhat új analitikai feladatokat (6).

Módszerek, eszközök

KÖNIG-től az ultramikroelemeket is meghatározó automatikus laboratóriumig

Módszerekről beszélve mindig Cvet, az első kromatográfiás elválasztást megvalósító tudós jut eszembe, aki azt a véleményt fejtette ki, hogy a módszertan a kutatás kulcskérdése. Valójában teljesen igaz az az állítás, hogy az új tudományos felfedezések mögött mindig megtalálhatjuk az új módszert. Az élelmiszeranalitika vonatkozásában is megállapítható, hogy úgy tudott az új és újabb igényeknek eleget tenni, hogy képes volt átvenni vagy kidolgozni új módszereket. Egy ilyen dolgotatnak nem célja, és nem is alkalmas arra, hogy az élelmiszeranalitika eszköztárát akár vázlatosan áttekintse. Ugyanakkor meg lehet említeni olyan tényezőket, amelyek a módszerfejlesztés irányait befolyásolják és feltehetően a jövőben is irányítani fogják. Ezek közül a következőket emelem ki:

- Nagy elválasztó képességű, nagy szelektivitású eljárások

- Élelmiszerbiztonság
- Gyors (real time) módszerek
- Automatizálás

Mindenekelőtt a mikrokomponensek meghatározása igényel nagy elválasztóképességű és lehetőleg szelektív eljárásokat. A legújabb fejlesztések a bioanalitikai (enzimes, immunanalitikai, DNS- alapú) eljárások térhódítását jelzik. A mesterséges antitestek, az aptamerek (7, 8) szinte korlátlanul bővíthetik a meghatározható komponensek körét. A bioanalitikai módszerek nagyfokú szelektivitása és érzékenysége – társulva a detektálás új túlnyomórészt fizikai jelenségen alapuló és ultraérzékeny – módszereivel szinte hihetetlen kis koncentrációban előforduló összetevők kimutatását és meghatározását teszi lehetővé. Hogy a gyakorlatban milyen mértékben bővül az igény, az nagy mértékben az élelmiszerbiztonság problémakörével függ össze. Az élelmiszerfogyasztók figyelme elsősorban az élelmiszergyártásban használt adalékanyagok és a környezeti szennyezés okozta kockázatok körére irányul. Míg az adalékanyagok alkalmazásának csökkentését célzó erőfeszítéseknek köszönhetően várhatóan ebben az irányban nem várható bővülés, addig a környezeti és egyéb kémiai eredetű szennyeződések területén ez nem zárható ki, nem is említve a mikrobiológiai fertőzések okozta gondokat. Legalábbis ezt mutatják olyan események mint a dioxin, a BSE, akrilamid, melamin, vagy az új patogének okozta élelmiszerbiztonsági problémák.

A gyors módszerek iránti igény a gyakorlatban merül fel, főleg a élelmiszer-alapanyagok (mezőgazdasági termények) átvételénél, valamint az üzemi és elosztási láncban végzett ellenőrzésnél. A cél a nem meg felelő minőségű termékek kiszűrése, még mielőtt azok a fogyasztóhoz kerülnének. Ezt segíti az EU-ban működő riasztólánc is, amelyik mindegyik tagország illetékes intézményeit tájékoztatja a biztonságot érintő kontaminált élelmiszerről.

Szerző több mint egy évtizedig volt elnöke a FAO/WHO az élelmiszerek nemzetközi szabványosítással foglalkozó (Food Standards Program) Mintavételi és Analitikai Bizottságának (Codex Alimentarius Committee on Methods of Analysis and Sampling = CACMAS). A fejlődő országok képviselői gyakran hiányolták az egyszerű, olcsó élelmiszervizsgálati módszereket, amelyek csökkenthetnék fogyasztóik kiszolgáltatottságát. Hogy az ilyen irányú törekvés mennyire lehet eredményes, azt legalábbis kétségesnek tartom. Hatékonyabb lehet az

ezeknek az országoknak nyújtott gazdasági és technikai segítség vizsgálati lehetőségeik bővítéséhez.

A mai technikai felkészültség mellett gyakorlatilag minden meghatározás **automatizálható, ha kell robotokkal is elvégezhető.** A mai élelmiszervizsgálati gyakorlatban az automatikus analízis ott terjedt el, ahol tömegesen kell egy-egy adott meghatározást végezni. További terjedését gazdasági, szervezési feltételek fogják megszabni.

Az élelmiszeralitika nemcsak kémiai összetevők meghatározása

Az adatok megbízhatósága és az egészségügyi határértékek

Az analitikai módszerek validálásának kialakult módszerei állnak az élelmiszeralitikusok rendelkezésére. Ami az élelmiszermínősítő számára a legnagyobb – és sok vonatkozásban megoldatlan probléma – az a mintavételből származó bizonytalanság mértéke. Utóbbi – főleg a mikrokomponensek esetében – sokszorosa lehet az egyéb okok miatt észlelt szórásnak. Különösen fontos ez a tény egyes határértékek megvonása, illetve értékelése, a kockázatbecslés szempontjából. Nem véletlen, hogy pl. A CACMAS legutóbbi budapesti ülésén is ezzel kapcsolatban volt a legtöbb vita.

Ha toxikus kontaminánsokról van szó az orvos (toxikológus) a legszívesebben zéró határértéket állapítana meg, amit az élelmiszergyártó és -forgalmazó viszont joggal tart teljesíthetetlen követelménynek. Végül is az elfogadott határértékek a reálisan biztosítható maximális biztonságot tükrözik. Megemlítem előbbiekkal kapcsolatban, hogy – bár elvileg nincsen abszolút biztonságos szint és a kontaminánsok bizonyos mértékű jelenléte nem küszöbölhető ki – egy határérték alatti jelenlétük élelmiszereinkben megengedett. Sajnos a médiákban gyakran fordul elő, hogy fogyasztóvédők vagy más nem szakmai egyesületek kisszámú (néha 2-3) minta bevizsgálása alapján mondanak ítéletet termékekről, sőt országokról, nem ismerve az értékelésnél figyelembe veendő bonyolult tényezőket és a reális kockázatot. Ezért fontos feladata a nem szakember fogyasztókkal (peres esetekben a szakértőnek az ügyvédekkel) folytatott kommunikáció, a közölt analitikai adatok értékelési feltételrendszeréről. Szerző számos esetben, mint szakértő bizonyosodott meg ezek fontosságáról.

Eredetiségvizsgálat

Elsősorban a márkavédelem, ritkábban speciális kereskedelmi megfontolások, hozták felszínre azt a igényt, hogy megbízhatóan lehessen ellenőrizni a márkanévvel forgalomba hozott termék (pl. Hungarikum) eredetét, valóságát. Egy-egy ilyen feladat megoldása széles körű ismereteket igényel az adott termék speciális összetevőiről és természetesen a szóba jöhető módszerekről.

Hasonló jellegű feladat a GMO-t tartalmazó élelmiszerek kimutatása vagy egyes a minőségrontás bizonyításával kapcsolatos vizsgálat. Utóbbihoz tartozik pl. a kisebb értékű gyümölcs bekeverése a drágább (értékesebb) gyümölcskészítménybe, vagy olcsóbb halfajta felhasználása a különleges minőségű halpástétom gyártásánál.

Mikrobiológiai kontamináció

Szerzőnek, mint az UNESCO égisze alatt készült enciklopédia (Encyclopedia of Life Supporting Systems = EOLSS) élelmiszerminősítéssel, szabványosítással, élelmiszerbiztonsággal foglalkozó kötete szerkesztőjének módja volt számos ország szakértőjének véleményét megismerni az élelmiszerek mikrobiológiai kontaminációjával kapcsolatban. Meglepő volt hallani, hogy egy sor tényező miatt, a mikrobiológiai kontamináció még a fejlett országokban is élelmiszerbiztonsági kockázatot jelent, sőt egyes vélemények szerint a legfontosabb élelmiszerbiztonsági probléma (8), amely indokoltá teszi a a mikrobiológiai állapot gyors ellenőrzésére szolgáló módszerek keresését (9).

Élelmiszeranalitikus, élelmiszerminősítő szakemberek képzése

Történelmileg az állatfeldolgozással, állati termékekkel kapcsolatos közegészségügyi problémák az élelmiszerellenőrzésben az állatorvosnak (állatgyógyásznak) juttattak fő szerepet. A kémia fejlődése, az élelmiszerkémiai ismeretek bővülése a kémikusok, míg a táplálkozásban és mikrobiológia fejlődése az orvosok szerepét növelte. Ha ehhez hozzátesszük a műszer (módszer) fejlesztők segítségét az élelmiszerbiztonsági megítélés szempontjából szükséges statisztikai elemzést és kockázatelemzést, végül az élelmiszerjog és szabványok körét, akkor nem nehéz belátni az élelmiszeranalitika interdiszciplináris jellegét.

Németországban nem használják az élelmiszeranalitikus elnevezést. Az ilyen területen dolgozó szakember az „Élelmiszerkémikus” (Lebensmittelchemiker) aki a Német Élelmiszerkémikusok Egyesületének állásfoglalása szerint: „A fogyasztó- és környezetvédelem” (Experte für den Verbraucher- und Umweltschutz) szakembere. Nálunk is egyre gyakoribb az Élelmiszerminősítő- vagy Élelmiszerbiztonsági és -minőségi mérnök megnevezés.

Az Európai Kémikus Egyesületek Szövetségének Élelmiszerkémiai Bizottsága ajánlásokat dolgozott ki az élelmiszeranalitikára, élelmiszerminősítésre szakosodott hallgatók tantervére vonatkozóan, távolabbi célként jelölve az Európai Unión belüli harmonizációt. Viszonylag könnyen lehetett megállapodásra jutni a természettudományi alaptárgyak, az élelmiszerkémia és -analitika vonatkozásában. Vita tárgya az élelmiszertechnológiai ismeretek mélysége, a szükséges jogi, szervezési, kommunikációs ismeretek mértéke. Magyarországon először a Budapesti Műszaki Egyetemen indult speciális képzés Élelmiszerminősítő szakirány elnevezéssel az akkori Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék (mai nevén Alkalmazott Biotechnológiai és Élelmiszertudományi Tanszék) szervezésével, ma – többek között – a Corvinus Egyetemen (Élelmiszerbiztonsági és minősítő szakirány) Debrecenben (Élelmiszerbiztonsági és minőségi mérnöki szak), Szegeden (Minőségügyi rendszermenedzser), Kaposvárott folyik élelmiszeranalitikai képzés.

Kétségtelennek tartom, hogy legalábbis a hatósági élelmiszerellenőrzés egyre inkább különböző szakemberek team-munkájává válik. Nem vonatkozik ez a speciális vizsgálatra szakosodott vállalkozói laboratóriumokra, oktatási és egyéb intézményekre.

Irodalom

- Lásztity R., Petro-Turza M., Földesi T. : History of the food quality standards. In: Food quality and standards, ed. by R.Lásztity, developed under auspices of the UNESCO, EOLSS Publisher, Oxford, UK (www.eolss.net), 2002.
- Fincke, H.: Geschichte der Lebensmittelchemie. In: Handbuch der Lebensmittelchemie, Bömer.A., Juckenack,A., Tillmans,J., eds., Springer Verlag, Berlin 1933, pp. 61-94.
- Lásztity R.: Food Quality and Standards. In: Our Fragile World-Challenges and Opportunities for Sustainable Development, Vol.2. UNESCO Paris, 2001, pp. 1569-1590.

- König, J.: *Chemie der menschlichen Nahrungs und Genussmittel. Band I-VIII.*, Springer Verlag, Berlin, 1910-1918.
- Barna, M., Pálfí, E., Horváth, Z.: A táplálékallergiás fogyasztók táplálkozási biztonsága közös ügy. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* **55**(2), 83-104, 2009
- Farkas, J., Salgó, A.: Az élelmiszerbiztonság analitikai kérdései. Különös tekintettel a klímaváltozásra. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* **56**, 73-80, 2010.
- He, C., Long, Y., Pan, J., Li, K., Liu, F.: Application of molecularly imprinted polymers to solid-phase extraction of analytes from real samples. *J. of Biochemical and Biophysical Methods*, **70**, 133-150, 2007.
- Bardóczy, V., Mészáros T.: Aptamerek-az antitestek lehetséges alternatívái. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* **55**, 105-116, 2009.
- O'Brian, S.J.: Surveillance of foodborn disease in the United Kingdom. *New Food* **10**(4), 43-45, 2007.
- Garth Rand, A., Jianming, Ye, Brown, C.W., Letcher, W.S.: Optical biosensors for Food Pathogen Detection. *Food Technology*, **56**(3), 32-39, 2002.

Élelmiszeranalitika – múlt, jelen, jövő

Összefoglalás

Szerző, rövid történeti áttekintés után, elemzi az élelmiszeranalitika fejlődését befolyásoló tényezőket (élelmiszerbiztonság, egészséges táplálkozás, nutrigenomika, táplálékallergia) és a várható fejlődési irányokat. Kiemeli a bioanalitikai módszerek szerepének várható növekedését. Röviden érinti az élelmiszeranalitikus (élelmiszerminősítő) szakemberképzés kérdését.

Food Analysis – Past, Present, Future

Abstract

Following the short review of history of food control the main factors (food safety, nutrition and health, food allergy, nutrigenomic) influencing development of methods of food analysis and the trend in food control development are treated. Particularly the growing role of bioanalytical methods is stressed out. A short overview is given about education of specialist in this field.