

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Penksza Péter

Budapest

2022



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

ÉLELMISZERTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Xilo-oligoszacharidok technofunkcionális tulajdonságai

PENKSZA PÉTER

Budapest

2022

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem - Élelmiszertudományi Doktori Iskola

A doktori iskola megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

Tudományága: Élelmiszertudományok

Vezetője: Simonné Dr. Sarkadi Livia,

Egyetemi tanár, DSc

Magyar Agrár és Élet Tudományi Egyetem

Témavezető: Hermánné Dr. Juhász Réka

Egyetemi docens, PhD

Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék

Semmelweis Egyetem

Szakmai konzulens: Dr. Sipos László

Egyetemi docens, PhD

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Árukezelési, Kereskedelmi, Ellátási Lánc és Érzékszervi Minősítési Tanszék

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....

Az iskolavezető jóváhagyása

.....

A témavezető jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK

Számos civilizációs, nem fertőző betegség például: cukorbetegség, vastagbél daganat, elhízás kialakulásában az egyik legjelentősebb faktor a nem megfelelő, rostban szegény táplálkozás. Ennek következtében az élelmiszeriparban egyre nagyobb a törekvés olyan funkcionális élelmiszerek előállítására, melyek olyan mennyiségben tartalmaznak hozzáadott rostokat, hogy azok kifejtsék pozitív élettani hatásukat és közben lehetőleg a hagyományos élelmiszerek ízétől, illatától és állományától jelentősen ne térjenek el.

Az élelmi rostok közé sorolhatjuk a cellulózt, lignint, hemicellulózt, pektint, növényi gumikat és nyálkákat, melyek poliszacharidok, illetve néhány kisebb polimerizációfokú szénhidrátot, melyeket összefoglaló néven nem emészthető oligoszacharidoknak (non digestible oligosaccharides, NDO) nevezünk. A nem emészthető oligoszacharidok közül egyre több Európában, illetve Magyarországon is jól ismert, mint például az inulin hidrolízisével előállítható frukto-oligoszacharidok (FOS), vagy a keményítő részleges hidrolízisével előállítható izomalto-oligoszacharidok (IMO). Ezek a molekulák nemcsak rostként funkcionálnak, hanem mint prebiotikumok, amelyek az emberi tápcsatornán változatlan formában keresztüljutnak és az emberi bélrendszerben a jótékony bélbaktériumok szaporodását szelektíven elősegítik (Gibson és Roberfroid 1995). Élelmiszer technológiai szempontból azért izgalmas a kis molekulaméretű oligoszacharidok rostként való adagolásának vizsgálata, mert szemben a nagyméretű poliszacharidokkal (pl. cellulóz, pektin), amelyek jelentősen módosíthatják a termék megjelenését, szerkezetét a nem emészthető oligoszacharidok akár „észrevétlenül” is növelhetik az adott élelmiszer beltartalmi értékeit, így a fogyasztók számára vonzóbbak lehetnek.

A növényi melléktermékekben (kukoricacsutka, bagassz) található lignocellulózok egyik összetevője a xilán, melynek hidrolízisével előállítható xilo-oligoszacharidok (XOS) a nem emészthető oligoszacharidok közé tartoznak. A kutatómunkám kezdetekor az XOS Magyarországon és Európában még nem ismert, új élelmiszer összetevő volt, melynek engedélyeztetése 2018-ban lezajlott (2018/1648 EU rendelet), és amelynek alkalmazása a Távol-Keleten (Japán, Korea, Kína) két évtizedes múlta tekint vissza. Az XOS-t főleg étrendkiegészítőkben, funkcionális élelmiszerekben, illetve szinbiotikus pro- és prebiotikumokat is tartalmazó tejtermékekben alkalmazzák. Kevésbé ismert azonban, hogy az európai tradicionális élelmiszerekben milyen módon alkalmazható. Az XOS előnye a többi NDO-val szemben, hogy olcsó, bőséges és megújuló természetű mezőgazdasági növényi

maradványokból állítható elő (Vazquez et al. 2000) valamint kis dózisban is kifejti (1-4g/nap) kedvező élettani hatásait. (Xiao, Ning, Xu, 2012)

A PhD dolgozatom célja a xilo-oligoszacharidok (XOS), mint új nem emészthető oligoszacharidok, alapvető technológiai tulajdonságainak feltérképezése annak érdekében, hogy az XOS felhasználásával tervezett termék- és gyártás technológiafejlesztési munkákat előkészítsem. Céлом volt továbbá, hogy kutatásaimmal hozzájáruljak az XOS Novel Food engedélyezés tudományos hátterének megalapozásához.

1. Céлом volt, hogy az XOS, mint új élelmiszer-összetevő alapvető fizikai tulajdonságainak (oldhatóság, szín, turbiditás) megismerése.
2. Mivel nem rendelkezünk ismeretekkel, céлом volt annak tisztázása, hogy az XOS vizes közegben milyen reológiai tulajdonságokkal rendelkezik, és ezek milyen hatással lehetnek a rosttal dúsított élelmiszerek termékfejlesztésére és gyártástechnológiájára.
3. Céлом volt annak vizsgálata, hogy az XOS jelenléte az iparban használt állománykialakítók gélesedési tulajdonságait módosítja-e bármiféle módon.
4. Céлом volt egy, az európai étrend alapvető élelmiszerében (kekszben) történő XOS adagolásának hatását megvizsgálni, hogy hogyan befolyásolja annak fizikai-érzékszervi tulajdonságait.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

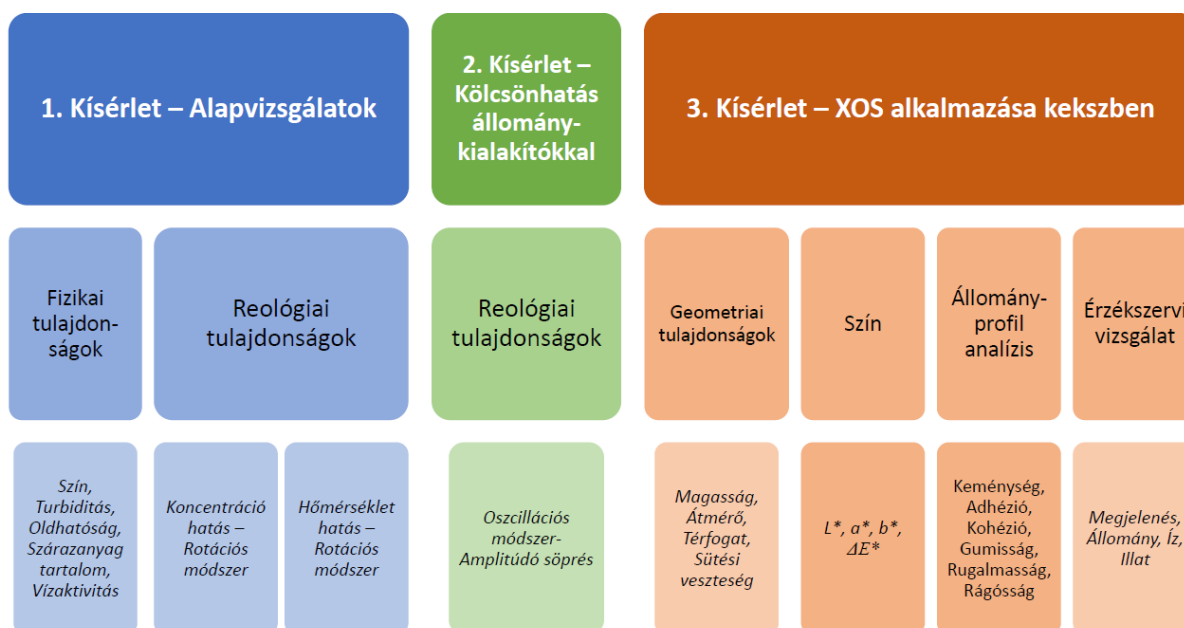
Doktori dolgozatom többlépcsős, egymásra épülő kísérletsorozaton alapul, amelyben 3 XOS terméket használtam fel (Longlive Shandong Co. Ltd, Kína):

- 95P (por alapú, 95%-ban tartalmaz XOS-t),
- 70P (por alapú, 70%-ban tartalmaz XOS-t),
- 70L (sűrítmény, 70%-ban tartalmaz XOS-t).

A három kísérletsorozatban az alábbi témaköröket vizsgáltam:

- 1. kísérlet: Az XOS alapvető fizikai tulajdonságainak vizsgálata (Alapvizsgálatok)
- 2. kísérlet: Az XOS állománykialakítókkal való kölcsönhatásainak vizsgálata vizes oldatokban
- 3. kísérlet: Az XOS, mint élelmi rost hatása kekszek fizikai és érzékszervi jellemzőire

A mérési módszereket az 1. ábrán foglaltam össze.



1. ábra A három kísérlet sorozat összefoglaló ábrája

Reológiai tulajdonságok vizsgálata során a méréseket Physica MCR 51 reométerrel végeztem (Anton-Paar, Anton-Paar Hungary Ltd, Veszprém, Magyarország). Az adatok kiértékelésekor a Rheoplus v32 szoftvert használtam. Az egyes XOS típusok reológiai viselkedését és annak koncentráció-, illetve hőmérsékletfüggését rotációs mérés technikával, a minták folyásgörbéjének (nyírófeszültség a nyírási sebesség függvényében) felvételével vizsgáltam. Az állománykialakítók és az XOS közötti kölcsönhatás vizsgálata során oszcillációs technikával amplitúdósöprés módszert alkalmaztam.

A kekszek állományát Brookfield LFRA Texture Analyzer (LFRA 4500 Texture Analyzer; Brookfield, Middleboro, USA) segítségével jellemeztem, Az adatok rögzítését és az állományprofil elemzését TexturePro Lite v1.1 Build 4 szoftver segítségével végeztem el.

3. EREDMÉNYEK

Az XOS-nek a közelmúltban fejeződött be az Európai Unió új élelmiszer kategóriába való bevezetése (a Bizottság (EU) 2018/1648 végrehajtási rendelete 2018. október 29.); ebből kifolyólag csak korlátozott információk álltak a rendelkezésre, hogy milyen hatást fejt ki az európai kultúrkörben elterjedt élelmiszerekben. Ezért disszertációmban három kísérlet sorozatban kívántam feltérképezni az XOS tulajdonságait.

Első kísérlet sorozatomban az XOS alaptulajdonságait térképeztem el. Ennek keretében alap fizikai jellemzőket vizsgáltam, úgymint szín, oldódási képesség, turbiditás, pH, szárazanyagtartalom, vízaktivitás és refrakció. Eredményeim alapján nem fedeztem fel olyan tulajdonságot, ami meggátolná az XOS széleskörű alkalmazását az élelmiszerekben. Ezt követően reológiai vizsgálatok következtek, rotációs módszerrel. Szacharózzal és frukto-oligoszachariddal, mint a leggyakrabban alkalmazott szénhidráttal és oligoszachariddal hasonlítottam össze az XOS folyási tulajdonságait. Egyre növekedő koncentráció mellett értékeltem a szénhidrátok viszkozitását és az alábbi következtetéseket tudtam levonni: A konzisztencia értékeket tanulmányozva a koncentráció függvényében három különböző területet és ezáltal viselkedést figyeltem meg. Az első intervallumban alacsony koncentrációban (0,5–4% szárazanyagtartalom között) a FOS konzisztenciája szignifikánsan magasabb volt, mint az XOS három típusa és a szacharóz esetében, és az utóbbiak között nem volt szignifikáns különbség. A második intervallumban a 4–40% szárazanyagtartalom között az XOS por típusú termékek (95P és 70P) konzisztenciája intenzívebben nőtt, mint a másik három szacharidé (FOS, 70L és szacharóz). A harmadik intervallumban magas koncentrációban (40–70%) az XOS 70P és 95P oldatok konzisztenciája szignifikánsan magasabb volt, mint a többi szacharidé. Növekvő hőmérséklet mellett a szénhidrátok viszkozitásának vizsgálatakor azt tudom megállapítani, hogy az összes oligoszacharid viszkozitása az XOS 70P kivételével állandó volt 4 és 10°C között, majd a mérés végéig csökkent. A viszkozitás csökkenése intenzívebb volt 10–50°C-on, mint 50–90°C között. Az XOS 70P viszkozitása a legmagasabbnak, a FOS viszkozitása a vizsgált hőmérsékleti tartományban a legalacsonyabbnak bizonyult.

A második kísérlet sorozatomban három állománykialakító mellett vizsgáltam az XOS-t, hogy képes-e módosítani a gélszerkezet kialakulását. Amplitúdó söprés módszerrel vizsgáltam a mintákat, ahol a kapott reogramokat értékeltem. A zselatinnal készült minták vizsgálata során fedeztem fel, hogy az 1% XOS-ot tartalmazó zselatin gélek komplex viszkozitása a nyírófeszültség függvényében magasabb volt a 0,01–1 Pa nyírófeszültség-intervallumban, mint a 3% XOS-os mintáké. 1 Pa nyírófeszültség felett az 1% XOS-tartalmú minták és a kontroll minta komplex viszkozitása mutatott csökkenő tendenciát, míg a többi minta komplex viszkozitás értéke megközelítőleg állandó értékekkel rendelkező növekvő nyírófeszültség mellett. Tehát az XOS képes volt a gélek mechanikus stabilitását növelni, vagyis egy erősebb gél kaptam. A két szénhidrát alapú állománykialakítóval, a xantánnal és a szentjánoskenyérmag liszttel és azok keverékével készült minták vizsgálata során arra jutottam, hogy az XOS a xantán esetén szignifikánsan nem befolyásolta a gél kialakulását, ennek az lehet a magyarázata, hogy a xantán töltéssel rendelkező molekula, és az oldalláncok polarizációja miatt könnyen oldódik, a különféle oligoszacharid koncentrációk ezáltal nem befolyásolják a gélesedési képességét. Szentjánoskenyérmag liszttel készült minták esetén pedig szignifikánsan negatívan befolyásolta a gél szerkezet kialakulását, mivel feltehetőleg az XOS vízmegkötő képességével gátolta szentjánoskenyérmag liszt zselésedési tulajdonságait.

A harmadik kísérlet sorozatban egy kényelmi termékben, a napi ajánlott fogyasztási mennyiségnek megfelelő (0,12 g/ttkg/nap) mennyiségnek megfelelő adagolásban alkalmaztam az XOS-t, 1,4%-ban. A kekszekkel történő kísérletek egy minta sorozatában a különböző XOS termékeket liszt pótlóként használtam, a másik sorozatban cukor pótlóként. A kekszeket amerikai szabvány szerint készítettem el, és mind érzékszervi mind pedig műszeres vizsgálatnak is alávettem. Vizsgáltam a kekszek megjelenését, vagyis a geometriai tulajdonságait: térfogatot, magasságot, színt, és a sütési veszteséget vizsgáltam. Állományprofil analízissel felvettem a kekszek rágási profiljait és kiértékeltem a jellemző paramétereket. A mért értékeket összevettem az érzékszervi bírálók által kapott eredményekkel és az alábbi megállapításokat tettem: Az XOS hatást gyakorolt a kekszek színére, felületére és roppanóságára. Az XOS-ben található xilóz befolyásolta a kekszek barnás jellegét, sültebb külsőt adva a terméknek. Az érzékszervi bírálat során kapott pontszámok azt mutatják, hogy az összes XOS-sal készült kekszet a bírálók sötétebbnek és intenzívebb színárnyalattal rendelkezőnek ítélték meg. Ez az eredmény összhangban van a ΔE^*_{ab} eredményeivel, vagyis, hogy olyan mértékű az L^* , a^* és b^* változása a kontrollhoz képest, hogy azt a fogyasztók könnyen megtudják különböztetni. A kekszek átmérője megnőtt minden XOS hozzáadásával,

és ezt mind műszeres, mind pedig érzékszervi módszerekkel történő méréseim igazolták. Az XOS vízelvonó képessége miatt a forma érzékszervi tulajdonságainak pontszáma szignifikánsan csökkent minden típusú XOS esetében, jelezve, hogy a kekszek az XOS hozzáadása következtében egyenetlenebbé és szabálytalanabbá váltak. A felület homogenitása szignifikánsan kevesebb pontszámot kapott XOS hozzáadása esetén, mivel több lyuk, pórus és repedés jelentkezett, tehát a kekszek inhomogénebbé váltak. A keménység nem változott vagy kis mértékben növekedett, a kohéziós képesség csökkent, amiről a bírálók is beszámoltak. A ropogóság és a rághatóság növekedett. Ez azt jelenti, hogy az XOS jelenlétében a kekszeket intenzívebb morzsalódás jellemezte. A szájüreg bevonó képesség növekedett az XOS hozzáadása miatt. Ennek oka lehet a zsír vagy a kekszben megnövekedett mennyiségű víz, amit az XOS kiszorított a keményítővel való kölcsönhatásba lépés során. A kontroll mintához képest az XOS növelte a kekszek sült, édes és karamell íz és illat intenzitását.

Kutatásaim eredményeképpen kijelenthetem, hogy az XOS a termékfejlesztések során jól használható a rosttartalom növelésére a fogyasztói elfogadottság megőrzése mellett.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- 1. Az eredményeimmel bizonyítottam, hogy a xilo-oligoszacharidok viszkozitás módosító képessége szignifikánsan ($\alpha=0,05$) eltér a kontroll mintaként használt szénhidrátokétól (frukto-oligoszacharidok és szacharóz) 40–70% közötti koncentráció tartományban. Az XOS 70P és 95P oldatok konzisztencia-indexe szignifikánsan magasabb volt a többi mintához viszonyítva.
- 2. A vizsgálataim során bizonyítottam, hogy 4-60°C közötti hőmérsékleti tartományban szignifikáns különbségek adódtak a vizsgált szénhidrátok (xilo-oligoszacharidok, frukto-oligoszacharidok és szacharóz) viszkozitása között, mint magasabb hőmérsékleteken (60-90°C). Tehát 60°C alatt a 70P xilo-oligoszacharid szignifikáns viszkozitás növelő hatással rendelkezik a szacharózhoz és a frukto-oligoszacharidokhoz képest.
- 3. Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a xilo-oligoszacharidok hozzáadása a vizsgált koncentrációban (1-3 m/m%) szignifikánsan nem csökkentette a zselatin gél szilárdságát, amit a kezdeti tárolási modulus (G') és a veszteségi modulus (G'') értékek aránya mutatott. Továbbá megnövelte a zselatin gél stabilitását a mechanikai igénybevételekkel szemben,

amit az jelzett, hogy a kontroll minta komplex viszkozitás értékei csökkentek a legintenzívebben növekvő nyírófeszültség mellett.

- 4. Vizsgálataimmal bizonyítottam, hogy a xilo-oligoszacharidok hozzáadása 1-3 m/m% koncentrációban szignifikánsan nem befolyásolta a xantán gél stabilitását és keménységét, azonban szignifikánsan csökkentette a szentjánoskenyérmag lisztel önmagában vagy xantánnal kombinálva készített gélek stabilitását és keménységét.
- 5. A xilo-oligoszacharidok kekszben történő alkalmazásának vizsgálata során az XOS adagolás hatására a kekszek szignifikánsan barnultak az oligoszacharidok jelenlétében a 10 percre 205 °C-on történő sütést követően. A képzett érzékszervi bírálók értékelése alapján megállapítottam, hogy a xilo-oligoszacharidok szignifikánsan növelték a kekszek „sült karakterét”, amit a fokozott karamellaroma, sötétebb szín és ropogósabb textúra jelez. Továbbá a xilo-oligoszacharidok hozzáadása érzékszervileg szignifikáns hatással volt a kekszek édességére, a kekszek ízére és a globális ízintenzitásra.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az XOS termékek nem rendelkeztek olyan fizikai vagy érzékszervi jellemzővel, ami megakadályozta volna az első tapasztalatok után az élelmiszerekben történő felhasználást. Ennek következtében nem látom akadályát a hazai kultúrkörben jelenlévő élelmiszerekben való tesztelésnek.

Az enyhe édesítő erejével és a szacharózzal megegyező állomány kialakító hatása révén az XOS potenciális cukor pótlóvá válhat, más édesítőszerekkel történő kombinációja pedig izgalmas eredményekhez vezethet a továbbiakban. A két XOS termék magas koncentrációban tapasztalt állománykialakító képessége, hogy mind a FOS-nál mind pedig a szacharóznál is szignifikánsabb nagyobb értékkel rendelkezett, figyelemreméltó. Viszont a napi beviteli érték felett (0,12 g/ttkg/nap) jelentkező negatív egészségügyi hatása miatt (puffadás, hasmenés) élelmiszeripari felhasználása magas koncentrációban nem célszerű.

A hőmérséklet változásának hatása során kapott eredményeim megegyeztek az irodalomban tapasztaltakkal (Park et al. 2001). A 70P minta alacsony hőmérsékleten mutatott állománykialakító képessége alkalmassá teheti arra, hogy a romlandó és ezáltal hűtést igénylő élelmiszerekben, mint például a tej alapú italokban, vagy egyéb tejtermékekben cukorpótló

legyen, vagy a FOS-t kiváltsa. Magasabb hőmérsékleten tapasztalt, a FOS-kal szembeni szignifikánsan nagyobb állománykialakító képessége pedig képessé teheti az XOS-t, hogy jellemzően melegen tált élelmiszerekben kiválthassa. A koncentráció – és a hőmérsékletváltozás vizsgálatok eredményeiből azt a következtetést tudom levonni, hogy az XOS alkalmas lehet elsősorban a FOS, de a legnépszerűbb szénhidrát, a szacharóz kiváltására is bizonyos élelmiszer csoportokban. Célszerű további rotációs mérésekkel vizsgálni, hogy képes-e az olyan komplexebb rendszerekben, mint amilyen a tej, növényi italok vagy a joghurt az eredményeimmel megegyező konzisztencia növelő hatásra.

Az oszcillációs módszerrel elvégzett reológiai vizsgálataim eredményei a zselatinnal kapcsolatban az irodalomban tapasztalt eredményekkel összhangban vannak (Kasapis és Al-Marhoobi 2003, Mumtaz et al. 2008). Míg a másik két állománykialakítóval pozitív kölcsönhatás jelenségét nem tapasztaltam. Ebből azt a következtetést vonom le, hogy az XOS-t érdemes további vizsgálatoknak alávetni, hogy például nagyobb koncentrációban is képes-e erősíteni a zselatin gélszerkezetét. Az XOS adagolásának növelése az állománykialakítókkal mutatott kölcsönhatást az általam tapasztaltaktól eltérően befolyásolhatja, viszont ezzel a napi beviteli értéknek megfelelő XOS-nél nagyobb mennyiség juthat potenciálisan a szervezetbe.

Habár a Távol-Keleten inkább különféle italokban történik az XOS adagolása, az XOS kekszben történő alkalmazása ígéretes eredményeket mutatott, mivel egy sültebb szín intenzitással rendelkező intenzívebb szájbevonatot képző textúra jött létre. Az íz és illat tulajdonságait nem befolyásolta negatívan, a bírálók intenzívebb karamelles és édes illatot és ízvilágot érzektek. Fizikai paramétereiben enyhén befolyásolta az XOS, így kutatásaim alapján megállapítható, hogy nagyobb koncentrációban történő alkalmazása már valószínűleg szignifikáns romlást mutatna, viszont a napi beviteli érték meghaladását elkerülendő, amúgy sem ajánlatos nagyobb koncentrációban alkalmazni. További érzékszervi vizsgálatokat célszerű végezni reprezentatív fogyasztói mintán, és egy több lépcsős iterációs folyamat, receptúra fejlesztéssel megalkotható az XOS élettani hatásának maximalizálása mellett a legkedveltebb termék. Ennek lebonyolításához természetesen a nemzetközi fogyasztói tesztek javasolt vizsgálatait érdemes alapul venni (ISO 11136:2014).

A különböző termékekben történő alkalmazása során mindenképpen a napi szinten fogyasztott élelmiszerekre kellene fókuszálni. Célszerű lenne a fogyasztók által már egészséges jelzővel társított termékek kiválasztása, mint például joghurtok és egyéb fermentált tejtermékek, nagy gyümölcstartalmú zselék, lekvárok és funkcionális italok.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóiratcikkek:

Juhász, R., Penksza, P., Sipos, L. (2020) Effect of xylo-oligosaccharides (XOS) addition on technological and sensory attributes of cookies FOOD SCIENCE AND NUTRITION 78 (10).5452-5460 (Q2, IF=1,747)

Penksza, P., Juhász, R., Szabó-Nótin, B., Sipos, L., (2020) Xylo-oligosaccharides as texture modifier compounds in aqueous media and in combination with food thickeners FOOD SCIENCE AND NUTRITION 8 (7) 3023-3030 DOI: 10.1002/fsn3.117 (Q2, IF=1,747)

Penksza, P., Boda, B., Szabó-Nótin, B., Németh, Cs., Juhász R. (2020) Utilization of xylo-oligosaccharides as prebiotics in soy milk JOURNAL OF HYGIENIC ENGINEERING AND DESIGN 30 pp. 53-57., 5 p. (Q4 IF=0,17)

Penksza, P., Banka, Zs., Kun, Sz., Pásztor-Huszár, K.; Németh, Cs., Tóth, A., Juhász, R. (2018) Utilization of xylo-oligosaccharides as prebiotics in yoghurt. JOURNAL OF HYGIENIC ENGINEERING AND DESIGN 22 pp. 66-71. , 6 p. (Q4 IF=0,17)

Penksza, P., Sárosi, R., Juhász, R., Manninger-Kóczán, K., Szabó-Nótin, B., Szakács, L., Barta, J., (2013) Jerusalem Artichoke Powder as Food Additive in Dairy Products and Fat Replacers ACTA ALIMENTARIA: AN INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD SCIENCE 42 : Supplement pp. 53-62. , 10 p. DOI: 10.1556/aalim.42.2013.suppl.7 (Q4 IF=0,462)

Sárosi, R., Manninger-Kóczán, K., Penksza, P., Juhász, R., Szabó-Nótin B., Szakács, L., Barta, J. (2013) Jerusalem Artichoke Powder as a Food Additive in Bakery Products ACTA ALIMENTARIA: AN INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD SCIENCE 42: Supplement pp. 73-80. , 8 p. DOI:10.1556/aalim.42.2013.suppl.9 (Q4 IF=0,462)

Konferencia full paper:

Penksza, P., Banka, Zs., Kun, Sz., Pásztor-Huszár, K.; Németh, Cs., Tóth, A., Juhász, R. (2017) Utilization of xylo-oligosaccharides as prebiotics in yoghurt In: Vladimir, Kakurinov (szerk.) Food quality & safety, health & nutrition Skopje, Macedónia: Consulting and Training Center KEY, pp. 109-109. , 1 p.

Konferencia összefoglalók:

Juhász, R., Penksza, P., Szabó, D., Manninger, K., (2019) Comparison of dietary fiber enriched cookies In: M., Beatriz P.P. Oliveira; Joana, S. Amaral; Manuel, A. Coimbra (szerk.) Book of Abstracts of the XX EuroFoodChem Congress Lisszabon, Portugália : Sociedade Portuguesa de Química, p. 32

Juhász, R., Penksza, P., Stéger-, Máté, M. (2018) Xilo-oligoszacharidok engedélyeztetése az Európai Unióban új élelmiszer összetevőként MTA, Kertészeti és Élelmiszertudományi

Bizottság, Élelmiszertudományi Albizottság workshop, Szent István Egyetem, Budai Campus, Budapest, 2018. december 6.

Penksza, P., Szabó-Nóti, B., Stéger-Máté, M., Juhász, R., (2018) Effect of xylo-oligosaccharides a new non-digestible oligosaccharide on fruit products In: Zoltán, Kende (szerk.) 17th Alps-Adria Scientific : Abstract book Gödöllő, Magyarország : Szent István Egyetem Egyetemi Kiadó, pp. 26-27. , 1 p.

Juhász, R., Penksza, P., Stéger-, Máté M., (2018) Effect of xilo-oligosaccharides a new non-digestible oligosaccharide on fruit products In: István, Dalmadi; László, Baranyai; Quang, Duc Nguyen Third International Conference on Food Science and Technology Budapest, Magyarország : Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar,

Penszka, P., Kun, S., Steger-Mate, M., Juhász, R. (2015) Preliminary Study on prebiotic effect of Xylo-oligosaccharides in comparison with Fructans In: Anon (szerk.) International Scientific Conference on Probiotics and Prebiotics, IPC2015: Proceedings, Budapest, Magyarország : [s. n.], p. 125