

Bél mikrobiotánk táplálkozás-tudományi és élelmiszer-vizsgálati jelentősége

Farkas József

Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszer-tudományi Kar,
Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék

Érkezett: 2013. június 3.

A korábban bélfloorának nevezett, mai nevén bél mikrobiota elnevezésű, az emésztőrendszerünk „alsó részében” elhelyezkedő, („velünk egy asztalról étkező”) baktériumközösség néhány évtizeddel a mikrobiológia Louis Pasteur által a XIX. században megalapozott tudománya kibontakozása után lett a XX. század elejére tudományos vizsgálatok tárgya, annak kapcsán, hogy a Pasteur Intézetben dolgozó Ilja Mecsnyikov (1845-1916) orosz természettudós és követői hirdetni kezdték, hogy az ember és az állatok bélfloorája védelmet nyújt a „rothasztó” emésztőszervi kórokozókkal szemben, az anyatejjel táplált csecsemők belében kialakuló fermentatív baktériumközösség által. Az akkoriban híresen hosszú életű bolgár parasztok által fogyasztott, erjesztett tejkészítményekből akkor „Bacillus bifidus”-nak nevezett (ma a Lactobacillus és a Bifidobacterium nemzetségbe tartozóknak tekintett) mikrobákról megállapították, hogy nagy mennyiségű tejsavat képeznek. Mecsnyikov azt javasolta, hogy az emésztőrendszer „vad” mikroflóráját ilyen erjesztett tejtermékek (joghurt, kefir, savanyú tejszín) „probiotikus” mikroflórájával lehet helyettesíteni és a csecsemők hasmenéses megbetegedését gyógyítani (Klaenhammer, 2001). Ezek a javaslatok az elmúlt évszázadban a „probiotikus” hatásra alapozott gyártmányfejlesztéseknek óriási kereskedelmi sikert hoztak (Bourdichon et al., 2012).

A XX. század második felében a DNS szerkezetének megismerése által elindított genomikai, molekuláris biológiai kutatások azonban e területen is sokkal szélesebb körre vonatkozó új felismerésekhez vezettek (Vaughan et al., 1999; NAS, 2007), amelyek a XXI. századi élelmiszer- és táplálkozástudomány területének is új, rendszerbiológiai irányait és kihívásait jelentik (Tannock, 1999; Hood, 2012), noha a „humán mikrobiom” csak egy fajtája az élőlények világában a biológia tudománya által megismert, igen sokféle és óriási jelentőségű

együttélési, szimbiotikus kapcsolatoknak. Érthető, hogy a tudományos világ egyik legnagyobb tekintélyű folyóirata az amerikai Science például 2012. évi júniusi számában egy tucat, itt nem részletezhető cikket szentelt a bél mikrobiota kutatások különböző területeinek. Hasonlóan nagy figyelmet fordít a másik vezető természettudományi folyóirat, az angol Nature is ennek a témakörnek.

A bél mikrobióta egészségügyi és táplálkozástudományi jelentősége

Egy gazdaszervezet és az azt „lakó” mikroorganizmusok és génjeik komplex rendszerét nevezik mikrobiomnak. Kölcsönhatásaik kihatnak a gazdaszervezet fiziológiájára és „homeosztázisuk” jelentős szerepet játszik a gazdaszervezet egészségi állapotában. A közelmúlt kutatások vizsgálati eredményei mutatják, hogy a főként a testüregeinkben és a bőrfelületünkön velünk élő „humán mikrobiom” sejtjeinek az összes száma egy nagyságrenddel nagyobb, mint testi sejtjeink összes száma és nagyságrendekkel több lehet ennek a mikrobiomnak a génkészlete, mint a „saját” génjeink száma. E szimbiota baktériumsejtek összömege a felnőtt emberben a 2 kg-ot is elérheti, a fajok száma pedig az ezret is meghaladhatja. A bennünk lévő mikroorganizmusokkal tehát tulajdonképpen „szuperorganizmust” alkotunk, óriási genetikai repertoárral. A mikrobiotánk közül a béltraktusban lévők különös jelentőségük élelmiszer- és táplálkozástudományi szempontokból. E mikrobiota megfelelő állapota nélkülözhetetlen a megfelelő emésztéshez, immunrendszerünk működéséhez és a betegségek féken tartásához. A bélbaktériumok vitaminokat állítanak elő a gazda számára, mérgező vegyületeket ártalmatlanítanak és segítenek megőrizni a bélnyálkahártya épségét.

A mikrobiota összetétele nagyon komplex, ugyanakkor „gazdaspecifikus” is, bár változik a táplálék összetétellel, valamint a személy korától, genetikai adottságaitól, fiziológiai állapotától és sok más hatástól függően (Hughes, 2012). Az elmúlt évek kutatásai tehát arra mutatnak, hogy a bél mikrobiota igen sokirányú kölcsönhatásban van a szervezetünkkel, ami a probiotikumokkal kapcsolatos modern kutatásoknak is a korábbiaknál még fontosabb szerepét indokolja. Bár a vizsgálatok jelentős része főként laboratóriumi állatokkal, rágcslókkal végzett kísérleteket involvál, ezek is humán egészségügyi és táplálkozástudományi jelentőségű következtetéseket eredményeznek.

A bél mikrobiotával és a probiotikus hatással kapcsolatos modern kutatások az elhízással, az ételallergiával, a bélgyulladásokkal, az immunológiával is összefüggésben vannak, sőt a belünk és az agyunk között is van valamiféle kommunikációs kapcsolat (Collins et al., 2012). Ezek alapján remélni lehet, hogy jobban megértjük a bél mikrobiota és bizonyos stressz-reakciók közötti kapcsolatokat is. Holland kutatók mikro-elektronikus kapszulák segítségével, nem-invazív módon képesek voltak „mintákat venni” a vékonybél fiziológiai jellemzésére és bizonyos „funkcionális” élelmiszerek hatásának tanulmányozására. Állati őssejtekből laboratóriumban előállított „bél szimulátorok” segítségével pedig biztató eredményeket kaptak arra is, hogy segítségükkel in vitro tanulmányozzák a bél fiziológia és a sejtek kommunikációja táplálkozási kölcsönhatásait (Komitopoulou, 2012). A vizsgálatok azt mutatják, hogy a sovány és az elhízott emberek bél mikrobiotája különbözik egymástól (Tremaroli és Bäckhed, 2012), ami bizonyos, nem emészthető, a probiotikus baktériumok szaporodását serkentő adalékanyagok, a „prebiotikumok” (pl. galaktooligoszacharidok) használatával befolyásolható. Ily módon remélik, hogy mérsékelhető a „metabolikus szindrómának” nevezett tünet együttes.

A „nyugati világ” keveset mozgó és kiegyensúlyozatlanul táplálkozó fogyasztói között egyre gyakoribb metabolikus szindróma magában foglalja a vérzsírok szintjének kedvezőtlen változását, a szénhidrátok anyagcseréjének zavarát, akár cukorbetegséget, a vérnyomás emelkedését és hasi elhízást, illetve következményként kardiovaszkuláris betegséget (Lee & Mazmanian, 2010; Flak et al., 2013). Prebiotikumokkal növelni lehetett a fekális bifidobaktériumok számát a kevésbé kívánatos baktériumok rovására. A bélben bizonyos probiotikus baktériumokkal bakteriocineknek nevezett antimikrobás anyagok „termelhetőek” (Cotter et al., 2013), amik olyan tradicionális antibiotikumoknak az alternatívái lehetnek, amelyekkel szemben a fertőző baktériumok egyre inkább rezisztenssé válnak.

A Human Microbiome Project

A Human Microbiome Project egyike korunkban az igen nagy kutatói konzorciumokat összefogó és hatalmas anyagi ráfordításokkal támogatott kutatási együttműködéseknek (HMP, 2012). Ebben az együttműködésben azt is figyelembe veszik, hogy a bennünk élő mikrobák közül igen sok nem tenyészthető laboratóriumi körülmények között. Ezt a problémát úgy kerülik meg, hogy a fajok katalogizálását

nem tenyésztéses módszer alapján, hanem „metagenomikával”, a genetikai profil megállapításával végzik (NAS, 2007). Ennek eredményei arra utalnak, hogy nincs egyetlen, például az emberi emésztőrendszerre jellemző mikrobiom: nagy különbségek vannak különböző egészséges egyének mikrobiotájának összetétele, ökológiája és genetikai készlete között is. A kor- és nembeli, vagy testtömeg szerinti különbségek a variabilitásnak csupán egy részére adnak magyarázatot, és úgy látszik, hogy a földrajzi környezet, s különösen az élelmiszert fogyasztók táplálkozási szokásai is szerepet játszanak benne (Tremaroli & Bäckhed, 2012). Kézenfekvő a következtetés, hogy a sok országra jellemző öregedő népesség szempontjából különösen fontossá válnak olyan kutatások, amelyek annak megállapítására irányulnak, hogy milyen táplálkozással lehet fenntartani vagy egészség-megőrző irányba befolyásolni a mikrobiomokat (Hughes, 2012).

A további kutatások irányai

Nyilvánvaló, hogy a mikrobiota mibenlétének a vizsgálata csak első lépése az új biológiának, mert a mikrobiota „katalogizálása” arra nem ad információt, hogy milyen anyagcsere-kölcsönhatások vannak a mikrobiota és a gazdaszervezet között. Ennek a „funktionalitásnak” a megértése segíteni fog abban, hogy például táplálkozás-egészségügyi szempontból milyen beavatkozásokkal, terápiákkal lehet a megfelelő célt elérni. Ez a jövőben az egészségvédelem egyik fő módszerévé válhat, egyebek között az elhízottság és a metabolikus szindróma specifikus klinikai manifesztációinak eredményesebb kezeléséhez. Ilyen értelemben a mikrobiota-alapú beavatkozások a probiotikum kutatásnak is új irányait jelölhetik ki. Itt kaphatnak szerepet az élelmiszertudományban is egyre több célra használt modern analitikai eszközök és módszerek, például az *in vitro* bél szimulátorokkal (Komitopoulou, 2012) kapcsolatos holisztikus interdiszciplináris kutatásokban. Ezekre a bélbaktériumok és az élelmiszerekben lévő polifenolok komplex anyagcsere kölcsönhatásainak a felderítésére irányuló törekvések (Van Duynhoven et al., 2010; Kemperman et al., 2010) már példát mutatnak. Ilyen interdiszciplináris kutatásokat termékenyíthetnek meg az antioxidáns hatású sokféle természetes anyagról összegyűlt információk olyan rendszerbiológiai – bioinformaikai vizsgálatait, amelyekről egy másik közleményünkben (Farkas et al., 2012) már írtunk.

Irodalomjegyzék

- Bourdichon, F., Seifert, J., Hansen, E.B. (2012) Benefit risk assessment of microbial food cultures. *New Food*, 15 (5) 62-66.
- Collins, S. M., Surette, M., Bercik, P. (2012) The interplay between the intestinal microbiota and the brain. *Nature Reviews Microbiology*, 10, 735-742.
- Cotter, P. D., Ross, R.P., Hill, C. (2013) Bacteriocins -- a viable alternative to antibiotics? *Nature Reviews Microbiology*, 11, 95-105.
- Farkas J., Lugasi A., Beczner J., Baranyi J. (2012) Az élelmiszer-tudomány kevésbé kiaknázott területe: az antioxidáns hatású természetes szerves anyagok rendszerbiológiai – bioinformatikai vizsgálata. *Élelmiszer Tudomány Technológia*, 66 (4) 1-4.
- Flak, M. B., Neves, J. F., Blumberg, R.S. (2013) Welcome to the microgenderome. *Science*, 339, 1044-1045.
- HMP (2012) Structure and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*, 486, 207-214.
- Hood, L. (2012) Tackling the microbiome. *Science*, 336, 1209.
- Hughes, V. (2012) Microbiome – Cultural differences. *Nature*, 492, S14-S15. doi:10.1038/492S14a.
- Kemperman, R.A., Bolca, S., Roger, L.C., Vaughan, E. E. (2010) Novel approaches for analysing gut microbes and dietary polyphenols: Challenges and opportunities. *Microbiology*, 156 (11) 3224-3231.
- Klaenhammer, T. R. (2001) Probiotics and prebiotics. In: *Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers* 2nd ed. (szerk.: Doyle, M.P., Beuchat, L. R., Montville, T.J.) ASM Press, Washington, D.C., 797-812.
- Komitopoulou, E. (2012) Evaluating prebiotic and probiotic functionality: an overview of available in vitro methodologies. *New Food*, 15 (5) 53-56.
- Lee, Y. K., Mazmanian, S. K. (2010) Has the microbiota played a critical role in the evolution of the adaptive immune system? *Science*, 330, 1768-1773.
- Mueller, K., Ash, C., Pennisi, E., Smith, D. (2012) The gut microbiota. *Science*, 336, 1245.
- NAS (2007) Understanding our microbial planet. The new science of metagenomics. National Academy of Sciences. <http://dels.nas.edu/metagenomics>.
- Tannock, G. w. (1999) Analysis of the intestinal microflora: a renaissance. *Antonie Leeuwenhoek*, 76, 265-278.
- Tremaroli, V. , Bäckhed, F. (2012) Functional interactions between the gut microbiota and host metabolism. *Nature*, 489, 242-249.

Van Duynhoven, J., et al. (2010) Metabolic fate of polyphenols in the human superorganism. PNAS Early Edition, 1- 8.
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/paas.1000098107.

Vaughan, E. E., Heilig, H.G.H.J., Zoetendal, E. G., Satokari, R., Collins, K., Ackermans, A.D.L., de Vos, W.M. (1999) Molecular approaches to study probiotic bacteria. Trends in Food Sci. Technol., 10, 400-404.

Bél mikrobiotánk táplálkozás-tudományi és élelmiszer-vizsgálati jelentősége

Összefoglalás

Egy évszázaddal Mecsnyikovnak a probiotikus baktériumokkal kapcsolatos úttörő vizsgálatai és javaslatai után, a béltraktusban élő mikrobiota és a gazdaszervezettel való kölcsönhatásai XXI. századi interdiszciplináris kutatási területté váltak, a XX. század második felében kibontakozott molekuláris biológia és genomika módszerei által megtermékenyítve, a humán mikrobiom kutatása kapcsán. A közlemény rövid áttekintést ad ennek táplálkozás-tudományi vonatkozásairól, és felhívja a figyelmet a modern élelmiszeranalitikai módszerek alkalmazásainak kilátásaira ezen a komplex tudományterületen.

Nutritional and Food Analytical Importance of the Gut Microbiota

Abstract

After one century followed the pioneering studies and proposals by Metchnikoff on probiotic bacteria, the symbiotic gut microbiota and its interactions with the host became an interdisciplinary research area of the XXIst century, facilitated by the molecular biology and genetical methods developed during the second half of the XXth century. The article attempts to give a brief overview on the nutritional health relevance and the prospects of food analytical research in this complex scientific field.