



*A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Pixabay*

A növényvédőszer-maradék expozícióbecsléséhez használt fogyasztási adatok bizonytalanságának néhány kritikus eleme

Kulcsszavak: növényvédőszer-maradék expozíció, bifentrin szermaradék, fogyasztók átlagos napi expozíciója

1. Összefoglalás

A növényvédő szerek felhasználási engedélyének kiadása előtt meg kell győződni arról, hogy a kezelt termékekben maradó szermaradék nem káros az emberi szervezetre és a környezetre. A fogyasztókat érő növényvédőszer-maradék expozíció számított értékét számos bizonytalansági tényező befolyásolja. Cikkünkben a fogyasztott élelmiszerek mennyiségének becslését befolyásoló paraméterek közül egy, sztenderdizált ételadagokat feltüntető képeskönyv használatával, a fogyasztott élelmiszerek felmérésekor a közölt élelmiszerek összetételének behatárolásával, a kérdezett személy testtömegmérésével kapcsolatos kérdésekkel foglalkozunk. Az elemzés alapját a kikérdezés során kapott közelítő információ figyelembevételével megválasztott sztenderd élelmiszerkiszabatok, valamint a pontosan ismert élelmiszer-összetevők és mennyiségeik alapján, bifentrin szermaradékadatok felhasználásával, számított napi fogyasztói expozíció képezte. Az eredmények azt mutatják, hogy kellő dietetikus ismeretekkel és tapasztalattal rendelkező szakemberek közreműködésével, a jelenleg Magyarországon folyamatban lévő fogyasztási tényező (EU-MENU) felmérésben alkalmazott, NutriComp szoftver és adatbázis segítségével kapott expozíciós adatok nem térnek el szignifikánsan a fogyasztott élelmiszerek összetételének és mennyiségének ismeretében számított napi expozíciótól. A naponkénti eltérések átlagos fogyasztási adatok számításakor várhatóan kiegyenlítik egymást. Feltételezhetjük tehát, hogy a felmérés során kapott adatok megbízható információt adnak a magyar fogyasztók átlagos napi expozíciójának számításához.

2. Bevezetés

A növényvédő szerek használata elkerülhetetlen annak érdekében, hogy Földünk növekvő lakossága számára megfelelő minőségű és mennyiségű termék álljon rendelkezésre. 2050-re előreláthatóan 9,1 milliárd ember ellátásáról kell gondoskodni. A növényvédő szerek döntő hányada toxikus vegyület. Nemkívánatos mellékhatásaik kiküszöbölésére, minimalizálására széleskörű elővizsgálatok alapján

meghatározott alkalmazási körülményekhez kötik felhasználásukat. A kísérleti eredmények engedélyezést megelőző értékelésének fontos része a fogyasztók növényvédőszer-maradék krónikus és akut kitétségének (expozíciójának) a meghatározása, ami nemzetközi és nemzeti szinten, az USA kivételével, determinisztikus módszerrel történik. A becsült napi bevétel (EDI: estimated daily intake, naponta a szervezetbe jutó szermaradék mg/kg testtömeg) számítás alapösszefüggése rendkívül egyszerű:

¹ Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

² Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Alkalmazott Egészségtudományi Intézet, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék

³ NutriComp Bt.

⁴ Nyugdíjas, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

$$EDI = \sum(STMR_i \times F_i) \quad (1)$$

ahol $STMR_i$ az i -ik élelmiszerben előforduló szermaradékok medián értéke (supervised trials median residues) [mg/kg], F_i pedig az átlagos napi fogyasztás [kg] beleértve a „nem fogyasztókat” is. Feldolgozott termékeknél a feldolgozott termékben mért szermaradék medián értéke szerepel (STMR-P). A számított nemzetközi (IEDI) vagy nemzeti szinten (NEDI) rendelkezésre álló adatokból számolt bevitt a növényvédő szerre megállapított elfogadható maximális bevitt ADI (acceptable daily intake; naponkénti mg/ttkg) értékéhez viszonyítják.

A rövidtávú bevitt a 24 óra alatt elfogyasztott élelmiszerrel a szervezetbe jutó szermaradék mennyiségének számítása, a legegyszerűbb esetben hasonló elven történik:

$$IESTI = \frac{LP \times (HR_{or} HR - P)}{tt} \quad (2)$$

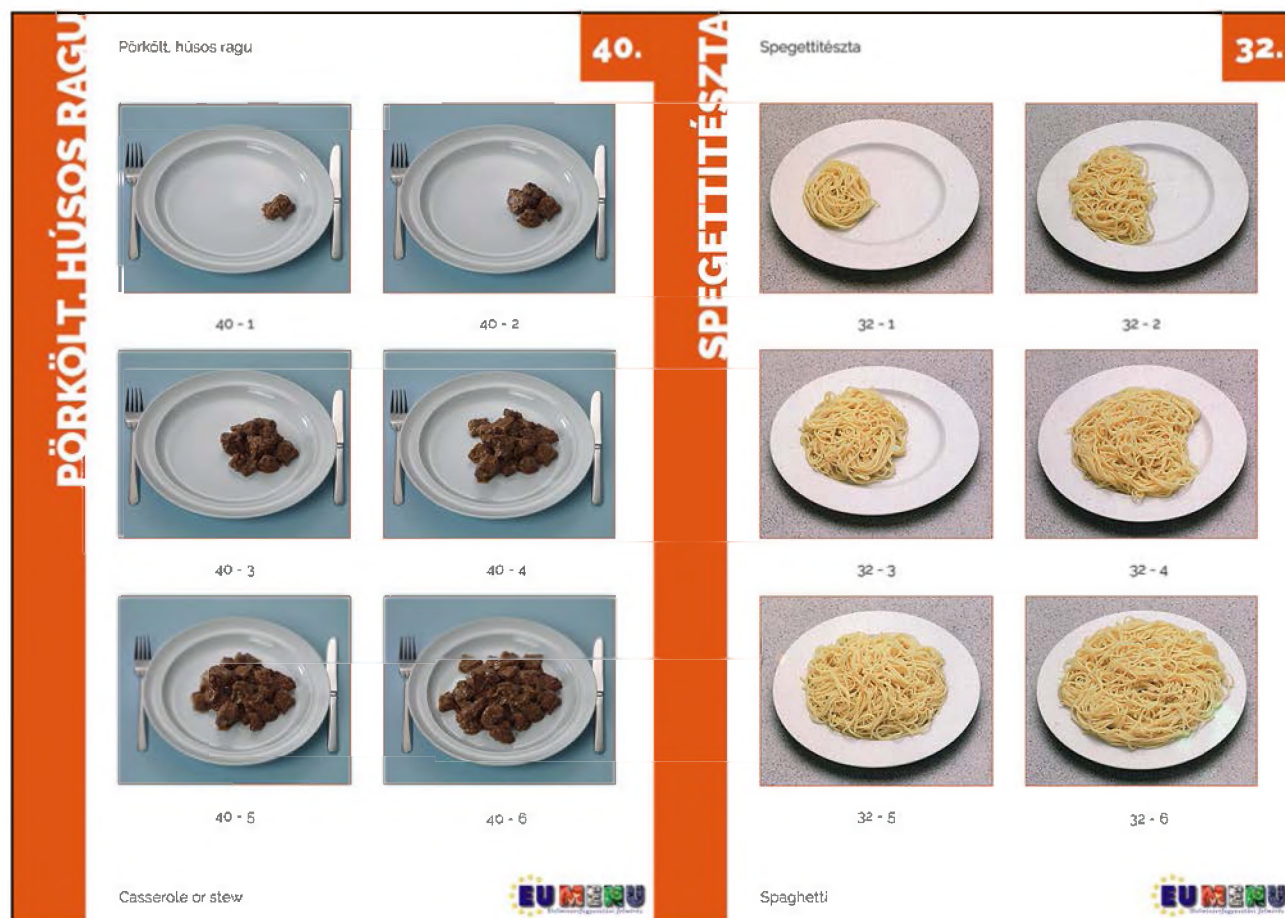
ahol LP (large portion; nagy adag) egy adott élelmiszerből a fogyasztók által naponta fogyasztott mennyiség 97,5 percentilise, HR (highest residue) pedig a kísérletekben mért legmagasabb szermaradék koncentráció, tt [kg] a testtömeget jelöli. A különböző esetekben alkalmazandó összefüggések pontos ismertetése a FAO kézikönyvben, [1], illetve az Európai Unióban alkalmazott Primo modell leírásánál [2] található. Az akut bevitt a legmagasabb bevitt ered-

ményező növényvédőszer-maradék élelmiszer kombinációra számítják, azt feltételezve, hogy ha valaki egy adott élelmiszerből nagy mennyiséget fogyaszt, akkor a többi élelmiszerből csak kis mennyiséget tud fizikai korlátok miatt elfogyasztani.

Az egyszerű alapösszefüggés mindkét tagjának tényleges értékét, következésképpen a számított fogyasztói expozíciót számtalan bizonytalansági tényező befolyásolja, mint például az STMR, HR esetében a növényvédő szerrel végzett szerkísérletek száma (az ehető hányadban és a teljes terményben), a mért szermaradék viszonya, a mintavétel, a szermaradék meghatározás, az ipari feldolgozási eljárások vagy az egyes konyhatechnikai műveletek körülményei.

Az elfogyasztott élelmiszer mennyiségét és összetételét különféle módszerekkel becsülik. A kapott eredmény pontosságát, variabilitását ugyancsak több tényező befolyásolja, az ezekkel kapcsolatos tapasztalatokról számos tudományos közlemény számolt be. A kockázatbecslés elvi alapjaival, bizonytalansági forrásaival foglalkozó szakirodalmat, valamint a saját, konkrét fogyasztási és szermaradék-koncentráció adatokkal végzett vizsgálataink eredményeit három szakcikken foglaltuk össze, illetve ismertettük [3], [4], [5].

A táplálékkal bevitt szennyezőanyagok, köztük a növényvédőszer-maradékok mennyiségét akkor lehet megbecsülni, ha az élelmiszerek szennyezettségének



1. ábra. Pörkölt és spagetti adagok bemutatása a NutriComp képesalbumban
Figure 1 Presentation of stew and spaghetti portions in the NutriComp picture book

ismeretén kívül az élelmiszerfogyasztást (élelmiszer típusát, összetevőit, fogyasztott mennyiségét) is jellemezni tudjuk. Jelen közleményünkben a 2×24 órás visszaemlékezésen alapuló élelmiszerfogyasztási felmérések során kapott adatok variabilitását (bizonytalanságát) befolyásoló tényezők hatását elemezzük.

3. A 2×24 órás fogyasztási felmérés gyakorlata

A 24-órás visszakérdés (24-hour recall) módszer esetén a vizsgált személy által az előző napon fogyasztott ételek és italok mennyiségének és minőségének, valamint a fogyasztás időpontjának kikérdezésére és rögzítésére kerül sor, célszerűen megfelelő számítógépes program alkalmazásával, mint például a jelenleg Magyarországon folyó EU MENU felmérésnél alkalmazott NutriComp [6], [7] vagy több európai országban használt EPIC-SOFT [8], [9]. A vizsgálat történhet személyes interjú keretében vagy telefonon keresztül. Az elfogyasztott táplálék visszaidézése a válaszadó emlékezetétől függ. Az elfogyasztott adagok nagyságának pontos becslését a gyakorlott kérdező, valamint képesalbum alkalmazása megkönnyítheti. [10]

A képesalbum általában a leggyakrabban fogyasztott tipikus élelmiszerek, standardizált körülmények között készített különböző adagjainak (4-6) fényképét mutatja növekvő sorrendben (1. ábra). Tekintve, hogy a képesalbum mérete, a bemutatható élelmiszerek száma, korlátozott, egy képsorozatot több, hasonló megjelenésű, élelmiszer adagjának a becslésére is felhasználják.

Mivel a különböző ételek alapanyagától, elkészítési módtól függően különböző térfogatsúlyúak lehetnek, a látszatra azonos mennyiségű ételek tömege különböző lehet. A felmérésben résztvevő személyek a fogyasztott élelmiszer mennyiségét a képesalbumon látható képhez viszonyítják. A lehető legpontosabb adagbecsléshez szükség van tehát a képen látható, arányosan növekvő adagokkal reprezentált élelmiszerek pontos tömegének ismeretére és figyelembevételére.

4. Az ételek tömeg-egyenértékének meghatározása

A tömeg-egyenértékének meghatározására kidolgozott módszert öt az EPC-SOFT (ES) képesalbumban szereplő étel magyar alapanyagokból, hazai recept szerint készített „azonos” változatának a példáján mutatjuk be. A „látszólag azonos adag” kivételét egyéni percepció¹ hiba terheli.

A kísérletben 21 résztvevő a hazai vendéglátásban kapható alapanyagokból elkészített ételből az ES képesalbumban szereplő étel meghatározott adagjával (w_k [g]) látszólag megegyező mennyiséget vett ki előre lemért tányérra, majd 0,1 g pontossággal megmértük a kivett adag súlyát (w_n , [g]). Az ismételt adagbecsléssel és mérésrel kapott átlagos tömeg (\bar{w}), valamint az ES képen szereplő mintaadaghoz rendelt ételtömegeből (w_k) számítottuk a konverziós faktort:

$$\rho = \bar{w}_n / w_k \quad (3)$$

¹ A percepció az adagbecslést végző személy azon képessége, hogy milyen pontosan tudja megbecsülni és kivenni a fényképen látható adagot.

1. táblázat: ES képesalbum adagjainak tömegequiválens számítása.
Table 1: Weight equivalent calculation of ES picture book portions.

Étel megnevezése / Food	Főtt burgonya Cooked potatoes	Paraj-főzelék Spinach stew	Sertéspörkölt* Pork stew*	Spagetti Spaghetti	Sült hússzelet Roast meat slice
ES alapján kimért adag sorszáma Serial no. of portion measured according to ES	2	4	4	5	2
Adott ES sorszámmal tartozó tömeg (g) Weight corresponding to the given ES serial no. (g)	141	243	276	320	132
Becsült tömegeloszlás Estimated weight distribution					
Átlag / Average	271.68	265.11	298.7	228.52	129.77
CV	0.24	0.16	0.24	0.20	0.26
Medián / Median	266.0	271.0	276.0	240.0	111.0
Min.	112.6	161.0	215.8	127.6	89.0
Max.	456.0	319.1	439.9	317.0	203.8
Konverziós faktor Conversion factor	1.93	1.09	1.08	0.71	0.98

*Az eredeti adatsor két-két legkisebb (57g, 190g) és legmagasabb (2×469.7 g) kiugró értékeit 2 lépcsős winsorizálással korrigáltuk. [3]

*The two lowest (57 g, 190 g) and highest (2×469.7 g) values of the original data series were corrected by 2-stage winsorization. [3]

A képeskönyv alapján becsült fogyasztási adagok w_f valódi tömege:

$$w_f = w_k \times P \quad (4)$$

Az **1. táblázat** tartalmazza ételenként az ES adagok eredeti tömegét, a kinézetre azonos mennyiségű becsült, tányérra kivett adagok mért tömegét, valamint a (3) egyenlettel számított konverziós faktort.

Az ismételt mérések relatív szórása gyakorlatilag a képeskönyv validálásakor elfogadási kritériumnak tekintett 30% közelében volt [3]. A kísérletünkben

szereplő ételek közül 95%-os valószínűséggel a főtt burgonya és a spagetti tömege tért el a képeskönyvben megadott tömegtől. Parajfőzelék és sült hússzellet esetén az eltérés nem szignifikáns.

5. Az élelmiszer-fogyasztási felmérés során köztölt ételek összetételének becslése

Az ember szervezetébe a táplálékkal kerülő szennyezőanyagok mennyiségének becsléséhez ismerni kell az élelmiszerfogyasztás jellemzőit, vagyis azt, hogy milyen élelmiszereket, milyen nyersanyagokból készített ételeket, milyen mennyiségben fogyasztottunk, és az elfogyasztott élelmiszerek milyen

2. táblázat. Két nem egymást követő nap fogyasztási adatai.
Table 2 Consumption data for two non-consecutive days

Étkezés / Meal	Élelmiszerek / Food	Fogyasztott mennyiségek Amount consumed	
		Mért Measured	Becsült Estimated
Reggeli / Breakfast	Kukoricapehely / Cornflakes	90g	40g
	Száritott áfonya / Dried blueberries	83g ¹	50g ¹
	Tej / Milk	100ml	100g
	Kávé 10% tejjel / Coffee with 10% milk	100ml	50g ³
Tízórai / Snack	1 alma (közepes méretű) / 1 apple (medium size)	170g	150g ²
	1 körte (közepes méretű) / 1 pear (medium size)	170g	150g ²
Ebéd / Lunch	Sertésből készített pörkölt / Pork stew	100g	110g
	Galuska / Noodles	200g	180g
	Almalé / Apple juice	300ml; 450g ¹	300g
Uzsonna / Snack	1 banán, közepes méretű / 1 banana (medium size)	110g; 93,5g ²	100g ²
	1 narancs, közepes méretű / 1 orange (medium size)	140g ²	150g ²
Vacsora / Dinner	Vaj / Butter	12g	12g
	Félbarna kenyér, 2 szelet / Half-and-half bread, 2 slices	67g	120g
	Kakaó / Cocoa	300ml	300g
Egyéb napi folyadékfogyasztás Other daily fluid consumption	Víz / Water	1000ml	1000g
	2. fogyasztási nap / 2nd consumption day	Mért Measured	Becsült Estimated
Reggeli / Breakfast	Teljes kiőrlésű kenyér, 2 szelet / Whole grain bread, 2 slices	80g	80g
	Delma margarin / Delma margarine	10g	10g
	Sonka / Ham	50g	50g
	Paprika / Peppers	50g	50g
	Narancslé / Orange juice	300ml, 570 g ²	300g
Tízórai / Snack	Almáspite / Apple pie	150g	118g
Ebéd / Lunch	Sertéshúsból készített fasírt / Pork meatloaf	100g	104g
	Zöldborsófőzelék / Green pea stew	370g	307g
	Áfonya / Blueberries	120g	120g
Uzsonna / Snack	1 kivi, közepes méretű / 1 kiwi (medium size)	75g ²	70g ²
	1 mandarin, közepes méretű / 1 tangerine (medium size)	120g; 102g ²	50g ²
Vacsora / Dinner	Szamócalekváros palacsinta (4 db) Pancake filled with strawberry jam (4 pcs)	357g	132g
	Kakaó / Cocoa	300ml	300g
	Egyéb napi folyadékfogyasztás Other daily fluid consumption	Víz / Water	1000ml

Megjegyzések / Notes:

¹Nyers gyümölcsre átszámítva. / Expressed as raw fruit.

²Nyers gyümölcs ehető hányada. / Raw fruit edible fraction.

³Eszpresszó kávé. / Espresso.

koncentrációban tartalmazták a vizsgált szennyező anyagot. A szermaradékok kimutatását a vizsgálatok döntő többségében nyers mezőgazdasági termékekben (RAC – raw agricultural commodities) végzik (pl. gyümölcsök esetében azok nyers, tisztítatlan állapotában), így elengedhetetlen, hogy a fogyasztási felmérésekben is nyersanyag-komponensekre bontsuk a készételeket, összetett élelmiszereket.

Az interneten számtalan recept található szakácskönyvekből vagy egyéni receptgyűjteményekből. Ugyanazon étel elkészítéséhez számos receptvariáns létezik. Ugyanazon név alatt futó termékek elkészítésének módja, összetevőinek aránya jelentősen különbözhet. [5] A gyakorlott ételkészítők esetében az adott recepttől való eltérés akár a 30%-ot is meghaladhatja. Ők ugyanis többnyire nem mérik le az egyes alapanyagok tömegét, hanem „érzés” szerinti mennyiségben keverik össze azokat a kellő állag eléréséig.

Az egyén szintjén végzett fogyasztási felmérésekben az egyes fogyasztók nem rendelkeznek azzal az ismeretanyaggal, mely lehetővé tenné, hogy az elfogyasztott élelmiszereket a nyersanyagok felsorolását ilyen módon részletezve adják meg. A fogyasztott ételek pontosabb jellemzését, elfogyasztott mennyiségét a kérdezőbiztosok ellenőrző kérdésekkel tudják elősegíteni. Ezért fontos, hogy a vizsgálatot végző személy, dietetikai tudással és megfelelő gyakorlati rendelkezéssel, ami nagyban növeli az eredmény megbízhatóságát. A kérdezőbiztosoknak tájékozottnak kell lenniük abban is, hogy milyen élelmiszerek

vannak a piacon, ismerniük kell az ételek körülbelüli elkészítési módját, illetve konyhatechnológiai alapismeretekkel is rendelkezniük kell.

A fogyasztási tényező felmérés bizonytalanságának szemléltetésére összehasonlítottuk a 2×24 órás felmérés során kapott információk alapján a NutriComp adatbázisban szereplő standard összetételű ételek összetevőit a saját otthonunkban alkalmazott receptek szerint elkészített ugyanazon ételek összetevőivel. A felmérésben szereplő személyt előzetesen megkértük, hogy a fogyasztott ételek mennyiségét mérje meg és jegyezze fel, de a jegyzeteit a kikérdezéskor ne használja, és csak a memóriájára hagyatkozva válaszoljon a kérdezőbiztosnak.

Az ételek elkészítése során minden összetevő tömegét 0,1 g pontossággal mértük meg, és feljegyeztük a felhasznált nyersanyagok össztömegét, valamint az elkészült étel fogyasztásra kész tömegét. A frissen fogyasztott vagy gyorsfagyasztott gyümölcsök tömegét az első esetben a fogyasztó által becsült közelítő mérettel (kicsi, közepes) vettük figyelembe. Megjegyezzük, hogy a NutriComp szerinti összetevők meghatározásakor a pontosan mért tömegek nem álltak rendelkezésre. A fogyasztott ételek konkrét és az átlagos adatok alapján becsült tömegét a **2. táblázatban** foglaltuk össze. A konkrétan mért komponens tömegeket egy adagra számolva, illetve a NutriComp adatbázisból származó összetevőket a **3. táblázat** tartalmazza.

3. táblázat. Elkészített ételek komponensei [g]¹ (A táblázat a 1730. oldalon folytatódik.)
Table 3 Components of prepared dishes [g]¹ (The table to be continued at the page 1730.)

Étel / Dish	Saját recept ² Own recipe ²	NutriComp recept NutriComp recipe	CV _{Cu} ⁵
Sertéspörkölt / Pork stew			
Sertéshús / Pork	71.7	100	0.345
Vöröshagyma / Onions	24.3	25	0.94
Zöld paprika / Green peppers	2.4		1.36
Paradicsom püré / Tomato puree	0.9		0.77 ⁶
Lecsőkonzerv / Canned letscho		15	0.77 ⁶
Piros paprika, őrölt Red pepper, ground	0.6	1	1.39
Fokhagyma / Garlic	-	0.8	
Galuska / Noodles			
Tojás / Eggs	18.3	8	0.545
Fehér liszt / White flour	83	80	0.356
Olaj / Oil		10	
Almáspite / Apple pie			
Fehér liszt / White flour	40	34.2	0.26
Tojás / Eggs	13.2		0.64
Só / Salt	0.2	2.8 ³	
Margarin / Margarine	19	6.3	0.277

Étel / Dish	Saját recept ² Own recipe ²	NutriComp recept NutriComp recipe	CV _{cu} ⁵
Porcukor / Powdered sugar	25	14.3	0.484
Tej 2,8% / Milk, 2.8%	3.8	20.3	NA
Alma / Apples	78.9	50	0.216 ⁷
Fahéj / Cinnamon	0.45		0
Dió / Walnuts		5	NA
Sütőpor / Baking powder	1.3		
Fasírt / Meatloaf			
Sertéshús, darált / Pork, ground	79	80	0.257
Tojás / Eggs	8	10	0.32
Olaj / Oil	3.2	10	
Só / Salt	1.1	3	
Feketebors / Black pepper	0.2	0.5	0.76
Piros paprika, őrölt Red pepper, ground	2.4	1	1.13
Vöröshagyma / Onions	16.1	10	0.532
Mustár / Mustard	5.7		
Félbarna kenyér Half-and-half bread	11.5 ⁴		0.34
Zsemlemorzsa / Breadcrumbs	7.1	13.5	0.52
Fokhagyma / Garlic		0.5	0.345
Cukorborsó főzelék Green pea stew			
Mirelit zöldborsó Frozen green peas	193.6	200	0.424
Fehér liszt / White flour	2.2		0.35
Tej 2,8% / Milk, 2.8%		100	0.614
Cukor / Sugar		5	
Kacsaszőr / Duck fat	1.7		0.47 ⁸
Só / Salt	2.2	2	
Palacsinta / Pancakes			
Tojás / Eggs	35	16	0.296
Olaj / Oil	45	12	1.44 ⁹
Tej 2,8% / Milk, 2.8%	92.5	6	0.336
Fehér liszt / White flour	102.5	60	0.24
Szamócalekvár / Strawberry jam	20	60	
Só / Salt		2	
Cukor / Sugar		8	

Megjegyzések / Notes:

NA: csak egy recept tartalmazott tejet / NA: only one recipe contained milk.

¹A táblázat saját recept oszlopa csak azokat az összetevőket tartalmazza, melyekben bifentrin szermaradék jelenléte várható. / The own recipe column of the table only contains those ingredients in which the presence of bifenthrin residues can be expected.

²A fogyasztott adagra számítva. / Calculated for the portion consumed.

³Só + élesztő. / Salt + yeast.

⁴Áztatott és kinyomkodott kenyér tömege: 133g. / Weight of soaked and pressed bread: 133 g.

⁵Csak a saját készítésű ételek bifentrin szermaradékot tartalmazható komponenseire számítva. / Calculated for the possibly bifenthrin-containing components of self-prepared dishes.

⁶Nyers paradicsom adataiból extrapolálva. / Extrapolated from raw tomato data.

⁷A töltelék össztömegére számítva. / Calculated for the total weight of the filling.

⁸Olajvariabilitásból számolva. / Calculated from oil variability.

⁹A komponens arányok átlaga; $CV_{cu} = SD_{cu} / \text{átlag}$; általánostól eltérő megközelítés, mivel a recepteknek csak egy része tartalmazott olaj összetevőt, amiből medián=0 következett. / Average of component ratios; $CV_{cu} = SD_{cu} / \text{average}$; approach differing from the general one, because only a part of the recipe contained oil as an ingredient, giving a median=0.

A NutriComp recept adatbázisa tartalmazza a Venesz és Túrós munkája által is jellemzett hazai táplálkozási szokásokat [11], valamint a nemzetközi „konyhák-ból” ismert legfontosabb ételek anyag-kiszabatát, vagy azoknak dietetikus által „honosított” változatát. A kiegészítő segéd kérdések (például: „általában milyen zsírtartalmú tejet szokott fogyasztani”) segítik a kérdező szakembert az aktuálisan fogyasztott étel összetételének lehető legpontosabb becslésében. A kiegészítő adatok hiányában az adatbázis standard receptjeit használják fel [11].

Ugyanazon étel elkészítéséhez számos recept közül lehet válogatni. Az egy ételhez tartozó különböző receptekben a nyersanyagok típusa és aránya eltérhet, ami a relatív standard deviációval jellemezhető (CV_{cu}). A saját készítésű ételek komponenseinek (i) receptvariabilitásból várható standard deviációját (SD_{cu}) a $\pm 30\%$ -os várható eltérés figyelembevételével az internetről véletlenszerűen kiválasztott 5 recept alapján számítottuk, [3] feltételezve a rendelkezésre álló receptek azonos valószínűségű alkalmazását:

$$SD_{cu} = \frac{1,3 \times \max P_i - 0,7 \times \min P_i}{2 \times \sqrt{3}} \quad (5)$$

A szórásból (SD_{cu}) és az alapanyagok arányának (P_i) mediánjából (\bar{m}_{P_i}) számolható a receptvariabilitáshoz köthető relatív standard deviáció (CV_{cu}):

$$CV_{cu} = \frac{SD_{cu}}{\bar{m}_{P_i}} \quad (6)$$

Az arányok mediánja az átlagérték robusztus becslését reprezentálja, a relatív standard deviáció pedig a nyers alapanyagok különböző arányából adódó relatív bizonytalanságot. A saját, illetve NutriComp receptek anyagkiszabatát (bifentrin szempontjából releváns alapanyagok feltüntetésével) és a számított CV_{cu} értékeket a **3. táblázatban** tüntettük fel. A re-

ceptvariánsok bizonytalansága (CV_{cu}) a kiválasztott ételek esetében, véletlenszerűen kiválasztott receptek alapján 0,22 és 1,44 között változott.

Az egyes komponensek aránya a felhasznált teljes nyersanyaghoz viszonyítva jelentős variabilitást mutat. A „saját recepthez” viszonyítva a NutriComp standard recept összetevői, ahol azonos összetevőket vesz figyelembe, a $\pm 95\%$ -os intervallumon belül esnek.

6. A 2x24-órás felmérésben résztvevő fogyasztó bifentrin expozíciója

Figyelembe véve a fogyasztott élelmiszerek összetételét és az egyes komponensekben rendelkezésre álló különböző növényvédőszer-maradékok vizsgálati eredményeit, az expozíció számításához a bifentrin növényvédő szert választottuk. A bifentrin egy nem szisztemikus piretroid típusú rovarölő és gombaölő hatású, zsirodékony, igen alacsony vízdoldékonyságú vegyület, mely standard hidrolízis körülmények között stabil, de 168°C felett bomlik. A FAO/WHO JMPR (Növényvédőszer-maradékok toxikológiai és szermaradék értékelésével foglalkozó szakértői ülés - *Joint Meeting on pesticide Residues*) viszonylag alacsony 0-0,01 mg/ttkg ADI értéket és 0,01 mg/ttkg ARfD (Acute Reference Dose) értéket állapított meg, és arra a következtetésre jutott, hogy az étrendi bevétel számításokhoz egyedül a változatlan szerkezetű bifentrint kell figyelembe venni [12].

A bifentrin expozíció számításokat, a JMPR szakértői által kiválasztott szerkísérletek szermaradék vizsgálati eredményeinek medián értékeiből, a releváns feldolgozási tényezők figyelembevételével végeztük. A kapott eredmény kombinált bizonytalanságának számításánál figyelembe vettük a feldolgozási körülmények, a mintavétel, analitikai vizsgálatok és a receptek variabilitásából származó bizonytalansá-

4. táblázat. Vizsgált személy napi bifentrin kitétsége*
Table 4 Daily bifenthrin exposure of the test subject*

Nap / Day		Konkrét adatok / Actual data		NutriComp / NutriComp	
		1	2	1	2
Bifentrin1 [mg] / Bifenthrin1 [mg]		0.154	0.17	0.211	0.14
u ²	[mg]	0.0462	0.0475	0.076	0.049
U ³ [mg]		0.0925	0.0950	0.152	0.097
95%UCL		0.246	0.263	0.363	0.236
EDI	mg/tt kg mg/kg body weight	0.0026	0.0028	0.0035	0.0023
EDI 95% UCL	mg/tt kg mg/kg body weight	0.0041	0.0044	0.006	0.0039

* A táblázat kerekített értékeket tartalmaz, azonban a számítás kerekítés nélkül történt. / * The table contains rounded values, but calculations were performed without rounding.

¹ Bifentrin szermaradék [mg] adott napon elfogyasztott élelmiszerekben. / Bifenthrin residue [mg] in the foods consumed on the given day.

² Standard bizonytalanság. / Standard uncertainty.

³ Kiterjesztett bizonytalanság. / Extended uncertainty.

95% UCL: Felső 95%-os konfidenciaszint. / 95% UCL: Upper 95% confidence level.

gokat. A számításokat, azonos paraméterek mellett, elvégeztük a tényleges, saját recept szerint elkészített ételek fogyasztási adataival illetve a NutriComp standard receptje alapján becsült mennyiségekkel. A számítási módszer megegyezett a Szenczi-Cseh és Ambrus közleményében ismertetett eljárással [5]. Az eredményt a **4. táblázat** tartalmazza.

A tényleges és becsült fogyasztási adatok alapján számított napi bevétel csupán <30%-kal tér el egymástól, ami figyelembe véve a számított kitétség relatív 28-30%-os bizonytalanságát nem szignifikáns.

A számított étrendi expozíciót befolyásoló tényezők bizonytalanságainak mértéke változó, az elfogyasztott élelmiszer összetevőitől, a szermaradékok koncentrációjától, az élelmiszer elkészítésének módjától függ, ezért jellemző értékek nem adhatók meg. A számított napi étrendi növényvédőszer-maradék-kitétség mértékének teljes ismert relatív bizonytalanságát meghatározó jellemzők:

- elsősorban az ételreceptek variabilitása ($CV_{cu}=22,3-144\%$),
- az elfogyasztott élelmiszer becsült tömegének hibája ($CV_{qi}=29-98\%$),
- az STMR meghatározására szolgáló szerkísérletek száma ($CV_{STMR}=8-90\%$),
- a mintavétel hibája (CV_{g} ; friss gyümölcsök: 20-30%, feldolgozott szilárd termékek: ~10%; nagyméretű termények rész-mintavétele: 7-21%),
- a nyers termények minta feldolgozásából származó variabilitás (optimális esetben $CV_{pf}\sim 30-50\%$),

- monitoring programokból származó analitikai vizsgálatok mérési bizonytalansága (<25%),
- és a szerkísérletekből származó analitikai vizsgálatok mérési bizonytalansága ($\leq 15\%$).

A bifentrin szermaradék számított napi beviteli szintjei egy 60 kg testtömegű személy esetében 0,00257 mg/ttkg és 0,00281 mg/ttkg, az 1. és 2. nap vonatkozásában. Feltételezve, hogy a mérés közöségi fürdőszobai mérleggel történt ($\leq \pm 0,5$ kg pontosság), a testtömeg mérés szórása:

$$SD=0,5/1,96=0,2551 \text{ kg}$$

és relatív bizonytalansága:

$$CV_w=0,2551/60=0,004252$$

Az első fogyasztási nap becsült napi szermaradék expozíció kombinált relatív bizonytalansága (CV_{EDI}) az alábbi egyenlettel számítható:

$$CV_{EDI}=(0,300417^2+0,004252^2)^{1/2}=0,3004473 \quad (7)$$

A második fogyasztási nap becsült napi szermaradék expozíció kombinált relatív bizonytalansága 0,28226. Abban az esetben, ha professzionális mérleggel történik a mérés ($\pm 0,1$ kg pontosság), ami fogyasztási felmérésekben megszokott, az első napi CV_{EDI} értéke 0,300418, a második napi CV_{EDI} érték pedig 0,282195. Az eltérések relatív különbsége, rendre, 0,010% és 0,011%. Ebből látszik, hogy professzionális mérleg alkalmazásával a napi étrendi expozíció becsült bizonytalansága gyakorlatilag nem változna, ezért alkalmazásuk nem szükségszerű.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only
Fotó/Photo: Pixabay

7. Következtetések, javaslatok

A kétnapos valós fogyasztási adatok és a felmérésben résztvevő személy által adott közelítő adatok alapján választott NutriComp standard receptekkel számított fogyasztói expozíciók között nem volt szignifikáns különbség. Az eltérés az első nap pozitív a második nap negatív irányú volt. Természetesen két napon fogyasztott élelmiszerek alapján végzett expozícióbecslésből általános érvényű következtetést levonni nem lehet. Az eredmények változó előjelű eltérése alapján viszont feltételezhető, hogy az EDI számításánál alkalmazott átlagos fogyasztási adatok esetén a receptek variabilitásából eredő eltérések kompenzálják egymást, és a NutriComp standard adatbázisa felhasználásával a fogyasztási felmérések metodikájában jártas, kellő háttérismeretekkel rendelkező kérdezőbiztosokkal kapott eredmények megbízható alapul szolgálnak a várható fogyasztói kitettség becslésére.

Az eredmények alátámasztják annak fontosságát, hogy a képesalbum fényképsorozatain szereplő ételekkel egyező ételek adagbecslése esetében is számolni kell térfogat-tömeg-különbségekkel. A nemzeti élelmiszer-fogyasztási felmérések során alkalmazott nemzetközi képesalbum segítségével becsült adagok valós tömegének meghatározása pontosabban végezhető a tömegegyenérték ismeretében.

A látszólag azonos térfogatú ételek tömegének jelentős variabilitása azt jelzi, hogy a tömegegyenérték becslésénél viszonylag megbízható eredmény csak minimum 20, de lehetőleg >30 személy esetén várható. E részterület alaposabb megismerése további kutatómunkát igényel.

8. Irodalom

- [1] Ambrus, Á. (ed.). (2016): Submission and Evaluation of Pesticide Residues Data for the Estimation of Maximum Residue Levels in Food and Feed. FAO Plant Production and Protection Paper 225, Rome. 3rd edition, 131-142.
- [2] EFSA. (2015): EFSA calculation model Pesticide Residue Intake Model "PRiMo" revision 2. <https://www.efsa.europa.eu/en/applications/pesticides/tools> (Hozzáférés: 2017.02.05)
- [3] Szenczi-Cseh, J., Horváth, Zs., Ambrus, Á. (2017): Validation of a Food Quantification Picture Book and Portion Sizes Estimation Applying Perception and Memory Methods. International Journal of Food Sciences and Nutrition. DOI: International Journal of Food Sciences and Nutrition 2017. 68. 960-972.
- [4] Ambrus, Á., Szenczi-Cseh, J. (2017): Principles of estimation of combined uncertainty of dietary exposure to pesticide residues. EC Nutrition 7.5: 228-251.
- [5] Szenczi-Cseh, J., Ambrus, Á. (2017): Uncertainty of exposure assessment of consumers to pesticide residues derived from food consumed. Journal of Environment Science and Health, Part B. 2017. 52:9, 658-670,
- [6] Szeitz-Szabó M, Biró L, Biró Gy. (2012): Nutritional and vital statistical features of the Hungarian population: A review about the past 25 years. Acta Alimentaria 41(2) 277-291.
- [7] Biró, L. (2012): A korszerű tápanyagszámítás szerepe és lehetőségei a táplálkozástudomány területein. Doktori értekezés. http://phd.semmelweis.hu/mwp/phd_live/vedes/export/birolajos.d.pdf (Hozzáférés: 2017.01.26.)
- [8] De Boer, E.J., Slimani, N., van't Veer, P., Boeing, H., Feinberg, M., Leclercq, C., Trolle, E., Amiano, P., Andersen, L.F., Freisling, H., Geelen, A., Harttig, U., Huybrechts, I., Kaic-Rak, A., Lafay, L., Lillegaard, I.T., Ruprich, J., de Vries, J.H., Ocké, M.C. (2011): The European Food Consumption Validation Project: conclusions and recommendations. Eur J Clin Nutr 65 Suppl 1, S102-107.
- [9] Ambrus, Á., Horváth, Zs., Farkas, Zs., Dorogházi, E., Cseh, J., Petrova, S., Dimitrov, P., Duleva, V., Rangelova, L., Chikova-Isener, E., Ovaskainen, M-L., Pakkala, H., Heinemeyer, G., Lindtner, O., Schweter, A., Naska, A., Sekula, W., Guioimar, S., Lopes, I. C., Torres, D. (2013): Pilot study in the view of a Pan-European dietary survey - adolescents, adults and elderly, EFSA Suppl. Publ., EN-508. Vol 10: 1-104. <http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/508e.pdf> (Hozzáférés: 2017.02.05)
- [10] Biró, Gy. (2008): Eljárások és módszerek a magyarországi lakosság tápanyagbevitelének meghatározására a táplálékkal bevitt xenobiotikum terhelés becsléséhez. Élelmiszervizsgálati közlemények 1, 54: 5-22.
- [11] Veneš J., Túrós E. (1988): Egységes vendéglátó receptkönyv és konyhatechnológia [Reprint]. Novorg-Kerszi, Budapest, 1988. pp. 826.
- [12] FAO /JMPR/ (2010): Pesticide residues in food 2010 – REPORT 2010 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues.