

# Fruktóz és az emésztőrendszeri panaszok: diagnózistól a kezelésig

Schäfer Eszter dr.

Magyar Honvédség Egészségügyi Központ, Budapest  
Correspondence: schaferezter@gmail.com

A fruktóz gyümölcsökben és zöldségekben természetesen előforduló monoszacharid. Az utóbbi évtizedekben világszerte jelentősen megnövekedett a fruktóz bevitele (elsősorban az üdítőitalokban használt magas fruktóztartalmú kukoricakeményítő szirup által). A fel nem szívódott fruktóz hasi tüneteket okoz: görcsös hasi fájdalom, puffadás, hasmenés formájában. Fruktóz malabszorpció diagnosztikájában legelterjedtebben a H<sub>2</sub> kilégzési tesztet használjuk, mivel a vékonybélben fel nem szívódott fruktózból a vastagbélbe jutva, a bakteriális bontás kapcsán a széndioxid, metán mellett hidrogén képződik. A teszt nincs standardizálva, így a teszt során alkalmazott fruktóz dózisok 25-50 g között mozognak. A fruktóztolerancia kezelése is nehézségekbe ütközik, nincs validált terápiás megoldás, kezelésében a fruktózfogyasztás egyénre szabott csökkentése és a FODMAP diéta ad kedvező választ.

KULCSSZAVAK: fruktóz malabszorpció, H<sub>2</sub> kilégzési teszt, diéta

## Fructose and complains of digestive system: from diagnosis to treatment

Fructose is a monosaccharide found naturally in small quantities in fruits and some vegetables, and in much larger quantities in industrially manufactured sweeteners and added sugars (e.g. sucrose and high fructose corn syrup). Incomplete intestinal absorption of fructose might lead to abdominal complaints such as pain, flatulence and diarrhoea. The hydrogen production by colonic bacteria is used for diagnosis with the hydrogen breath test. However, the appropriate fructose test dose (25-50 g) for correct diagnosis is unclear. The management of fructose intolerance is difficult and a validated therapy is lacking, tailored fructose-restricted diet on symptom and low FODMAP diet can be useful.

KEYWORDS: fructose malabsorption, H<sub>2</sub> breath test, diet

### Bevezetés

A fruktóz a legédesebb monoszacharid, amely a gyümölcsök és a méz természetes összetevője. A glükózzal együtt építőköve a szacharóznak, összetevője az inulin poliszacharidoknak és a fruktánoknak. A fruktóz szerves része az étrendünknek, míg őseink gyümölcsök fogyasztásával juttatták be a szervezetükbe, napjainkban az ún. modern, „nyugatias” étrendben az ízesített üdítők és az édességek lettek a fő fruktózforrásaink. Az NHANES III (National Health and Nutrition Examination Survey) 1988–1994 között végzett felmérésében a vizsgált populáció átlag fruktóz bevitele 54,7 g/nap volt, ami a napi energiabevi-

tel 10,2%-át tette ki, míg egy korábbi 1977–1978 közötti felmérésben még csak 37 g/nap volt a fogyasztás, 8%-a a napi energiabevitelnek. A legtöbb fruktózt a 12–18 éves serdülők fogyasztották, ez 72,8 g/nap volt, 12,1%-a a napi energiabevitelnek. Természetesen a fő forrás az üdítőitalok voltak (30,1%), ezt követték a gabonatermékek, mint a keksz, pite, müzli stb. (21,5%), és a gyümölcsök vagy gyümölcslevek (19,4%) (1). Míg a hatvanas években a fruktózt egy „hasznos terápiás ágensként” említették a cukorbetegség kezelésében vércukor-stabilizáló hatása révén, manapság a fruktózzal alkotott kép gyökeresen megváltozott. Az elhízás mellett számos metabolikus zavar kialakulásában kóroki tényezőként szerepel, fokozza

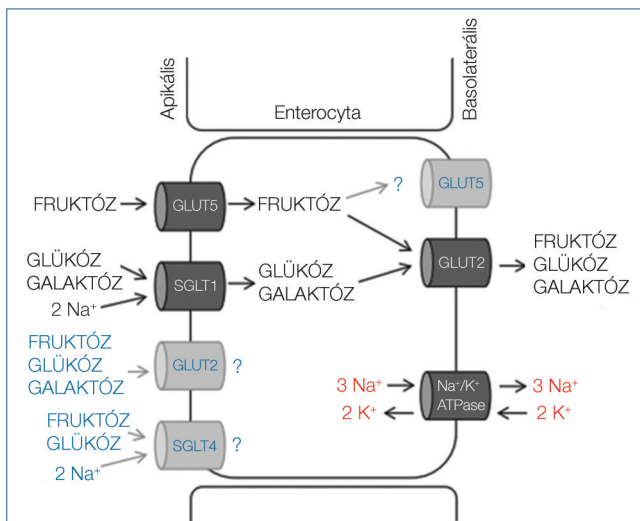
**1. táblázat: A fruktózmalabszorpció hosszú távú intesztinális és metabolikus következményei (2)**

Gastroenterológiai hatások	
•	fruktózmalabszorpció
•	intesztinális motilitás fokozása
•	bakteriális biofilmképződés
•	gastrooesophagealis reflux
•	irritábilis bélszindróma
Fruktózfogyasztás metabolikus zavarai	
•	fogszuvasodás
•	nem alkoholos zsírmáj
•	emésztőszervi daganatok
Fruktózfogyasztás extraintesztinális metabolikus zavarai	
•	obesitas
•	2-es típusú cukorbetegség és szövődményei
•	hypertriglyceridaemia
•	hyperurikaemia
•	nem alkoholos zsírmáj

az irritábilis bélszindróma (IBS) tüneteit, valamint a nem alkoholos májbetegség katalizátorainak egy kulcs diétás faktora. A közös patomechanizmust a megváltozott bélfőlóra jelentheti. A fruktózmalabszorpció hosszú távú intesztinális és metabolikus következményeit az 1. táblázat foglalja össze (2).

A gyümölcscukor okozza a fruktóztolerancia, illetve a malabszorpció két, különálló megjelenési formáját; ez a két állapot nem összetévesztendő, s megkülönböztetésük alapvető a későbbi kezelés szempontjából. A fruktóztolerancia a fruktóz-1-foszfát-aldoláz hiányából adódó, veleszületett, autoszomális recesszíven öröklődő, genetikai betegség. A fruktózmalabszorpció a fruktóz felszívódási zavara a vékonybélben. Szemben a tejcukorérzékenységgel, a fruk-

**1. ábra: Fruktózfelszívódás sematikus ábrája (5)**



tózmalabszorpció háttérében genetikai hiba nem ismert: felnőtt egyének vékonybél-biopsziájából meghatározták a GLUT2 és GLUT5-mRNS-szintet és nem találtak eltérést az egészséges kontroll és a fruktózmalabszorpcióval diagnosztizált betegekben (3).

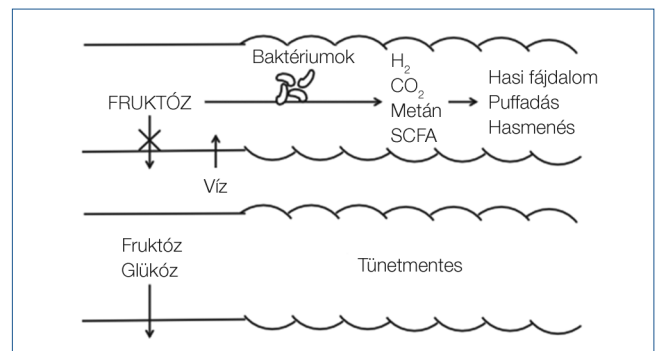
**Hereditár fruktóztolerancia**

Autoszomális recesszív enzimdefektus a fruktóz-1-foszfát aldoláz-B hiányával. Ennek következtében fruktóz-1-foszfát halmozódik fel a szövetekben, ugyanakkor csökken az ATP-, GTP- és az anorganikus foszfáttartalom, ennek következtében kezeletlen hereditár fruktóztolerancia esetén jellegzetes metabolikus (hypoglykaemia, laktacidózis, hypophoshaemia, hyperurikaemia, hypermagnesaemia, hyperalaninaemia) és klinikai eltérések (hányinger, hányás, hasi fájdalom). Típusosan az anyatejes táplálást követően a fruktóz-, szukróztartalmú ételekkel való hozzátápláláskor jelentkeznek a tünetek. Diagnózis felállítása molekuláris genetikai vizsgálat (ALDOB) és májbiopszia (alacsony fruktóz-1-foszfát aldoláz-B-aktivitás) alapján történhet. Az akut tünetek ellátásán túl élethossziglan fruktózmentes étrend tartása szükséges, ezáltal a betegek életminősége, életkilátásai az egészségesekével megegyezhet (4).

**Fruktózmalabszorpció**

Az elégtelenül felszívódó fruktóz tovább haladva fermentációt okoz a vastagbélben. A következőkben csak ezzel a kórformával foglalkozunk. A monoszacharidok felszívódásához szükséges transzporterek a vékonybél hámsejtjeinek (epithelsejtjeinek) membránjában találhatóak. A fruktóz alapvetően rosszul felszívódó monoszacharid, azonban a glükóz és bizonyos aminosavak elősegítik a felszívódását. A fruktóz transzportjában a GLUT5-transzporter fehérje játsza a kulcsszerepet, amelyet az SLC2A5-gén kódol. A fruktóz GLUT5 általi transzportja nem igényel energiát (ATP-hidrolízist) a glükóz transzportjával ellentétben, amelyet a GLUT4- vagy GLUT2-transzporter koordinál (1. ábra) (5). A malabszorpció kialakulását a GLUT5 mutációja miatt kialakult, csökkent működés segíti elő. A fel nem szívódott, ezért a tápcsatorna aborálisabb szakaszaiba jutott fruktózt a vastagbél baktériumai erjesztik. Erjedés hatására a bélbaktériumok aktivitásának köszönhetően gázok és rövid szénláncú zsírsavak képződnek, s a megjelenő tünetek (görcsös hasi

**2. ábra: Fruktózmalabszorpció pathomechanizmusa (6)**



**2. táblázat: A fruktózmalabszorpció kezelése: háromfázisú diéta (12)**

Fázis	Javaolat	Korlátozás	Időtartam
<b>1. fázis: várakozás</b>	A panaszmentesség elérése, széles körű tünetcsökkentés	<ul style="list-style-type: none"> <li>A felvétel korlátozása fruktózszegény ételekkel</li> <li>Cukoralkohol-mentesség</li> <li>A fruktózfelszívódás elősegítése párhuzamos glükózfelvétellel</li> </ul>	Max. 2 hét
<b>2. fázis: teszt</b>	A táplálékvasztás bővítése, figyelembe véve a zsír- és fehérjepótlást	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gyümölcsök óvatos, korlátozott bevezetése („trigger dózis”)</li> <li>További cukoralkohol-mentesség</li> </ul>	Max. 6 hét
<b>3. fázis: tartós diéta</b>	Egyéni tápanyagszükséglet fedezése	<ul style="list-style-type: none"> <li>Egyéni javaslatok: a beteg életritmusára, étkezéseinek számára</li> </ul>	Életmód szerint tartósan

fájdalom, puffadás) a laktóztoleranciához hasonlítanak. Ozmotikus hatása révén fokozott gasztrointesztinális motilitást és magasabb folyadéktartalmú székletürítést okozhat (2. ábra) (6). *Yudkin és munkatársai* fruktóz fogyasztását követően irritált, hyperaemiás vékonybél-nyálkahártyát találtak. A felszívódási zavar külső jelekben is megmutatkozik, amilyen például a száraz bőr, a testtömegvesztés, a vérszegénység és a depresszióra való hajlam.

A fruktózmalabszorpció kialakulását elősegíti a hosszú ideig tartó, nagy mennyiségű „luxus” fruktózfelvétel (üdítőitalok, cukrozott nassolnivalók, gyorséttermi ételek). A GLUT5 kapacitása korlátozott, fruktózmalabszorpció esetén 25 g gyümölcscukrot jelent. Élettani felszívódási zavar megjelenése akkor várható, ha az 1 órán belül elfogyasztott táplálékban lévő fruktóz mennyisége meghaladja a 35-50 g-ot. A különböző szénhidrát-intoleranciák prevalenciája nem ismert. Gasztrointesztinális tünetekkel jelentkező betegeknél különböző vizsgálatok 60%-ban írták le a fruktóz-érzékenység előfordulását, 50%-ban laktózérzékenységet és a betegek 33%-ában laktóz- és fruktózmalabszorpciót is igazoltak.

**Fruktózmalabszorpció – H<sub>2</sub>-kilégzési teszt: milyen dózisban alkalmazzuk a fruktózt?**

Fruktózmalabszorpciót leggyakrabban hidrogénkilégzési teszt során diagnosztizáljuk. A kilégzési teszt specificitása, fals pozitív esetek száma nagyban függ a teszt során alkalmazott fruktóz dózistól. A teszt során alkalmazandó optimális dózisa nincs egységes ajánlás. Egyes centrumok 25 g, mások 50 g fruktóz alkalmazása mellett teszik le a vaksukat, de 35 g fruktóz alkalmazásáról is szólnak érvek. A német konszenzus fruktózmalabszorpció alapos gyanúja esetén 50 g fruktózzal javasolja a teszt elvégzését, majd a specificitás növelésére pozitív eredmény esetén 25 g fruktózzal a vizsgálat ismétlését ajánlják. Egészséges önkéntesek vizsgálata során 25 g fruktóz esetén a malabszorpció ritka. A nagy dózisú fruktóztérhelés alacsonyabb specificitását kiküszöbölhetjük, illetve a fals pozitív eseteket megkülönböztethetjük a vizsgálat alatti klinikai tünetek észlelésével. Egészségesek esetén hiába magas a H<sub>2</sub>-exkréció, ha a klinikai tünetek nem jelennek meg (7). *Rumessen és munkatársai* 50 g fruktózzal végzett terhelés során az egészségesekben is 80%-ban igazoltak fruktózmalabszorpciót (8).

Minél nagyobb dózisban és koncentrációban alkalmazzuk a fruktózt, annál több fals pozitív esetre számíthatunk, így az FBT-vel nem tudjuk korrekten kiszűrni azokat az eseteket, akiknél az alacsony fruktóztartalmú étrend bevezetésétől eredményt várunk (9). Az észak-amerikai konszenzus ezért 25 g fruktózzal javasolja a teszt elvégzését, esetleges fals negatív esetek rizikójának figyelembevételével (10).

**Kezelés**

Az étrendi kezelés célja a fruktóz- és szacharózbevitel ideiglenes csökkentése, majd végül egyéni tolerancia szerint az individuális étrend összeállítása. Élethosszig tartó fruktóz kiiktatása nem ajánlott, mivel a fruktóz teljes hiányában a GLUT5 teljesen lecsökken, szemben az öröklött fruktóztoleranciában, ahol max. 0–6 g fruktóz a megengedett. A DGAKI (Német Allergológiai és Klinikai Immunológiai Társaság) 2010-es ajánlása szerint: a meghatározott idejű és lépésenkénti különböző mennyiségű, de korlátozott gyümölcscukor-felvétel csökkentése alkalmazandó (11). Háromfázisú diétát ír elő, amely a zsír- és fehérjekomponensek növelésével javítja a fruktózfelvételt a vékonybélben (2. táblázat). A cukoralkoholok (pl. szorbit) fogyasztása nem ajánlott, mivel a fruktózzal a GLUT5 szállítási kapacitásáért versengenek, így a fruktóz felvétele nem megfelelő. Mindhárom lépés során a fruktóz grammnyi megítélése egyéni tolerancia („triggerdózis” meghatározása) szerint történik a táplálkozási napló alapján, ahol leírásra kerül az elfogyasztott étel az azt követően megjelenő tünet. A táplálkozási terápia első szakaszában a fruktózfelvétel célzott kerülése javasolt mindaddig, amíg a tünetek meg nem szűnnek. Ilyenkor fel kell hívni a figyelmet az ételek rejtett cukortartalmára, a méz, és üdítők fogyasztására. A napló további vezetése segíti kiszűrni az étrendi hibákat. Ez a stádium maximum két hétig tart. A második szakaszban megkezdődik a fruktózfogyasztás fokozatos felépítése kis fruktóztartalmú zöldségek majd gyümölcsök bevezetésével. A nagyobb fruktóztartalmú táplálékokat (3. táblázat) ajánlatos nagyobb fehérje- és zsírtartalmú ételekkel együtt fogyasztani, mivel az egyidejű nagyobb fehérjefelvétel javítja a GLUT5 szállítási funkcióját. Ennek a szakasznak az időtartama maximálisan hat hét, ez időszak alatt továbbra is teljes tünetmentességre van szükség. A harmadik szakaszban történik az egyedi diéta kialakítása, táplálék- és tünetprotokoll segítségével. A

**3. táblázat: Fruktózegyenérték táblázat. 1 g fruktóz az adott élelmiszer hány g-jában van jelen (13)**

Zöldségek	g	Gyümölcsök	g	Gabonafélék	g
Sárgarépa	50	Szőlő	12	Rozs	200
Káposzta	50	Alma	13	Búza	300
Articsóka	55	Cseresznye	18	Graham kenyér	150
Karalábé	60	Mandarin	20	Köles	150
Paradicsom	73	Görögdinnye	25	Rizs	150
Kukorica	75	Narancs	25	Zsemle	250
Brokkoli	75	Őszibarack	25		
Cukkini	100	Meggy	25		
Száraz bab	100	Szilva	30		
Karfiol	100	Eper	38		
Uborka	100	Málna	40		
Lencse	150	Kajsziabarack	60		
Burgonya	300				
Savanyú káposzta	300				
Paraj	500				

fruktóz kiiktatása miatt az előbbi fázisokban várhatóan javul a GLUT5 szállítási funkciója, így figyelembe véve az életkori adottságokat, valamint az aktivitási szinteket, egyéni ajánlásra és egyéni étrend kialakítására kell törekedni (12).

### Fruktóz és a dysbiosis

A normál bélflórát többnyire 6-féle baktériumtörzs kolonizációja jelenti: *Firmicutes*, *Bacteroides*, *Proteobacteria*, *Acinetobacteria*, *Fusobacteria* és *Verrucomicrobia*. Nyugati étrend mellett a *Bacteroides* fajok csökkennek, a *Firmicutes* baktériumok elszaporodnak. *Jegatheesan* tanulmányában 8 hetes nyugati, zsírban és fruktózban gazdag étrend bélflórára kifejtett hatását vizsgálta. Azt találták, hogy a *Clostridium leptum*, *Bacteriodes/Prevotella* és *Lactobacillus* baktériumok száma csökkent, ugyanakkor az epitheliális funkció megerősítéséért felelős *Akkermansia muciniphila* száma nem csökkent. NAFLD esetén jellemző bélflóráváltozást a *Bacteriodes* fajok csökkenése és a *Clostridium* családba tartozó baktériumok elszaporodása jellemzi. IBS-ben is hasonló tendencia jellemző: *Clostridium* XIVa családba tartozó és a *Ruminococcaceae* baktériumok elszaporodása mellett a *Bacteroidetes* és *Bifidobaktériumok* számának csökkenése figyelhető meg (13).

### Fruktózmalabszorpció és parazitózis

Funkcionális gasztrointesztinális kórképek, hasi diszkomfort hátterében pszichológiai stimulusok mellett a lumenális (étrendi, illetve infektív) ágensekre való fokozott intesztinális reaktivitás szerepe merült fel. Ennek kapcsán merült fel a szénhidrát-intolerancia, ételintolerancia, IBS és intesztinális protozoonfertőzések (döntően *Giardia*) kapcsolata. *Giardia* intesztinális parazitózis esetén a betegek 89,5%-ában észleltek fruktózmalabszorpciót. Kró-

nikus hasi panaszok esetén, amennyiben szénhidrát-intolerancia mellett zsírdékony vitaminok alacsony szintjét észleljük, részletes direkt és indirekt parazitológiai vizsgálat elvégzése javasolt (14).

### IBS és fruktózmalabszorpció

Gasztroenterológushoz forduló betegek egyharmada puffadás, gázosság, hasi fájdalom, hasmenés miatt jelentkezik. Amikor az endoszkópos és radiológiai vizsgálatok során kóroki tényezőt nem találunk, irritábilis bélszindrómát véleményezünk leggyakrabban a mindennapi klinikai gyakorlatban. Az irritábilis bélszindróma (IBS) az egyik leggya-

**4. táblázat: FODMAP-források (17)**

<b>Fruktánok</b>	búza, hagymafélék (vöröshagyma, lilahagyma, fokhagyma, póréhagyma, medvehagyma, salotta), csicsóka, édeskömény, okra
<b>Galaktánok</b>	hüvelyesek, káposztafélék
<b>Glukánok</b>	búza, zab
<b>Laktóz</b>	minden állat teje, joghurt, friss sajtok, tejföl, laktóztartalmú élelmiszerek
<b>Fruktóz</b>	gyümölcskészítmények, fruktóz hozzáadásával készült termékek, méz, kukoricaszirup, kajsziabarack, körte, mangó, görögdinnye
<b>Xilitol, mannitol, maltitol, szorbitol</b>	élelmiszeripari termékek, ahol cukoralkoholt használnak édesítésre
<b>Rezisztens keményítő</b>	burgonya, kukorica, hüvelyesek, gesztenye, főzni való banán

koribb funkcionális gasztroenterológiai kórkép, a populáció 5-11%-át érinti (15). IBS egy multifaktoriális kórkép, amelynek kialakulásában szerepet játszik a megváltozott motilitás, visceralis hiperszenzitivitás, megváltozott összetételű bélflóra, bél-agy-gát tengely és az immunrendszer diszfunkciója. Az IBS terápiájában viszonylag újdonság az úgynevezett FODMAP (Fermentable Oligo-, Di-, Monosaccharides and Polyols)-hipotézis, amely szerint a tünetekért azok a szénhidrátok felelősek, amelyek az emésztési és felszívódási zavarból kifolyólag a disztális vékonybélben, illetve a vastagbélben fermentálódnak. Az eliminációs diéták – alacsony FODMAP esetén az IBS-tünetek csökkennek (16). FODMAP-szénhidrátok az oligoszacharidok közül a fruktánok (FOS, inulin), galaktánok (GOS) glukánok, rezisztens keményítő. A diszacharidok közül a laktóz, a monoszacharidok közül a fruktóz, a cukoralkoholok közül a xilitol, a mannitol, a maltitol és a szorbitol, leggyakoribb forrásait a 4. táblázat tartalmazza (17).

Francia kohorsz vizsgálat igazolta, hogy a nyugatias étrend fokozza az IBS kialakulásának kockázatát, ezen belül is az IBS egyik etiológiai tényezője a fruktózmalszorpció volt. *Melchior és munkatársai* azt találták, hogy már 2 hetes alacsony fruktóztartalmú étrend mellett is csök-

kentek az IBS-es tünetek és javultak a betegek életminősége, függetlenül a 25 g fruktózzal végzett fruktózkilégzési teszt eredményétől (18). IBS-betegcsoportban *Jung és munkatársai* 25 g fruktózzal végzett HBT során azt találták, hogy az SIBO-negatív csoportban a fruktózmalszorpció (FM) szignifikánsan gyakoribb volt, így merült fel az IBS-FM kapcsolata (19).

## Következtetések

Funkcionális gasztrointesztinális kórképek gyanúja, fokozott gázképződéssel orvoshoz forduló betegek esetén helye van a fruktózmalszorpció irányában való hidrogénkilégzési tesztnek. Fruktózmalszorpció igazolása esetén fontos az egyénre szabott diéta alkalmazása dietetikus segítségével, mert az „önkezelés” magában hordozza az egészséges ún. mediterrán étrend alkotóelemeinek (zöldségek, gyümölcsök) akár teljes kiiktatását, annak minden következményével. Ezen túlmenően, táplálkozás-educációs vonalon célszerű lenne a fruktózbetevél optimalizálása, ízesített üdítőitalok és magas fruktóztartalmú édességek mérséklése révén a tünetek megelőzése.

## Irodalom

- Vos MB, Kimmons JE, Gillespie C, et al. Dietary fructose consumption among US children and adults: The Third National Health and Nutrition Survey. *Medscape J Med* 2008 Jul 9; 10(7): 160.
- Buzás GM. Fructose and fructose intolerance. *Orv Hetil* 2016 Oct; 157(43): 1708–1716.
- Wilder-Smith CH, Li X, Ho SS, Leong SM, Wong RK, Koay ES, Ferraris RP. Fructose transporters GLUT5 and GLUT2 expression in adult patients with fructose intolerance. *United European Gastroenterol J* 2014 Feb; 2(1): 14–21. doi: 10.1177/2050640613505279
- Peter Baker, Lachlan Ayres, Sommer Gaughan, James Weisfeld-Adams. Hereditary Fructose Intolerance. *Gene Reviews* 2015 Dec.
- Szokolai V, Harsányi G, Elbert G, Tamássy K, Nagy ZsB. A fruktózanycsere-zavar molekuláris háttere és következményei. *Új Diéta* 2014; 5: 8–11.
- Ebert K, Witt H. Fructose malabsorption. *Mol Cell Pediatr* 2016 Dec; 3(1): 10. doi: 10.1186/s40348-016-0035-9
- Keller J, Franke A, Storr M, et al. Clinically relevant breath tests in gastroenterological diagnostics—recommendations of the German Society for Neurogastroenterology and Motility as well as the German Society for Digestive and Metabolic Diseases. *Z gastroenterol* 2005; 43: 1071–109.
- Rumessen JJ, Gudmand-Hejer E. Absorption capacity of fructose in healthy adults. Comparison with sucrose and its constituent monosaccharides. *Gut* 1986 Oct; 27(10): 1161–1168. doi: 10.1136/gut.27.10.1161
- Melchior C, Desprez C, Houivet E, Debeir LA, Bril L, Maccaroni M, Grout E, et al. Is abnormal 25 g fructose breath test a predictor of symptomatic response to a low fructose diet in irritable bowel syndrome? *Clinical Nutrition* 2019. Article in press. doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.031
- Rezaie A, Buresi M, Lembo A, Lin H, McCallum R, Rao S, et al. Hydrogen and Methane-Based Breath Testing in Gastrointestinal Disorders:

- The North American Consensus. *Am J Gastroenterol* 2017 May; 112(5): 775–784. doi: 10.1038/ajg.2017.46
- Schäfer C, Reese I, et al. Fructose malabsorption. *Allergo J* 2010; 19: 66–69.
- Lalátka O. Fruktózmalszorpció. *Új Diéta* 2014; 5: 11–14.
- Jessica Lambert, Sabine Weiskirchen, Silvano Landert, Ralf Weiskirchen. Fructose: A Dietary Sugar in Crosstalk with Microbiota Contributing to the Development and Progression of Non-Alcoholic Liver Disease. *Frontiers in Immunol* 2017 Sept.; 8: 1159. doi: 10.3389/fimmu.2017.01159
- Trelis M, Taroncher-Ferrer S, Gozalbo M, Ortiz VM, Soriano J, Osuna A, et al. Giardia intestinalis and Fructose Malabsorption: A Frequent Association. *Nutrients* 2019; 11(2973): 1–17. doi:10.3390/nu1122973
- Bonfrate L, Krawczyk M, Lembo A, Grattagliano I, Lammert F, Portincasa P. Effects of Dietary Education, Followed by a Tailored Fructose-Restricted Diet in Adults With Fructose Malabsorption. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2015 Jul; 27(7): 785–96. DOI: 10.1097/MEG.0000000000000374
- Melchior C, Gourcerol G, Déchelotte P, Leroi AM, Ducrotte P. Symptomatic fructose malabsorption in irritable bowel syndrome: A prospective study. *United European Gastroenterology Journal* 2014; 2(2): 131–137. DOI: 10.1177/2050640614521124
- Pálfi E. (Irritábilis bél szindróma In: Figler M, Kubányi J, (eds) *Dietetika a háziorvosi gyakorlatban*. SoringMed Kiadó; 2015. P. 222–225.
- Jung KW, Seo M, Hwan Cho Y, Park YO, Yoon SY, Lee Y, Yang DH, et al. Prevalence of Fructose Malabsorption in Patients With Irritable Bowel Syndrome After Excluding Small Intestinal Bacterial Overgrowth. *J Neurogastroenterol Motil* 2018 April; 24(2): pISSN: 2093–0879 eISSN: 2093–0887 <https://doi.org/10.5056/jnm17044>
- Kim Y, Choi CH. Role of Fructose Malabsorption in Patients With Irritable Bowel Syndrome. *J Neurogastroenterol Motil* 2018 April; 24(2): p. 2093–0879. pISSN: eISSN: 2093–0887 <https://doi.org/10.5056/jnm18057>