



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

Maczó Anita<sup>1</sup>

Érkezett: 2017. augusztus – Elfogadva: 2017. november

# Új élelmiszerek allergén kockázatai

**Kulcsszavak:** új fehérjék; új élelmiszerek; allergének

## 1. Összefoglalás

Az élelmiszeripari innovációk sikerének egyik alapkövetelménye a termékek biztonságosságának garantálása. Ezért az új élelmiszerek csak egy széles körű biztonsági értékelés alapján történő engedélyezést követően kerülhetnek piaci forgalomba az Európai Unió területén. Ez az értékelés az élelmiszerallergiás fogyasztók biztonsága érdekében kiterjed az új termékek potenciális allergén hatásainak vizsgálatára is. A jelenleg rendelkezésre álló kockázatbecslési stratégiát – amelynek alapja a genetikailag módosított növények allergén kockázatbecslésére alkalmazott módszertan – sikeresen alkalmazták olyan új élelmiszereknél, melyek fehérjetartalmából adódóan felmerült az allergén hatás kockázata. A jelenlegi stratégia jól alkalmazható olyan esetekben, amikor ismert a fehérje forrása, azonban új fehérjeforrások nemvárt allergén hatásai nem minden esetben becsülhetők. Napjainkban már merültek fel új fejlesztési irányok, melyeket egyes kutatásokban eredményesen alkalmaztak pl. rovarfehérjék allergén hatásának vizsgálatára. E cikk a módszertan nehézségeit és ezek kiküszöböléseit célzó törekvéseket foglalja össze, valamint példákat mutat már engedélyezett új élelmiszerek és élelmiszer-összetevők allergén kockázatbecslésére.

## 2. Bevezetés

A globális népességnövekedés miatt a világ népességének élelemmel való ellátása már a közeljövőben kihívások elé néz. Emiatt kiemelkedően fontos fehérjeszükségletünk biztosításának kérdése, melyre megoldásként kínálkozik egyes alternatív és fenntartható proteinforrások (pl. repcemag, rovarok) felhasználása. Új fehérjék élelmiszer-láncba történő bevezetése azonban újabb, nem várt allergén kockázatot jelenthetnek az egyre növekvő számú az allergiás népesség számára. Amíg az allergiás megbetegedések népegészségügyi problémát jelentenek, addig az allergén kockázat előrejelzése a kutatók számára jelent kihívást.

## 3. Az élelmiszer allergiák gyakorisága és az allergiát kiváltó főbb élelmiszerek

Világszerte a gyermekek 8 %-át, a felnőttek közel 5 %-át érinti valamilyen élelmiszer allergiás megbetegedés [1]. Ezek gyakorisága folyamatosan növekvő tendenciát mutat [2]. Az allergiás esetek döntő többségét korábban tehéntej, tyúktojás, földimogyoró, diófélék, szója, búza, rákfélék és halak okozták, melyeket ún.

„nagy nyolcak”-nak („big eight”) nevezték. Napjainkra a főbb allergének listája már 14-re bővült. Ehhez a listához tartoznak a puhatestűek, a zeller, a mustár, a szezám, a csillagfűt és a szulfitok. A növekvő esetszámot az is magyarázhatja, hogy egyre többféle élelmiszer kerül mindennapi étrendünkbe – például egyes egzotikus gyümölcsök vagy tenger gyümölcsei – továbbá gyakran új termékek is kerülnek a fogyasztók asztalára. Az 1990-es években terjedt el például a csillagfűt glutén-mentes sütőipari termékekben történő felhasználása. A glutén-érzékeny fogyasztók számára a csillagfűtből készült liszt alternatív megoldást jelent a búzaliszt helyettesítésére, ugyanakkor másoknak a csillagfűtben lévő fehérjék okozhatnak allergiás panaszokat. Csillagfűt tartalmú élelmiszer fogyasztásával a földimogyoróra allergiás egyéneknél keresztreakciókra lehet számítani, ugyanis a két növény rendszertanilag rokonságban áll egymással, ezért a bennük lévő allergén fehérjék egymáshoz hasonló szerkezetűek. Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) 2005-ben kiadott szakvéleménye szerint csillagfűt vagy csillagfűt tartalmú élelmiszer fogyasztása a földimogyoró allergiások 30-60%-ánál kockázatot jelent a keresztallergia miatt [3].

<sup>1</sup> Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal; Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Igazgatóság

2006-ban az EFSA a puhatestűekkel (haslábúak, kétéhjú kagylók, fejlábúak) kapcsolatosan adott ki szakvéleményt, melyben megállapította, hogy puhatestűek fogyasztása rákfélékre és halászati termékekre allergiások számára is kockázatot jelent, mivel rákfélék fő allergén fehérjeje, az ún. tropomiozin, a puhatestűekben is kimutatható [4].

#### 4. Az élelmiszer allergiáról

Az élelmiszer allergia immunrendszerünk túlzott reakciója egy többnyire ártalmatlan anyaggal. Ezt a túlérzékenységi (hiperszenzitivitási) reakciót ún. allergén anyagok váltják ki, melyek legtöbbször fehérjék és csak az arra érzékeny egyénekben idéznek elő allergiás immunválaszt. Az immunválasz alapján megkülönböztetünk azonnali („IgE-mediált”) és késleltetett („nem-IgE-mediált”) túlérzékenységi reakciókat. Előbbi esetben ún. allergén-specifikus IgE (immunoglobulin E) ellenanyagok termelődnek az allergén fehérjék ellen [5], [6]. Az élelmiszer allergiák nagy része IgE mediált immunreakció, melynek két fázisa van. Az első fázis egy érzékenyítési szakasz, melynek során az allergénnel való első találkozás a szervezetben kiváltja az ellenanyag termelődést. A mechanizmus második fázisa az, amikor a szervezet ismételt találkozik az allergénnel. Ilyen esetben az allergén fehérje és az ellene termelt IgE ellenanyag kapcsolódásának hatására mediátoranyagok (pl. hisztamin, leukotriének, prosztaglandinok) szabadulnak fel. Ezek a vegyületek a vérbe és a szövetekbe kerülve gyulladást váltanak ki, hatásukra megnő a vérellátottság az adott területen és így megjelennek az allergiás tünetek [6]. Az allergia leggyakrabban bőrtünetek (kiütés, pirosodás, ekcéma), légzőszervi tünetek (orrfolyás, asztma, rhinitis) és emésztőrendszeri tünetek (hasmenés, puffadás) formájában jelentkeznek. Az IgE mediált allergiák esetében a tünetek az élelmiszer elfogyasztása után azonnal, vagy legfeljebb 2 órán belül kialakulnak, amelyek egy enyhe csalánkiütés vagy akár a legsúlyosabb, anafilaxiás roham formájában is jelentkezhetnek.

Ismert bizonyos allergének keresztreakciója is, amikor egy adott élelmiszerre érzékeny egyén egy másik élelmiszer elfogyasztása után is allergiás tüneteket tapasztal. Ezt keresztallergiának nevezzük, melynek oka, hogy a különböző élelmiszerekben lévő fehérjéket szerkezeti hasonlóságuk miatt az immunrendszer hasonló allergén tulajdonságúnak ismeri fel és azok ugyanolyan ellenanyag termelődését váltják ki. A keresztreakció létrejöttéhez a két fehérje között legalább 70% szerkezeti megfelelésnek (homológiának) kell fennállnia az allergén fehérjék aminosav-szekvenciájában [7]. Legtöbbször zöldségek és gyümölcsök és bizonyos pollenek között jön létre keresztreakció. A jelenség jellemző példája az, amikor pollenérzékeny egyének számos gyümölcs (pl. alma, szilva, kiwi) elfogyasztásával is allergiás tüneteket produkálnak. A parlagfűre allergiásoknál sok esetben görögdiinnye fogyasztásakor jelenik meg a keresztallergia.

Léteznek ún. nem IgE-mediált immunreakciók, amelyeknél nem mutatható ki IgE ellenanyag termelődés és elsősorban a gasztrointesztinális rendszert érintik szub-akut vagy krónikus módon. A tünetek az IgE-mediált allergiához képest később, az élelmiszer elfogyasztása után 2-48 órán belül jelentkeznek. Ebben az esetben a tünetekért nem az IgE ellenanyagok termelődése felelős, hanem az ún. T-sejtek szabadítanak fel gyulladáskeltő mediátoranyagokat. Ilyen például a cöliákia (lisztérzékenység) vagy a fehérjék által indukált enterokolitisz.

A klasszikus élelmiszer allergiát legtöbb esetben fehérjék váltják ki, de egyes adalékanyagok, mint például a tartrazin, glutamát és szulfitek is okozhatnak allergiás reakciókat, azonban ezek immunológiai háttere és mechanizmusa – ismereteink szerint – még nem tisztázott [8].

Az allergia egyetlen hatékony kezelése egyelőre egy olyan diéta betartatása, mely az étrendből kizárja az allergiát kiváltó élelmiszert. Emiatt fontos, hogy az allergiával élő egyének megfelelően tájékozódhassanak az allergiát okozó termékek vagy összetevők jelenlétéről az élelmiszerek címkéjén, illetve a vendéglátóhelyek étlapjain. A megfelelő információk birtokában a számukra – allergia szempontjából – biztonságos élelmiszereket választhatják. A termékek biztonságosságát, – így az allergén kockázat kizárását vagy az arra történő figyelmeztetést – a fogyasztók egészségének védelme érdekében a termékek előállításának garantálnia kell, amely kiemelkedő jelentőségű lehet az új élelmiszerek esetében az esetleges, nem várt allergén hatások miatt.

#### 5. Új élelmiszerek

Az Európai Unió területén forgalomba hozni kívánt olyan új élelmiszereknek vagy új élelmiszer-összetevőknek, melyeknek 1997. május 15-e előtti jelentős mértékben történő biztonságos fogyasztásáról nem állnak rendelkezésre adatok, az arra vonatkozó jogszabály (258/97/EK rendelet, majd 2018. január 1-től a 2015/2283/EU rendelet) értelmében részletes élelmiszerbiztonsági értékelésen kell átesniük, így azok egy szigorú engedélyezési eljárást követően hozhatók csak forgalomba. A széles körben történő értékelés toxikológiai, mikrobiológiai és táplálkozás élettani szempontok mellett kiterjed az allergén kockázatok vizsgálatára is.

#### 6. Új élelmiszerek és új fehérjék allergén kockázatbecslése és a kockázatbecslésben felmerülő problémák

A táplálkozási-, toxikológiai-, és mikrobiológiai kockázatbecsléssel ellentétben az allergén kockázatbecslés nehézsége abban rejlik, hogy erre vonatkozóan napjainkban még nem áll rendelkezésre részletes útmutató, amelynek alapján egy új élelmiszer allergén hatásának tényleges kockázata megbecsülhető lenne. Az Európai Unióban egyelőre az EFSA által

2011-ben kiadott, a GM (genetikailag módosított) növények allergén kockázatbecslésére vonatkozó útmutató [9] elveit alkalmazzák az új élelmiszerek esetében is, melynek alapja egy integrált, esetről-esetre történő megközelítés, az ún. „evidenciák súlyozása” szerint. Ez azt jelenti, hogy az alábbi négy szempont szerint súlyozzák az allergénitásra vonatkozó bizonyítékokat:

1. A gén forrása;
2. Az új fehérje aminosav szekvenciájának *in silico* homológia vizsgálata már ismert allergének aminosav-szekvenciájával összehasonlítva;
3. Szekvencia homológia esetén fennáll-e a kockázata annak, hogy a génmódosítás során újonnan expresszált fehérje képes lehet allergén választ kiváltani a már allergiás betegekben;
4. Annak vizsgálata, hogy az új fehérje az emésztőrendszerben a gyomorban történő pepszines emésztés után képes-e allergiás immunválaszt indukálni;

A GM növények értékelésekor a gén forrásának vizsgálata rendkívül fontos, ha a gén olyan növényből származik, amely allergén tulajdonsággal rendelkezik.

Ilyen esetben igazolni kell azt, hogy a transzformáció során az allergén hatás nem került át génmódosított növénybe. A kötelező óvatosság követelményét *támasztja alá az az eset, amikor* a brazil dió génjeit transzformálták szójába a szója metionin-tartalmának növelése céljából. Kiderült ugyanis, hogy a brazil dió allergén tulajdonsága is átkerült a GM-növénybe [10] [11], amelynek fogyasztása a brazil-dióra allergiások számára nem kis kockázatot jelentett volna forgalomba kerülése esetén.

Az aminosav-szekvenciák homológiájának vizsgálatánál az EFSA [9] és a FAO/WHO [12] által meghatározott kritériumokat veszik figyelembe a GM növények allergén kockázatbecslése során. Eszerint fennáll az IgE kresztreaktivitás kockázata, ha *in silico* bioinformatikai módszerek segítségével minimum 35 %-os homológia figyelhető meg az új fehérje és már ismert allergének aminosav-szekvenciájában. Ha így igazolható a homológia ismert allergénekkal, akkor a következő lépés az *in vitro* IgE reaktivitás vizsgálata olyan allergiás egyének vérszérumaival, akiknek érzékenységét klinikailag már igazolták.

A specifikus IgE reaktivitást ellenanyagokon alapuló immunanalitikai módszerekkel vizsgálják. Annak kimutatására, hogy a fehérje a gyomor savas közegében történő pepszines emésztést követően is képes-e allergiát kiváltani, *in vitro* pepszin rezisztencia vizsgálatokat alkalmaznak. Általános tapasztalatok szerint



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

ugyanis az allergén fehérjék egyik közös jellemzője, hogy a gyomorban termelődő emésztőenzimmel, a pepszinnel szemben rezisztenciát mutatnak [13] és a gyomorban lévő alacsony pH értéken is stabilak maradnak [14].

Utóbbi két szempont – az IgE reaktivásra és a pepszin rezisztenciára vonatkozó vizsgálatok – esetében jól alkalmazható stratégiáknak számítanak az új élelmiszerek allergén kockázatbecslése során is. A gén forrására és a szekvencia homológiájára irányuló vizsgálatok az új élelmiszerek esetében azonban nehezebben kivitelezhetők [10], ahol sokszor ismeretlen forrásból, pl. egy új organizmusból származik a fehérje, melynek allergén tulajdonságát még nem igazolták. Továbbá a GM növényekben expresszáldott új fehérjékkel ellentétben – melyek általában csak egyetlen, pontosan ismert szekvenciájú új gént tartalmaznak – az új élelmiszerek több fehérje keverékét tartalmazhatják, melyeknek szekvenciája nem minden esetben ismert [10].

Az allergén kockázatbecslés során további nehézséget okoz, hogy az új fehérjék két módon képesek allergiát kiváltani. Az egyik a keresztreakció olyan allergénnel, amelyre az allergiás egyén már korábban érzékenyítve volt, a másik pedig, az az eset, amikor ún. *de novo* érzékenyítés történik egy teljesen új allergén által.

Ismert fehérjék keresztreakciójának kimutatására már régóta léteznek technikák, azonban az új fehérjék által kiváltott allergia pontos előrejelzéséhez hiányosak az ismereteink. Egy 2016-os hollandiai publikáció [10] egy új, rendszerszerű megközelítést javasol annak vizsgálatára, hogy egy új fehérje (pl. rovar fehérje) okozhat-e keresztreakciót allergiás egyénekben.

Létezik ugyanis olyan eset, amikor a *de novo* érzékenyítés már az allergén étrendbe kerülése előtt megtörténik. Bizonyos növényekkel dolgozók például munkavégzés közben inhaláció, vagy bőrrel való érintkezés során kerülhetnek kölcsönhatásba – számukra – új allergén anyagokkal. Az ún. pékaszta például úgy alakulhat ki, hogy az allergiát kiváltó búzafehérjék nem a tápcsatornába, hanem belégzés révén a légutakba jutva fejtik ki érzékenyítő hatásukat [15]. Ilyen esetben az érzékenyítés előzményének ismerete is szükséges az EFSA [10] útmutató szerinti allergenitásra vonatkozó evidenciák fentiekben felsorolt négy szempontja mellett. A becslés egyik kulcseleme az allergénnel történő érintkezés előzményének alapos vizsgálata. Verhoeckx és munkatársai javaslatot tesznek ennek módszertanára [10], amely szerint minden olyan előzményre vonatkozó adatot mérlegelni kell, ami az adott új fehérjeforrás korábbi expozíciójáról nyújt információkat. Hasznos ismeretként szolgálhat egyes új élelmiszerek harmadik országokban történő biztonságos felhasználása, ugyanakkor a harmadik országokban történő - aller-



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

genitás szempontjából - biztonságos felhasználás nem zárja ki az allergénitást kockázatát más földrajzi területeken. Ezt jól szemlélteti a kiwi esete, amely az ázsiai országokban nem tartozik az allergiát kiváltó élelmiszerek közé, viszont az európai lakosság körében az allergiát kiváltó gyümölcsök egyike [16]. Az allergén hatások előrejelzése során fontos továbbá az esetleges új feldolgozási technológiák hatásainak figyelembe vétele, amelyek megváltoztathatják a fehérjék allergén tulajdonságait. Bizonyos élelmiszeripari gyártási technológiai lépések erősíthetik, mások gyengíthetik az élelmiszer-összetevők allergén hatását. Az új fehérjeforrások tekintetében fontos lehet az új fehérjét szolgáltató növény- vagy állatfaj filogenetikai besorolásának figyelembe vétele a taxonómiai besorolás mellett.

Ez a megközelítés azonban nem alkalmazható abban az esetben, amikor az érzékenyítés előzménye nem ismert, viszont nem lehet kizárni az olyan új fehérjék *de novo* allergiát kiváltó hatását, amelyeknek korábbi expozíciójáról nem állnak rendelkezésre ismeretek [10]. Erre vonatkozóan jelenleg hiányosak az ismeretek, ami megnehezíti a kockázatbecslést. Megoldást jelentene bizonyos állatmodellek fejlesztése, amelyre már több ígéretes kísérlet is történt [17] [18], azonban a számos korlátozó tényező miatt az allergia tanulmányozására szolgáló validált állatmodell jelenleg nem áll rendelkezésre. Az alkalmazható stratégiák és módszerek fejlesztése további kutatásokat igényel.

## 7. Példák új élelmiszerek potenciális allergén hatásainak vizsgálatára

Az Európai Unióban napjainkig több mint száz új élelmiszert és új élelmiszer-összetevőt engedélyeztek [19], amelyek jelentős részénél fehérje természetükből vagy fehérje tartalmukból adódóan szükség volt az esetleges allergén hatások mérlegelésére. Ilyen új összetevő a repcemag-fehérje, amely alternatív fehérjeforrásként került a humán táplálkozásba és allergén hatását széles körben vizsgálták. Az ún. jégstrukturáló fehérje ugyan nem fehérjeforrásként került bizonyos termékekbe, viszont eredete miatt indokolt volt potenciális allergén kockázat értékelése [20].

### 7.1. Repcemag-fehérje

A repce magját korábban kizárólag olaj készítésére használták, amely alapvetően nem tartalmaz fehérjét. Olyan élelmiszereket azonban, amelyek repcemag-fehérjét tartalmaznak, az Európai Unió területén 1997 előtt nem fogyasztottak. A repce magjában ún. antinutritív vegyületek (fitinsav, erukasav, glükozinolatok) találhatóak, melyek negatív hatással lehetnek a tápanyaghasznosulásra azáltal, hogy fontosabb tápanyagok felszívódását gátolják a szervezetben. Még az 1970-es években Kanadában fejlesztették ki az alacsony erukasav és glükozinolat tartalmú ún. *canola* fajtát, amelynek magja alkalmas élelmiszer célú olaj előállítására és állati takarmányozásra is. Kedvező aminosav összetétele miatt később a rep-

cemagból kinyert fehérje ígéretes alternatív fehérjeforrásnak bizonyult a humán táplálkozásban is [21]. Az olaj előállítása során a mag sajtolásakor visszamaradó pogácsából vizes extrakcióval kinyert repcemag fehérjét 2014-ben engedélyezték új élelmiszer-összetevőként az Európai Unióban [22]. A repcemag fehérje az anyatej-helyettesítő és anyatej-kiegészítő tápszerek kivételével az élelmiszerek növényi fehérjével való dúsítására és szójafehérje helyettesítésére alkalmas összetevő. Az engedélyezést megelőzően értékelték a fehérje allergén potenciálját. A repcemag fehérjék zömét alkotó tartalékfehérjék, a „*napin*” és a „*cruciferin*” fehérjék közül a „*napin*” az ún. 2S albumin allergén fehérjecsaládba tartozik [23]. Ezen kívül a repce a mustárhoz hasonlóan a *Brassicaceae* család tagja, amelyről már korábban is bizonyították, hogy allergén, emiatt számolni kellett a keresztreakció lehetőségével a mustárra allergiás egyének biztonsága érdekében. A repcemag fő allergénje a *Bra n 1* fehérje [24], nagyfokú szerkezeti hasonlóságot, 94%-os aminosav-szekvencia homológiát mutat a mustár elsődleges allergén összetevőjével, a *Sin a 1* fehérjével [25]. Ez a nagyfokú hasonlóság felvetette annak lehetőségét, hogy a mustárra allergiás egyénekben a mustárfehérje ellen termelt IgE ellenanyag a repcemag fehérjével is reagálni fog [25]. Később klinikai vizsgálatokkal is igazolták a repcemag fehérje allergizáló hatását a mustárra allergiás egyéneknél [26], [27]. A fentiek alapján a mustárfehérjével való keresztreakció kockázatát figyelembe véve nem zárható ki a repcemag-fehérje által kiváltott allergiás reakció, ezért a repcemag-fehérjét, mint új élelmiszer-összetevőt tartalmazó élelmiszerek jelölésén fel kell tüntetni, hogy „a repcemag-fehérjét tartalmazó termék allergiás reakciót válthat ki azon fogyasztóknál, akik a mustárra és az abból készült termékekre allergiásak”.

### 7.2. Jégstrukturáló fehérje

A jégstrukturáló fehérje (ice structuring protein; ISP) a természetben főleg a hideg vizekben élő halak vérében és zuzmókban található fehérje, amely segíti az extrém alacsony hőmérsékleten való túlélést. Védő hatását úgy fejt ki, hogy csökkenti a kristályosodás hőmérsékletét, megváltoztatja a kristályok méretét és alakját, ezáltal megakadályozza, hogy a jégkristályok nagymértékben károsítsák a szöveteket. Új élelmiszer-összetevőként ezt a tulajdonságát használják ki egyes fagyaltfélék, jégkrémek és sorbetek összetevőjeként, melynek köszönhetően kedvezőbb organoleptikus tulajdonságokkal rendelkező és alacsony kalóriatartalmú termékek állíthatók elő. Az ISP fehérje egyik legfőbb forrása az óceáni anyaangolna (*Macrozoarces americanus*), azonban a belőle történő fehérjekinyerés gyakorlatilag nehezen megvalósítható és gazdaságtalan, ezért a fehérjét sütőélesztő (*Sacharomyces cerevisiae*) fermentációja során termeltetik. Az élesztőbe az óceáni anyaangolna (*Macrozoarces americanus*) „ISP type III” jégstrukturáló fehérjéjét kódoló gént ültetik be, majd a fermentációja során termelt fehérje terméket szeparálják az élesztő

sejtektől. A végtermék élesztő sejtektől és azok DNS-étől mentes tiszta fehérje, melyet étkezési jégben legfeljebb 0,01 % részarányban lehet felhasználni [28]. Az Európai Unióban 2009-ben engedélyezték új élelmiszer-összetevőként, de az engedély kiadása előtt széles körben vizsgálták a felmerülő allergén hatást, mivel a fehérje halból származik. Az értékelésnél az EFSA útmutató [9] szerint javasolt négy szempontot vettek figyelembe. *In silico* vizsgálatok alapján az ISP fehérje aminosav-szekvenciája nem mutatott homológiát ismert allergénekkal. Az óceáni anyaangolna allergén hatásáról nincsenek ugyan adatok, viszont a vele közeli rokonságban álló angolnafélékkel szembeni allergiás reakciókat korábban már publikáltak [29], ezért halakra allergiás betegek vérszérumait vizsgálták *in vitro* az ISP fehérjével szemben. Az eredmények nem mutattak IgE reaktivitást. *In vitro* pepszines emésztési vizsgálatok eredményei sem utaltak arra, hogy a fehérje gyomoremésztést követően túljutna a tápcsatornán, ahonnan felszívódást követően allergiás tüneteket lenne képes kiváltani. Az ISP fehérje új élelmiszer-összetevőként történő felhasználása tehát nem jelent kockázatot az allergiások számára, mivel IgE –reaktivitását *in vitro* vizsgálatok nem támasztották alá, továbbá EU-n kívüli országokban (USA, Ausztrália, Új-Zéland) régebb óta történő fogyasztásával kapcsolatosan nem jelentettek egészségügyi problémát [30].

### 7.3. Rovarok, mint új fehérjeforrások

Egyes rovarok, mint például a lisztkukac (a lisztbogár lárvája, *Tenebrio molitor*) ígéretes új fehérjeforrásként kínálkoznak az amerikai és európai élelmiszerpiacon, melyek egyes ázsiai országokban már régóta fogyasztott, hagyományos élelmiszerek. A rovarok az Európai Unióban azonban új élelmiszereknek minősülnek. Forgalmazásukra egyelőre senki nem nyújtott be kérelmet, viszont számos kutatás foglalkozott a rovarfehérjék allergiát kiváltó hatásaival. Egy 2014-es tanulmányban [31] a lisztkukac allergén kockázatát vizsgálták, ahol az EFSA által a GM növények allergén kockázatbecslésére javasolt evidenciák - ismert allergénnel való aminosav-szekvencia homológia vizsgálat; allergiás betegek vérszérumainak vizsgálata; *in vitro* pepszines emésztési vizsgálat - alapján történő értékelés mellett már figyelembe vették az új allergén forrást illetve az érzékenyítés előzményeire vonatkozó ismereteket, amelyek szerint rovarfenyvesztésben dolgozóknál inhalációs úton megtörténhet az allergénnel történő *de novo* érzékenyítés [32]. A filogenetikai besorolás alapján a lisztkukachoz biológiailag közel álló ízeltlábúakra (rákfélékre és házipor atkára) allergiás egyének vérszérumait vizsgálták. Az ízeltlábúak törzsére jellemző allergén fehérjéket már korábban azonosították, ezek a tropomiozin [33], arginine-kináz [34] és a glutation-transzferáz [35] fehérjék. Az eredmények alapján az allergiás betegek vérszéruma keresztreakciót mutatott a lisztkukac fehérjével szemben is. A keresztreakáló fehérjéket azonosították és ezek közül az egyik a tropomiozin, a másik pedig az ar-

ginin-kináz fehérjék voltak, amelyek *in vitro* pepszin rezisztenciát mutattak. Az allergenitást bazofil aktivációs tesztek is megerősítették, amelyekkel az IgE reaktivitáson kívül az allergén fehérje által kiváltott hisztamin felszabadulás mutatható ki. A vizsgálatok tehát alátámasztották, hogy lisztkukac fogyasztásakor a rákfélékre és poratkára allergiásokban fennáll a keresztallergia kockázata [31].

### 8. Következtetés

Az új élelmiszerek piacra kerülését uniós szintű engedélyeztetés előzi meg, melynek fontos része – egy széles körű élelmiszerbiztonsági értékelés keretében – az allergiás fogyasztók biztonságának védelme érdekében az allergén kockázat értékelése is. A toxikológiai, mikrobiológiai és egyéb kockázatbecsléssel ellentétben az allergén kockázatbecslésre még nem áll rendelkezésre egységes módszertan, ezért ez sok esetben nehézségekbe ütközik. Ennek legfőbb korlátja az, hogy a keresztallergia mellett az új fehérjék kiválthatnak *de novo* érzékenyítést, amelynek kimutatására szolgáló módszerek egyelőre hiányosak. Az EFSA GM növények allergenitásának kockázatbecslésére vonatkozó útmutatója jó alapja lehet az új élelmiszerek allergén kockázatbecslési módszertanának, ez azonban új fehérjeforrásoknál nem minden esetben alkalmazható [10]. Jelenleg még több kérdés nyitott mind magával az élelmiszer allergiával kapcsolatosan, mind pedig az allergiát kiváltó élelmiszerekkel kapcsolatosan. Nem tudjuk ugyanis pontosan, hogy egyes emberek miért válnak hajlamosabb bizonyos élelmiszerekkel szembeni allergiára. A kockázatbecslést az a tapasztalat is megnehezíti, hogy amíg egyeseknél már nyomokban jelenlévő allergén is kiváltja a tüneteket, addig másoknál csak ettől nagyobb mennyiség elfogyasztásakor jelentkeznek. Ezek megválaszolása utat nyithat a kockázatbecslés újabb módszereinek, melyek a növekvő allergiás népesség biztonságos élelmiszerfogyasztását szolgálhatják.

### 9. Irodalom

- [1] Sicherer Scott H. and Sampson Hugh A. (2014): Food allergy: Epidemiology, pathogenesis, diagnosis, and treatment. Clinical reviews in allergy and immunology; Vol 133 (2).
- [2] Tang Mimi L. K. and Mullins Raymond J. (2017): Food allergy: is prevalence increasing? Internal Medicine Journal.
- [3] EFSA (2005): Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the evaluation of lupin for labelling purposes. The EFSA Journal (2005) 302, 1-1.
- [4] EFSA (2006): Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the evaluation of molluscs for labelling purposes. The EFSA Journal (2006) 327, 1-25.

- [5] Pastorello EA, Pravettoni V, Bigi A, Qualizza R, Vassellatti D, Schilke ML, Stocchi L, Tedeschi A, Ansaloni R, Zanussi C (1987): IgE-mediated food allergy. *Annals of Allergy*. 59(5 Pt 2):82-89
- [6] Sicherer S.H., Sampson H.A. (2010): Food allergy. *J Allergy Clin Immunol*, 125 S116-S125. p.
- [7] Aalberse RC. (2000): Structural biology of allergens. *J Allergy Clin Immunol*. 106(2):228-38.
- [8] Burks A.W. et al. (2012): ICON: Food allergy. *J Allergy Clin Immunol*. 129(4):906-20.
- [9] EFSA (2011): Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants. EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). *EFSA Journal*, 9 (5) 2150. p.
- [10] Verhoeckx Kitty, Broekman Henrike, Knulst André, Houben Geert (2016): Allergenicity assessment strategy for novel food proteins and protein sources. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 79:118-124
- [11] Nordlee, J. A., et al., (1996) Identification of a Brazil nut allergen in transgenic soybean. *New England Journal of Medicine*, 334, 688-692.
- [12] FAO/WHO (2001): Evaluation of allergenicity of genetically modified foods. FAO, Rome, Italy, 22-25 January 2001.
- [13] Astwood J.D., Leach J.N., Fuchs R.L. (1996): Stability of food allergens to digestion *in vitro*. *Nature Biotechnology*, 14 1269-1273. p.
- [14] Breiteneder H., Clare Mills E.N. (2005): Plant food allergens – structural and functional aspects of allergenicity. *Biotechnology Advances*, 23 395 – 399. p.
- [15] Sanchez-Monge R, Gomez L, Barber D, Lopez-Otin C, Armentia A, and Salcedo G (1992): Wheat and barley allergens associated with baker's asthma. Glycosylated subunits of the alpha-amylase-inhibitor family have enhanced IgE-binding capacity. *Biochem J*. 15:401-405
- [16] Lucas JS, Grimshaw KE, Collins K, Warner JO, Hourihane JO (2004): Kiwi fruit is a significant allergen and is associated with differing patterns of reactivity in children and adults. *Clin Exp Allergy*, 34(7):1115-21.
- [17] McClain S, Bannon GA. Animal models of food allergy (2006): opportunities and barriers. *Curr Allergy Asthma Rep*.6:141-4.
- [18] Ladics GS, Knippels LM, Penninks AH, Bannon GA, Goodman RE, Herouet-Guicheney C. (2010): Review of animal models designed to predict the potential allergenicity of novel proteins in genetically modified crops. *Regul Toxicol Pharmacol*. 56:212-24



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



- [19] Novel food- List of authorisations: [https://ec.europa.eu/food/safety/novel\\_food/authorisations/list\\_authorisations\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/authorisations/list_authorisations_en)
- [20] R.W.R. Crevel, K.J. Cooper, L.K. Poulsen, L. Hummelshoj, C. Bindslev-Jensen, A.W. Burks, H.A. Sampson (2007): Lack of immunogenicity of ice structuring protein type III HPLC12 preparation administered by the oral route to human volunteers. *Food and Chemical Toxicology*, 45; 79–87
- [21] Bos C, Airinei G, Mariotti F, Benamouzig R, Bérot S, Evrard J, Fénart E, Tomé D, Gaudichon C.(2007): The poor digestibility of rapeseed protein is balanced by its very high metabolic utilization in humans. *J Nutr*,137(3):594-600.
- [22] COMMISSION IMPLEMENTING DECISION 2014/42/EU (2014): Authorising placing on the market of rapeseed protein as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council.<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0424&from=EN> (Hozzáférés: 2017.05.04)
- [23] Shewry Peter R., Napier Johnathan A, and Tatham Arthur S. (1995): Seed Storage Proteins: Structures and Biosynthesis. *The Plant Cell*, Vol. 7, 945-956.
- [24] Monsalve R.I., González de la Peña M.A., López-Otín C., Fiandor A., Fernández C., Villalba M., Rodríguez R., (1997): Detection, isolation and complete amino acid sequence of an aeroallergenic protein from rapeseed flour. *Clin. Exp. Allergy* 27(7): 833-841.
- [25] Monsalve R.I., Villalba M., Rodríguez R. (2001): Allergy to Mustard Seeds: The Importance of 2S Albumins as Food Allergens. *Internet Symposium on Food Allergens* 3(2).
- [26] Puumalainen TJ, Poikonen S, Kotovuori A, Vaali K, Kalkkinen N, Reunala T, Turjanmaa K, Palosuo T, (2006): Napins, 2S albumins, are major allergens in oilseed rape and turnip rape. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 17, 426-32.
- [27] Poikonen S, Puumalainen TJ, Kautiainen H, Burri P, Palosuo T, Reunala T, Turjanmaa K; (2006): Turnip rape and oilseed rape are new potential food allergens in children with atopic dermatitis. *Allergy*, 61, 124-7.
- [28] COMMISSION DECISION 2009/344/EC (2009): Authorising the placing on the market of Ice Structuring Protein type III HPLC 12 as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009D0344&from=EN> (Hozzáférés 2017.03.19)
- [29] Bruijnzeel-Koomen, C., Ortolani, C., Bindslev-Jensen, C., Björkstén, B., Moncret-Vanturin, D. and Wütrich, B. (1995): Adverse reactions to food. *Europ. Acad. Allergology and Clinical Immunology Subcommittee. Allergy* 50, 623-635.
- [30] EFSA (2008): Safety of 'Ice Structuring Protein (ISP)'; Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies and of the Panel on Genetically Modified Organisms *The EFSA Journal* 768, 1-18.
- [31] Verhoeckx KC, van Broekhoven S, den Hartog-Jager CF, Gaspari M, de Jong GA, Wichers HJ, et al. (2014): House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing Yellow mealworm proteins. *Food Chem Toxicol*; 65: 364-73.
- [32] Schroeckenstein, D.C., Meier-Davis, S., Bush, R.K., 1990. Occupational sensitivity to *Tenebrio molitor* Linnaeus (yellow mealworm). *J. Allergy Clin. Immunol.* 86, 182–188.
- [33] Reese, G., Ayuso, R., Lehrer, S.B. (1999): Tropomyosin: an invertebrate pan-allergen. *Int Arch Allergy Immunol.* 119(4):247-58.
- [34] Binder, M., Mahler, V., Hayek, B., Sperr, W.R., Schöllner, M., Prozell, S., Wiedermann, G., Valent, P., Valenta, R., Duchêne, M. (2001): Molecular and immunological characterization of arginine kinase from the Indianmeal moth, *Plodia interpunctella*, a novel cross-reactive invertebrate pan-allergen. *J. Immunol.* 167, 5470–5477.
- [35] Galindo, P.A., Lombardero, M., Borja, J.E.G., Feo, F., Barber, D., García, R., (2001): A new arthropod panallergen? *Allergy* 56, 195–197.