Új lehetőségek a funkcionális élelmiszerek előállításában

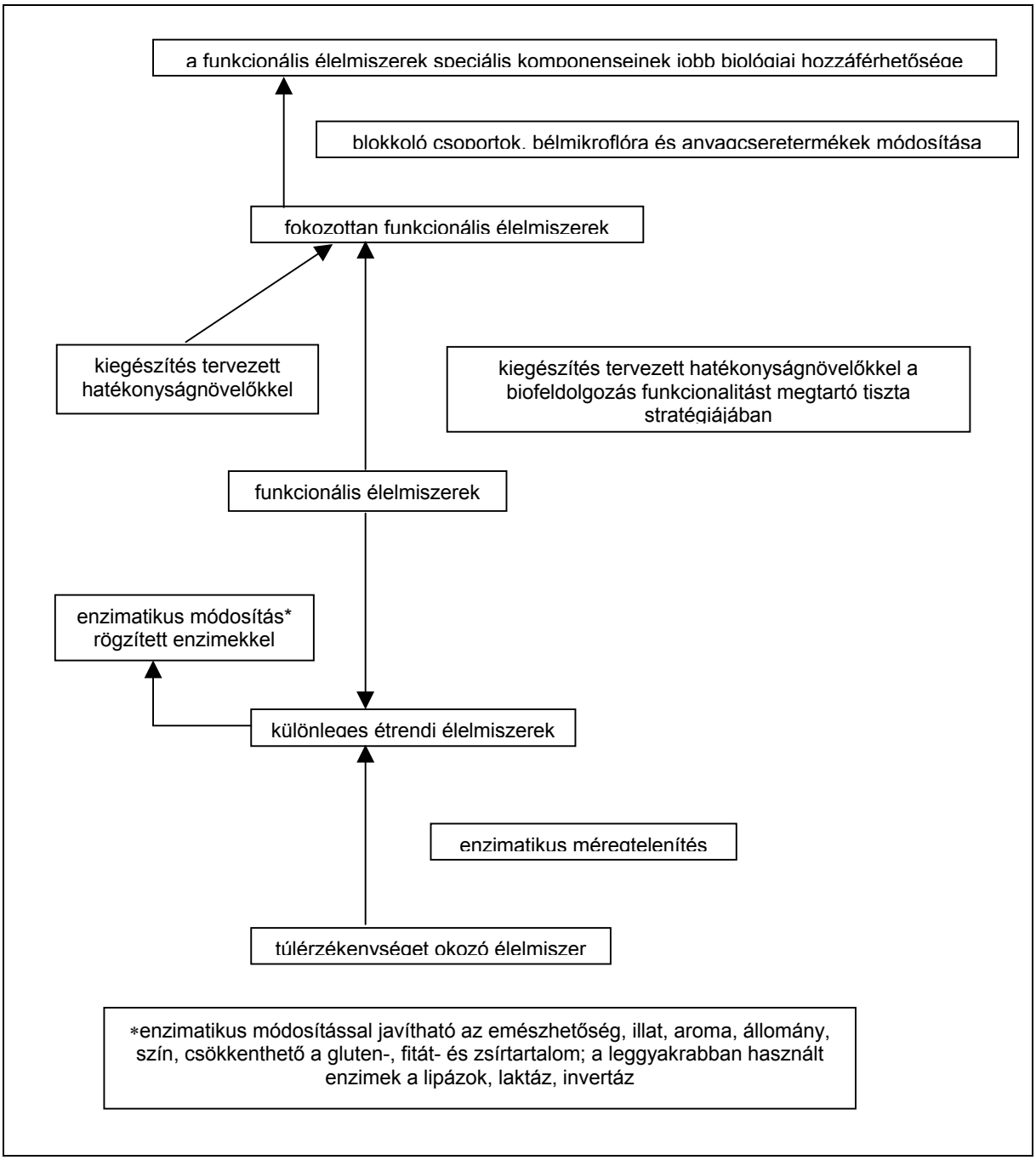
Tárgyszavak: élelmiszer; enzim; tiszta technológia; biokatalizátor; genomika; proteomika; enzimszerű vegyület.

Jól ismert tény, hogy egyes embereknél bizonyos élelmiszerek nem kívánt hatást idéznek elő: pl. gyomorpanaszokat, emésztési problémákat, allergiát, mérgezést. A funkcionális élelmiszerek lehetőséget nyújtanak olyan komponensek bevitelére, amelyekkel megszüntethető a szervezet túlérzékenysége *(1. ábra).* Ezek főbb képviselői az emésztést elősegítő enzimek, olyan antiacid hatású vegyületek, amelyek csökkentik egyes fűszerek, alkohol vagy hisztamin hatására jelentkező fokozott gyomornyálkahártya-reakciót, méregtelenítő hatású vegyületek (antioxidánsok és biokatalizátorok), továbbá bizonyos, az emésztőrendszer mikroflóráját megváltoztató antibiotikumok vagy probiotikumok. Az említetteken kívül ebbe a csoportba sorolhatók még pl. az ásványi komplex vegyületek, bioaktív fehérjék, poliszacharidok és lipidek.

A szöveti receptorok molekuláris módosítása

A funkcionális élelmiszerek jelentősége abban áll, hogy hosszú távon nemcsak az egyes emberek, hanem a népesség egészének egészségi állapotát jelentősen javítják. A nemrégen felfedezett emberi génkészlettel az emberiség olyan eszköz birtokába jutott, amely hozzásegíthet speciális gének azonosításához, ezek fehérjeszekvenciájának megismeréséhez, és ezáltal új bioaktív fehérjék felfedezéséhez. Ezen ismeretek birtokában megtervezhetők azok a funkcionális élelmiszerek, amelyek a szervezet megfelelő receptorokkal rendelkező speciális szerveit védik vagy stimulálják.

A humán génkészlet ismerete a receptorfehérje-konformáció megváltoztatása révén megnyitja az utat a receptor–ligandum kötés módosításához. Így olyan komponensek is beilleszthetők a funkcionális élelmiszerbe, amelyben a fehérjék konformációváltozásához vezető alloszterikus szabályozással érhető el a kívánt hatás. A funkcionális élelmiszerek bioaktív komponenseinek jobb biológiai hozzáférhetősége mérsékelheti környezeti hatásukat azáltal, hogy csökkenti biotranszformációjukat a bélben.



1. ábra Fokozott hatékonyságú funkcionális élelmiszerek tiszta előállítása tervezett hatékonyságnövelő komponensekkel és biokatalizátorokkal

Enzimreceptor/ligandum kölcsönhatás megtervezése

A számítógéppel támogatott (CAD) molekulaszerkezet-tervezés jól használható a fehérjereceptor/ligandum módosításában. A hatékonyabb antioxidáns vegyületek olyan új amfoter molekulák jelenlétében fejtik ki hatásukat,

amelyek anionos és kationos fehérjékkel, ill. elektronátvivő fémekkel, pl. szelénnel lépnek reakcióba. Az enzimek sikeres átalakításakor szükséges lehet a fémekhez kapcsolódó kofaktorok és prosztetikus csoportok megváltoztatása a sokkal hatékonyabb egyetlen elektront átvivő komponenssel, melyet a szintetikus úton előállított biomolekulába (synzim) építenek be.

Az *1. táblázat* a funkcionális élelmiszerek hatékonyságát növelő néhány biomolekuláris alapú stratégiát mutat be a funkcionális élelmiszerek hatékonyságát fokozó vegyületek tervezésére. A hatékonyságnövelők javíthatják a biológiai hozzáférhetőséget (bioavailability), megakadályozhatják az enzimbomlást vagy a funkcionális élelmiszer komponenseinek biológiai hozzáférhetőségét csökkentő makromolekuláris komplex disszociációját. Ajánlatos az élelmiszer-feldolgozás során, amennyiben erre megvan a lehetőség, a FCS (fail-clean strategies = feltétlenül tiszta üzemi stratégia) alkalmazni, amivel megakadályozható, hogy technológiai hiba következtében környezetet terhelő szennyezés kerüljön be a szennyvízbe. A folyamat a szennyvíz biológiai oxigénigényének csökkentéséhez felhasznált $O_2/H_2O_2/O_3$ folyamatos ellenőrzésével követhető, a nehézfémeket kelátképzőkkel való megkötéssel lehet eltávolítani, az üvegházhatásért felelős gázokat vissza lehet vezetni a rendszerbe.

1. táblázat

Módszerek a funkcionális élelmiszerek bioaktivitásának növelésében

Módszer	**Cél**
Mikroorganizmusok irányított evolúciója	enzimek és receptorok
Enzimes módosítás pl. polifenol-oxidázzal, szintázokkal, liázokkal és ligázokkal	fitoösztrogének és más gyógyhatású élelmiszerek
Dezoxiribonukleázok felhasználása beleértve a restrikciós enzimeket	nem kívánatos DNS
Kombinatorikai biokémia a bioszintézishez és a termékek szűrése hatékonyságra	ligandumkötő fehérjék és hasonló vegyületek (proteomika)

Biokatalizátorok tervezése funkcionális élelmiszerek tiszta technológiával való előállítására

A natív (vagy rekombináns DNS) enzimfehérjék tulajdonképpen biokatalizátorok. Az RNS úgy is definiálható, mint önmaga kialakulását részben katalizáló enzim (ribozim). Néhány antitest is rendelkezik katalitikus hatással (abzim), amelyet speciális módszerrel lehet előállítani. Enzimhez hasonló biokatalizátorok előállításával és alkalmazásával már régóta foglalkoznak a szakemberek. Fontos felismerés volt, hogy nemcsak az enzimhez hasonló szerkezetű, szintetikus úton előállított vegyületek (synzim) mutatnak biokatalitikus hatást, fennállhat rejtett szerkezeti rokonság is, mint pl. ciklodextrin esetében. A ciklodextrin oligoszacharid láncokból áll, amely gyűrűzárással

„kelt tészta” szerkezetté alakul át (koronaéter). Megfigyelések szerint a megfelelő szubsztrát jól illik a gyűrűbe, bár a katalitikus hatásfok jóval alatta marad a fehérjeenzimének. Ez a vegyület jó példa arra, hogy az enzimhez hasonló szerkezettel rendelkező egyéb vegyületekkel is érdemes foglalkozni.

A királis (aszimmetrikus) enzimekhez hasonló biokatalizátorok ipari alkalmazásának több feltétele van. Ezek között első helyen áll a megfelelő hőstabilitás és az aktivitás megőrzése széles pH-tartományban. A penészgombák és egyéb mikroorganizmusok számára ne jelentsen táptalajt, nem lehet sem toxikus, sem karcinogén, ne képződjön belőle ROS (reactiv oxigén species), sem RNS (reactiv nitrogen species) és ne idézzen elő alloszterikus gátlást sem a szubsztrát, sem a termék. Ne legyen hidegérzékeny, a cisztein-maradék tiolcsoportjaival reakcióba lépő nehézfémek ne gátolják működését, ne denaturálódjon mosószerek hatására (beleértve az enzimtartalmú mosószereket), proteázok ne változtassák meg szerkezetét és ne szakadjon le a vegyületről kofaktor vagy prosztetikus csoport. Ipari méretekben kovalens kötéssel rögzített enzimekkel folynak üzemi kísérletek. Az élelmiszer-feldolgozó ipar számára a rögzített enzimek alkalmazása több előnnyel jár. Ezek közé sorolható, hogy nem szennyezik az élelmiszert, a szennyvízzel eltávoznak a rendszerből, vagy tiszta technológiát tesznek lehetővé, így megfelelnek a feltétlenül tiszta stratégia (FCS) elvének.

Az egyes mikroorganizmusok által termelt enzimek figyelemreméltó királis sztereo- és regiospecifikussággal rendelkeznek az enantiomerek megkülönböztetéséhez, minimális hulladékképződéssel járnak. Segítségükkel lényegében az annyira kívánatos „zöld kémia” valósítható meg.

A tervezett enzimek következő generációja nagy valószínűséggel továbbra is fehérjealapú katalizátor lesz, de nagy valószínűséggel a rekombináns DNS-technológiával fogják előállítani. A tudomány mai állása szerint a tervezett enzimeket fehérjeserkentéssel úgy állítják elő, hogy a fehérjelánchoz olyan aminosav-töredékeket kapcsolnak, amelyekről már bebizonyították, hogy kedvezően hatnak az enzim pH-optimumára vagy a katalitikus állandóra (k_{kat}/K_M).

A közeljövő feladata a funkcionális élelmiszerek hatékonyságának növelése a már ismert enzimek és enzimhez hasonló vegyületek kombinálásával. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy sem az egészségi szempontból előnyös komponensek mennyiségének csökkentésében, sem a toxicitás kérdésében nem lehet semmiféle kompromisszumot kötni. A toxicitás itt az emésztőrendszerben képződött anyagokra vonatkozik. A jelenlegi tudományos eredmények alapján elmondható, hogy a tervezett biokatalizátorok, beleértve az enzimhez hasonló vegyületeket is, a funkcionális élelmiszerek tiszta biofeldolgozásának része lesz, de ennek idejét ma még biztonsággal nem lehet előre megmondani.

(Haidekker Borbála)

Wiseman, A.: Addition of designer enhancers to functional foods: need also for redesigned biocatalysts in fail-clean strategies of bioprocessing? = Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 76. k. 10. sz. 2001. p. 1038–1040.