



Szentmiklóssy Marietta Klaudia<sup>1</sup> – Bagi Anna Lujza<sup>1</sup>  
– Varga Balázs Hoangnam<sup>1</sup> – Rakszegi Marianna<sup>2</sup> – Tömösközi Sándor<sup>1</sup>  
– Török Kitti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BME VBK Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék, Gabonatudományi és Élelmiszerminőség Kutatócsoport

<sup>2</sup> MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet

# A gabonafajták bioaktív összetevőinek jellemzésével kapcsolatos kutatások



Táplálkozási szokásaink, ételeink mennyisége és minősége nagyban befolyásolja egészségügyi állapotunkat, épp ezért a tudatos táplálkozásnak a betegségmegelőzésben kulcsfontosságú szerepe van. Azok az élelmiszereink, amelyek bioaktív komponenseket is tartalmaznak, pozitív hatással lehetnek például az emésztésre, illetve csökkenthetik egyes betegségek kialakulásának kockázatát [1]. A gabonaalapú táplálkozás kultúránk és mindennapjaink része, épp ezért táplálkozástudományi és technológiai szempontból is fontos, hogy a gabonaszemek minőségi és mennyiségi összetételéről minél pontosabb képet kapjunk. Kémiai-analitikai módszerek segítségével már sokat megtudtunk a gabonák makro- és minorkomponens-összetételéről, és ez az ismeretanyag elősegíti a nemesítők és a technológiai fejlesztők munkáját. A termesztői, feldolgozóipari és fogyasztói igények miatt előtérbe került a gabonák beltartalmi minőségének javítása, a bioaktív komponensek jobb hasznosítása [2].

A bioaktív összetevők az egyik lehetséges definíció szerint olyan vegyületek, melyek kis mennyiségben fordulnak elő élelmiszerekben és a humán szervezet számára egészségtámogató hatással rendelkeznek [3]. Lehetnek növényi, állati vagy mikrobiális eredetű nem elsődleges metabolitok, esszenciális vagy nem létfontosságú komponensek. A növényekben ezen vegyületek elsődleges funkciói lehetnek a sejtközi jelátvitel és a védelem. Az egyes komponensek mennyisége a különböző szövetekben eltérő lehet, magas szintjük elsősorban a

reprodukcióhoz szükséges növényi részekben figyelhető meg, azaz a csírában, gyökércsúcsban, levélhajtásban, illetve a héj és héj közeli rétegekben. Az emberi táplálkozás szempontjából értékes bioaktív összetevők többek között előfordulnak gyümölcsökben, zöldségekben, teljes kiőrlésű gabonákban, illetve gyógynövényekben és fűszernövényekben. Ezek biológiai hozzáférhetősége és hasznosulása eltérő lehet, gyakran azonnal felszívódnak és kifejtik hatásukat, illetve felszabadulhatnak az emésztés során vagy a vastagbél mikroflórája hasznosíthatja őket [4].

A bioaktív molekulák összetétele és szerkezete nagyon változatos lehet, például tokoferolok, polifenolok, izotiocianátok, karotinok, fitosterolok, nem keményítő poliszacharidok stb. tartoznak ide, lehetnek köztük hidrofíli vagy lipofíli vegyületek. Sokan közülük antioxidáns hatásúak, így a szervezet redox-homeosztázisát támogatják, és számos biokémiai folyamatot pozitívan befolyásolnak. A bioaktív komponensek az élelmiszer-mátrixban szabadon, illetve makromolekulákhoz, szénhidrátokhoz, fehérjékhez vagy zsírokhoz kötött formában fordulhatnak elő [5, 6].

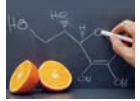
## Gabonatudományi vizsgálatok a Műegyetemen

Kutatócsoportunk a gabonák, illetve örleményeik és a belőlük készülő termékek összetételének, táplálkozási értékének és technológiai tulajdonságainak tanulmányozásával, valamint egyes élelmiszer-biztonsági szempontból kritikus összetevők

(érzékenységet kiváltók, allergének, anti-nutritív faktorok) vizsgálatával és analitikai eszköztárával és fejlesztésével foglalkozik.

Ezen kutatások egyik középpontjában a pázsitfűfélék családjához tartozó *Triticum*, azaz a búza nemzetsége áll, ahol az évezredek során természetes módon, illetve az évszázadok tudatos nemesítésnek köszönhetően számos faj és még több fajta alakult ki, illetve szerepel a köztermesztésben. Ismertebb fajok a közönséges búza (*T. aestivum*), a durumbúza (*T. durum*) és a tönkölybúza (*T. spelta*). A rozs és a zab szintén a pázsitfűfélék családjába tartoznak. A rozs (*Secale cereale*) a második legfontosabb kenyérgabona hazánkban is, emellett takarmányozásra is használjuk. Rendkívül jó alkalmazkodóképessége és fagyűrőre miatt az északi országokban volt hagyománya termesztésének. Közismerten magas rosttartalma miatt szívesen használják diétás étrend részeként a rozsából készült kenyeret. A zab (*Avena sativa*) élelmi rosttartalma szintén jelentős, meghatározó rostösszetevője a  $\beta$ -glükán. Főként állati takarmányozás céljából termesztik, de kedvező beltartalmi összetétele miatt egyre elterjedtebb az élelmiszer célú hasznosítása is [7]. Természetesen a gabonák sok fontos és kevésbé jelentős képviselőjét – például az árpa, rizs, köles, cirok – ismerethetnénk, és az álgabonákról (amaránt, hajdina, quinoa stb.) sem szabad megfeledkeznünk. Cikkünkben azonban a fentebb részletezett három növényfaj szemtermésének jellemzésével foglalkozunk.

Az **1. táblázatban** látható az általunk



	BÚZA	ROZS	ZAB
FEHÉRJE	11,0 ± 1,0	12,9 ± 0,1	14,56 ± 0,7
ZSÍR	2,25 ± 0,025	2,4 ± 0,0	6,89 ± 0,6
KEMÉNYÍTŐ	65,0 ± 5,0	60,1 ± 1,9	67,00 ± 3,0
ROST	12,5 ± 1,5	16,4 ± 0,0	4,67 ± 0,1
ARABINOXILÁN	6,25 ± 0,25	10,1 ± 0,9	1,12 ± 0,1
FERULASAV	0,09 ± 0,0	0,16 ± 0,0	0,07 ± 0,01
B-GLÜKÁN	2,4 ± 0,1	7,9 ± 0,2	4,14 ± 0,3
HAMU	1,85 ± 0,45	1,4 ± 0,0	2,67 ± 0,1

1. táblázat. Szárazanyagra vonatkoztatott teljes kiőrlésű búza [8], rozs [9] és az őrlemények [7] összetevői g/100 g-ban

vizsgált búza-, rozs- és zabmiták teljes őrleményeinek átlagos összetétele. Elmondható, hogy a zabnak van a három szemtermés közül a legmagasabb fehérje-, zsír-, keményítő- és hamutartalma, viszont ebben található a legkevesebb rost. A gabonákban a legnagyobb mennyiségben előforduló szénhidrát a keményítő, amely köztudottan raktározó szereppel bír, emellett a szénhidrátok elláthatnak szerkezeti funkciókat is. Ilyenek a nem keményítő szénhidrátok (Non-Starch Polysaccharides, röviden NSP), melyek a ligninnel alkotják az élelmi rostok csoportját. Az NSP-komponensek összetételétől függő jótékony hatással vannak az emésztésre és általánosan az egészségre is. A nem keményítő poliszacharidok közé soroljuk a  $\beta$ -glükánokat és az arabinoxilánokat, melyek a gabonák körében a legjelentősebb rostalkotók, és emellett bioaktív tulajdonságokkal is rendelkeznek.

Az arabinoxilánok heteropolimerek,  $\beta$ -1,4 glikozidos kötéssel kapcsolódó  $\beta$ -D-xilopiranoz származékok polimerjei, amelyek leggyakrabban  $\alpha$ -L-arabinofuranóz-

zal szubsztituáltak a 3-as vagy a 2-es és 3-as szénatomon. Az arabinóz/xilóz aránnyal (A/X) jellemezhetjük a polimer arabinofuranózzal való szubsztituáltsági fokát. Ezenkívül a xilózvázhoz kapcsolódhatnak D-glükoronsav, galaktopiranozil vagy xilopiranozil csoportok is. Kisebbszámú gyakorisággal megfigyelhetők továbbá 2–3 cukoregységből álló rövid oldallánok vagy észterként acetilcsoportok kapcsolódása is [10].

Az arabinoxilánok szerkezetét a 1. ábra szemlélteti. Az  $\alpha$ -L-arabinofuranóz egységekhez az 5. szénatomon észteresen kapcsolódhat ferulasav vagy p-kumarin. A ferulasav önmagában is bioaktív összetevőnek számít, antioxidáns hatású fenol vegyület, ami megköti a szabad gyököket, ezzel csökkentve az oxidatív stresszt. Polimer molekulákhoz kötődve egymással keresztkötéseket alakíthatnak ki, ezzel összetett szerkezet formálódhat erősítve a sejtfalat, de egyéb komponenseket is megköthetnek [11].

Az arabinoxilán molekulák oldhatóság szerint csoportosíthatók. Egy részük víz-

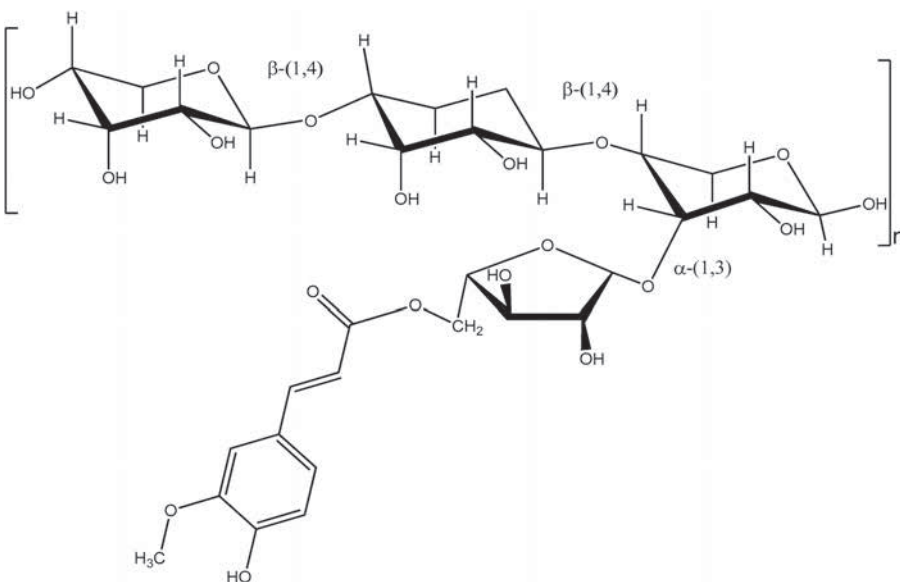
oldható (WEAX), míg a vízben nem oldható arabinoxilán (WUAX) csak erős savakban vagy lúgokban oldódik. A kettő összege adja a teljes AX tartalmat (TOTAX). A két csoport arabinóz/xilóz aránya és polimerizációs foka is eltérő, valamint az egyes szövetekben különböző arányban és összetétellel vannak jelen. Ezeket a tulajdonságokat a genetikai háttér, a fajtahatás nagyban meghatározza, de a környezeti tényezők, például a napsütéses órák száma, a csapadék mennyisége, a talaj minősége is szerepet játszik [13, 14].

Az arabinoxilánok, mivel élelmi rostösszetevők, az ember számára emészthetetlenek, viszont biztosítják a bélmozgást, iniciálják a bélmozgást, támogatják a szervezet egészséges működését. A WUAX gélképző tulajdonsága mellett képes megkötni a karcinogén vegyületeket. Prebiotikum, képes stimulálni a bélbaktériumok növekedését, illetve aktivitását. A WEAX jó vízabszorpciós képességgel rendelkezik, ezáltal szabályozza vagy befolyásolja a monomerek, a lipidek és a koleszterin felszívódását, ennek köszönhetően kedvezően befolyásolja a vér glükóz szintjét és az inzulin választ [15].

A bioaktív komponensek összetételét és mennyiségét meghatározza a genetikai háttér, nemcsak fajonként, de fajtánként is eltérések lehetnek. Az egyes búzafajtákat már szélesebb körben vizsgálták, de a zab és rozsfajták AX tartalmáról még kevés adat áll rendelkezésünkre az irodalomban. Munkánk célja az arabinoxilánok minőségi és mennyiségi jellemzése és a fajok (búza, rozs, zab) és azok fajtáinak összehasonlítása.

A kutatómunkánkban felhasznált búzaminták a martonvásári MTA Agrártudományi Kutatóközpontból származtak, ahol célzott nemesítéssel keresztezték két fajtát. Az MV-Toborzó előnyös szénhidrátösszetétellel rendelkező fajta, az átlagnál magasabb arabinoxilán tartalommal, míg a TOMMI betegségekkel szemben ellenálló fajta, melynek ugyan alacsony az AX tartalma, viszont gazdag egyéb bioaktív komponensekben, például tokolokban. Munkánk során a két szülő és a 48 darab F9 generációs keresztezési vonal fehér liszt és teljes őrlemény mintáit vizsgáltuk. A búzaminták esetében a teljes kiőrlésű búzaliszt (röviden TKBL) mellett a fehér búzaliszt (röviden FBL) vizsgálata azért indokolt, mert a malom-, sütő- és egyéb kapcsolódó iparágakban a különböző fehér lisztek felhasználása még mindig meghatározó. Ezért jelentős előnyt jelentene, ha a magbelső rostösszetételében sikerülne változást elérni.

1. ábra. Az arabinoxilánok szerkezete [12]





	TOTAX [%]	WEAX [%]	WUAX [%]	TOT – A/X [-]	WE – A/X [-]
Irodalmi adatok	5,81 – 7,56	0,33 – 0,75	–	0,47 – 0,58	0,5 – 0,6
	1,35 – 2,75	0,30 – 1,40	–	0,50 – 0,70	0,40 – 0,50
Nemesítési vonalak	5,11 – 9,41	0,50 – 1,11	4,21 – 8,89	0,51 – 0,82	0,29 – 1,07
	1,51 – 2,69	0,44 – 1,21	0,51 – 1,91	0,60 – 1,17	0,59 – 0,97
MV-Toborzó	6,32	1,00	5,57	0,57	0,63
	2,24	0,95	1,29	0,60	0,61
TOMMI	6,95	0,62	6,36	0,56	0,86
	1,90	0,63	1,28	0,73	0,90

2. táblázat. Búza teljesörlemény és fehér liszt irodalmi adatai [17–19] és a minták mérési eredményei, a felső sorokban a teljesörlemény, az alsó sorokban a fehér liszt eredményekkel

A zab- és rozsminták a martonvásári MTA Agrártudományi Kutatóközpontból, illetve a szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft.-ből származtak. A zab pelyvás termése miatt a pelyva elvtávolítása szükséges a szemtermések összehasonlító jellemzése érdekében. Ezért egy kísérleti laboratóriumi hántolóval (Santec, VIL11) pelyvátlanítottuk, majd darálóval (CEMOTEC, 1090 Sample Mill) őröltük le a 11 zabmintát. A négy rozsmintát szintén a CEMOTEC, 1090 Sample Mill darálóval őröltük, és teljes örleményeikkel dolgoztunk.

Az arabinoxilánok mennyiségi meghatározását Gebruers [16] munkájának adaptálásával, gázkromatográfias mérésel végeztük el, savas hidrolízist és származék-képzést alkalmazva a minta-előkészítés során. A vízben oldhatatlan arabinoxilánok közvetlen meghatározása nem lehetséges, mennyiségüket a teljes és vízdoldható AX-tartalom ismeretében számítással kapjuk meg. A vízdoldható és teljes arabinoxilán-tartalom minta-előkészítése majdnem teljesen megegyezik. A WEAX esetében első lépésként szükség van egy hideg vizes extrakcióra, a továbbiakban a lépések ugyanazok. Tömény savas hidrolízissel a polimer molekulákat monomerekre bontjuk, melyeket ezt követően lúgos közegben redukáljuk nátrium-borohidriddel alditolokká. N-metil-imidazol katalizátor jelenlétében ecetsavanhidrid hozzáadásával acilezzük. A vizes közegből diklórometánnal extraháljuk ki a már illékony alditol-acetátot, ami gázkromatográfias módszerrel mérhető.

A méréseknél ribóz belső és monoszacharid-keverék standardokat, illetve minden mérésorozatban ismert összetételű, ún. belső anyagmintát is használunk, ez utóbbit a mérések minőségbiztosítási lépéseként. Mind a TOTAX, mind a WEAX meghatározásánál a monomerek egyedi értékeiből az A/X arány számolható; ez a

paraméter a molekulaszervezet közvetett jellemzésére alkalmas.

A gázkromatográfias mérést Perkin Elmer Instruments, Clarus 500 Gas Chromatograph műszer segítségével végeztük. Az elválasztáshoz 250 °C-on termosztált Elite 17 (SN: 455178), 60 m × 0,25 mm × 0,25 µm oszlopot használtunk. Az injektálási hőmérséklet 300 °C volt, 1 µl-s injektálás és 1:8 splitarány mellett dolgoztunk. 300 °C-on, lángionizációs módszerrel detektáltunk.

A teljes és fehér búzaliszt frakciókra vonatkozó eredményeket a **2. táblázatban** foglaltuk össze. A TOTAX eredmények természetesen mindig magasabbak (közel egy nagyságrenddel), mint a WEAX értékek, ezért értelemszerűen a WUAX eredmények is a teljes arabinoxilán-tartalomhoz hasonlóan alakulnak. A teljes kiőrlésű lisztek között több olyan minta is található, melyek TOTAX értékei mind a szülők, mint az irodalmi átlag adatait is meghaladják. Az MV-Toborzó WEAX értéke is magasabb az irodalmi átlagnál, így nem meglepő, hogy néhány vonal eredménye is ilyen irányban tér el. Azt is elmondhatjuk továbbá, hogy a vonalak AX tartalmának eredményei között akár kétszeres szorzó lehet. A nemesítési vonalak teljes arabinoxilán tartalomra vonatkoztatott A/X eredményei közül néhány meghaladta az irodalmiakat, a WE – A/X arányok inkább alacsonyabb értékeket képviselnek.

A fehér lisztminták AX eredményei sokkal inkább esnek az irodalomban közölt tartományokba. A mintapopuláció majdnem felének magasabb a TOTAX értéke, mint az eredetileg magasabb értékkel rendelkező szülőé, az MV-Toborzóé. A különbség a legkisebb és legnagyobb érték között a teljes arabinoxilán tartalomra másfélszeres, vízdoldhatóra nézve háromszoros volt. Ebből is látható, hogy mekkora különbségek lehetnek az egyes vonalak és fajták között. Néhány esetben a nemesítési

vonalak arabinóz/xilóz aránya magasabb volt az irodalmi értékeknél. Az eleve nagy szubsztituáltsági fokkal rendelkező TOMMI-től magasabb eredményeket is mérünk, a keresztezési vonalak fele megelőzte a TOMMI teljes arabinoxilán-tartalomra vonatkoztatott A/X arányát. A vízdoldható A/X-re nézve a TOMMI a nagyobb aránnyal rendelkező szülő, amitől csak 4 utód értéke volt magasabb. Ezekből az eredményekből is látható, hogy a szülőktől, illetve akár az irodalmi adatoktól is lényegesen eltérő AX összetételű és tartalmú vonalak is létrehozhatók célzott nemesítéssel, de az azonosított vonalak stabilitását még éveken keresztül kell vizsgálni.

A fehér lisztek teljes arabinoxilán-eredményei azért kisebbek, mint a teljes kiőrlésűeké, mivel a korpafrakció eltávolításával a héj- és héj közeli rétegekben koncentráldott NSP komponensek nagy hányadát, így az arabinoxilánokat is elvesztjük. A vízdoldható arabinoxilánok eredményei viszont nem változtak jelentősen, ebből is jól látható, hogy a héj- és a héjközeli részek sejt-falalkotó WUAX tartalma magasabb. A szubsztituáltsági fokot jellemző A/X arányoknál megfigyelhető, hogy a teljes kiőrlésű mintákhoz képes kicsit magasabbak a fehér lisztek eredményei. Ennek magyarázata lehet, hogy a héjrészekben az alacsonyabb szubsztituáltsági fokkal a kisebb vízdoldhatósági tulajdonság erősebb sejt-fal szerkezetet eredményez, ami előnyös a magvédekezési mechanizmusai szempontjából.

Az eredmények kiértékelésének következő lépésében kerestük az arabinoxilán-tulajdonságok közötti esetleges összefüggéseket. A búzafajtáknál a TOTAX és TOT – A/X között nem tapasztalható összefüggés. A vízdoldható arabinoxilán tartalom és annak szubsztituáltsági foka között mindkét búzafrakcióban sikerült kapcsolatot felfedezni, a fehér liszt ezen két paramétere közötti kapcsolatát a **2. ábra**.



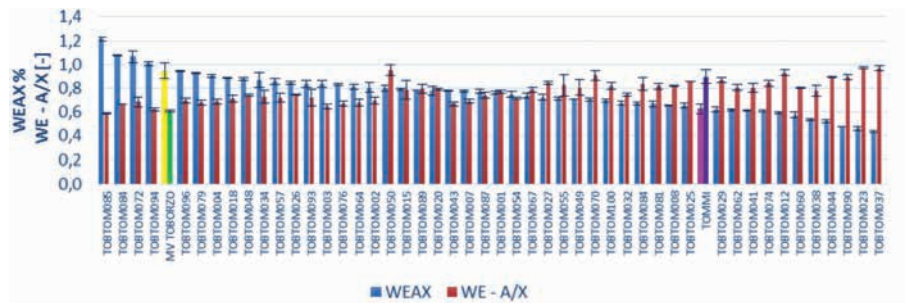


A WEAX tartalom és WE – A/X arány között jól látható az ellentétes irányú tendencia, a korreláció a két paraméter között –0,81, ami igen erős összefüggést jelent. A TKBL mintáknál ugyanennek az összefüggésnek az együtthatója –0,70. Ennek a két tulajdonságnak az ellentétes mozgása arra enged következtetni, hogy nagyobb AX tartalom mellett a szubsztituáltság és így az oldhatóság is csökken. A fehér lisztnél csökkenő WEAX szerint rendezett eredményeknél a két szülőfajta a mintasokaság két szélén, az MV-Toborzó az elején, a TOMMI viszonylag a végén foglal helyet. Ebből is látható, hogy eltérő tulajdonságokkal rendelkező két szülőfajta keresztezéséből sikerülhet akár a szülőknél is kedvezőbb szénhidrátösszetétellel rendelkező vonalakat nemesíteni. Azt meg kell említeni, hogy vannak egyes tulajdonságok szerint kiemelkedő vonalok, viszont olyanra nincs példa, hogy egy minta minden vizsgált tulajdonság szerint kiemelkedő lenne. El kell döntenie, hogy számunkra melyek a legkedvezőbb tulajdonságok és aszerint szelektálni a vonalakat.

A búza-, rozs- és zabfajok mért eredményeit a 3. táblázatban összegeztük.

A pelyvátlan zabminták TOTAX értékei a TKBL-értékekhez képest jóval alacsonyabbak és viszonylag szűk tartományon belül mozognak. A TOT – A/X arányok viszont hasonlítanak a búzáéhoz. A vízoldható arabinoxilán eredmények a zab esetében is közel egy nagyságrenddel alacsonyabbak voltak, mint a TOTAX értékek. A vízoldható AX esetében a szubsztituáltsági fokot jellemző A/X értékek a búzához – és a rosthöz – képest nagyon magasak voltak, meghaladták jóval az irodalomban közölt eredményeket. A TOTAX és TOT – A/X, illetve a WEAX és WE – A/X között nem sikerült a búzáéhoz hasonló összefüggéseket felfedezni. Ennek oka részben lehet a lényegesen kisebb mintaszám is.

A rozsminták alacsony mintaszámának



2. ábra. Búza fehér liszt minták csökkenő WEAX tartalom (kék) szerint sorba rendezve, melléjük rendelve a WE – A/X arányok (piros). A két szülő más színekkel kiemelve: MV-Toborzó WEAX sárga, WE – A/X zöld, TOMMI WEAX rózsaszín, WE – A/X lila

elsődleges oka, hogy a köztermesztésben megjelenő roszfajták száma, illetve a nemesítési tevékenység intenzitása hazánkban jelenleg a fenti két gabonához képest lényegesen kisebb. Általánosságban megállapítható, hogy a rozs TOTAX értékei a búzához hasonlóak, a WEAX eredmények viszont jóval magasabbak. A teljes és vízoldható arabinoxilán tartalmak arabinóz/xilóz arányai is inkább a búzáéhoz hasonlítanak. Meg kell jegyeznünk, hogy a rozsminták kis száma miatt általánosítható következtetéseket az értékekről és a tartományokról nem lehet levonni.

Az egyes fajok, illetve fajták arabinoxilán-összetétele nemcsak táplálkozástani, hanem technológiai szempontból is fontos. A vízoldható és vízben nem oldódó arabinoxilánok táplálkozástani szempontból kedvező komponensek, viszont a nagy WUAX tartalom a vízzel gélit képezhet, amely nehezíti a technológiai feldolgozást, ezért ilyen szempontból nem feltétlenül előnyös. A magas vízoldható arabinoxilán-tartalom ugyanakkor növeli a vízabszorpciót, a magasabb szubsztituáltsági fok esetében az elágazások nagyobb száma miatt a vízoldhatóság is javulhat. A megfigyelt WEAX és WE – A/X fordított irányú tendenciája alapján kiválaszthatók a magas WEAX és A/X értékű vonalok, ami segítheti a kedvező táplálkozástani és technológiai tulajdonságú fajták kialakulását.

3. táblázat. A teljes kiőrlésű búza, zab és rozs eredményeinek összefoglaló táblázata

	TOTAX [%]	WEAX [%]	WUAX [%]	TOT – A/X [-]	WE – A/X [-]
Teljes kiőrlésű búza	5,11 – 9,41	0,50 – 1,11	4,21 – 8,89	0,51 – 0,82	0,29 – 1,07
Teljes kiőrlésű zab	2,59 – 3,69	0,00 – 0,23	2,43 – 3,61	0,44 – 0,74	1,46 – 2,37
Teljes kiőrlésű rozs	7,55 – 9,05	1,13 – 1,91	5,82 – 7,92	0,54 – 0,66	0,58 – 0,64

Összefoglalás

A gabonák arabinoxilán tartalmának mennyiségi vizsgálatok jelentős változékonyságot figyeltünk meg az egyes fajok, illetve fajták között. Ezek az eredmények segíthetik a nemesítőket, a számukra megfelelő értékekkel rendelkező vonalok kiválasztásában, illetve támogatják a zab és a rozs humán célú hasznosításának bővülését. Emellett az egyes mért paraméterek között feltárt összefüggések értelmezése segíthet megérteni a rostok technológiai tulajdonságokat befolyásoló hatásait. Az összefüggések ismeretében lehetőségünk nyílik a technológiai és táplálkozástani szempontból is előnyös termékek tervezésére és kialakítására.

Ehhez szükséges az arabinoxilánok – és egyéb rostösszetevők – mennyiségének alakulása mellett azok minőségi jellemzőinek (pl. molekulaméret eloszlás, molekulaszerkezet, keresztkötések száma és helye stb.) tanulmányozása is. Ugyancsak izgalmas terület az egyedi szénhidrát-, fehérje-, esetleg lipid-összetevők vizsgálata mellett a mátrixokat alkotó összetevők közötti kapcsolatok, kölcsönhatások tanulmányozása is. Ezek a kérdések határozzák meg munkánk folytatásának főbb irányait.

Köszönetnyilvánítás. Munkánk kapcsolódik az „Új szempontok a búzanesésztésben: a bioaktív komponens összetétel javítása és annak hatásai (OTKA K112179)” pályázat, a „GalgaGabona projekt: Élelmiszerbiztonsági, agrotechnikai, feldolgozástechnológiai és táplálkozási érték növelését célzó fejlesztések a zab és rozs humán célú hasznosítási feltételeinek javítása érdekében” című projekt (2017-1.3.1-VKE-2017-00004) és az Emberei Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program, BME Biotechnológia tématerületi programjának (BME FIKP-BIO) szakmai céljai megvalósításához.





**IRODALOM**

[1] Á. Papp-Bata, Z. Csiki, Z. Szakály, Magy. Gasztroenterológia (2014) 1–7.  
 [2] Z. Bedő, L. Láng, G. Vida, M. Rakszegi, Magy. Tudomány (2014) 1–6.  
 [3] H. K. Biesalski et al., Nutrition (2009) 25 (11–12), 1202–1205.  
 [4] A. Guaadaoui, S. Benaicha, N. Elmajdoub, M. Bellaoui, A. Hamal, Int. J. Nutr. Food Sci. (2014) 3(3), 174–179.  
 [5] C. M. Galanakis, Introduction. Chania: Elsevier Inc., 2017.  
 [6] K. Jonsson et al., Trends Food Sci. Technol. (2018) 79, 78–87.  
 [7] A. L. Holguin-Acuña, et al., Heal. Dis. Prev. (2011) 153–159.  
 [8] A. Sharma, Wheat grain structure, quality and milling, in: Hisar: Directorate of Distance Education Guru Jambheshwar University Of Science And Technology, 2011.  
 [9] E. Nordlund, R. L. Heiniö, K. Viljanen, J. M. Pihlava, P. Lehtinen, K. Poutanen, Food Res. Int. (2013) 54(1), 48–56.  
 [10] L. Saulnier, P. E. Sado, G. Branlard, G. Charmet, F. Guillon, J. Cereal Sci. (2007) 46(3), 261–281.  
 [11] A. Bento-Silva, M. C. Vaz Patto, M. do Rosário Bronze, Food Chem. (2017) 246, 360–378.  
 [12] R. Paz-Samaniego et al., Sustain. (2016) 8(11), 9353–9361.  
 [13] K. Gebruers et al., J. Agric. Food Chem. (2010) 58(17), 9353–9361.  
 [14] P. R. Shewry et al., J. Agric. Food Chem. (2010) 58(17), 9291–9298.  
 [15] A. A. Andersson, R. Andersson, V. Piironen, A. M. Lampi, Food Chem. (2013) 136(3–4) 1243–1248.  
 [16] K. Gebruers, Quantification of arabinoxylans and their degree of branching using gas chromatography, in: Healthgrain methods: analysis of bioactive components in small grain cereals, American Association of Cereal Chemists, Inc (AACC), St Paul, 2009, 177–189.  
 [17] P. R. Shewry, J. M. Hawkesford, V. Piironen, A.-M. Lampi, K. Gebruers, D. Boros, J. Agric. Food Chem. (2013) 61(35), 8295–8303.  
 [18] M. B. Vignola, M. Moiraghi, E. Salvucci, V. Baronia, G. T. Pérez, J. Cereal Sci. (2016) 71, 217–223.  
 [19] B. Stone and M. K. Morell, Carbohydrates, in: Wheat: Chemistry and Technology, Minnesota, 2009, 299–362.

**Varga Emese – Sörös Csilla**

■ SZIE Alkalmazott Kémia Tanszék, Peszticid és Mikotoxin Analitikai Kutatócsoport

# Az igazi átváltozóművészek: peszticid-metabolitok és maszkolt mikotoxinok élelmiszereinkben

**Bevezetés**

Az átváltozóművészet minden testidegen anyagra jellemző, melyeket a szervezet nem épít be szerkezeti elemeibe és energiaforrásként sem használ fel. Testidegen jelleük miatt ezektől az anyagoktól minden élőlény igyekszik megszabadulni, melynek eszköze az átváltoztatás, vagyis transzformáció [1]. Testidegen anyagok közé tartoznak például a növényvédő szerek, de lehetnek testidegen anyagok a természet által alkotott mérgek is, ilyenek a mikotoxinok.

A növényvédő szerek célja a kultúrnövényeket károsító, azok életterét elfoglaló élőlények elpusztítása, gyérítése, riasztása, vagy a károsítók és növények életfolyamatainak szabályozása – beleértve a növényzet lombtalanítását és leszáritását is. Az alkalmazás célcsoportja alapján elkülönítünk többek között gombairtó (fungicidek), rovarölő (inszekticidek) és növényirtó (herbicidek) szereket [2]. A mikotoxinok fonalas gombák mérgező másodlagos anyagcseretermékei, melyeket elsősorban *Asper-*

*gillus, Fusarium, Penicillium* és *Alternaria* fajok termelnek, jelentős élelmezés-egészségügyi problémákat és gazdasági károkat okozva világszerte. A mikotoxinok a legmérgezőbb természetes élelmiszer-szenyvezők, melyek nyomnyi mennyiségben is karcinogén, immunszuppresszáns, genotikus, neurotoxikus, teratogén vagy mutagén hatást gyakorolnak az élő szervezetekre [3]. A gabonaféléket a szántóföldön és a tárolás során egyaránt fertőzheti a fonalas gomba, mely megfelelő hőmérséklet és páratartalom mellett toxintermelést folytat [4].

A Szent István Egyetem Alkalmazott Kémia Tanszékén e két vegyületcsoportra irányuló analitikai módszereket fejlesztünk, vizsgálataink elsősorban élelmiszer-mátrixokra terjednek ki, emellett azonban az élelmiszer-termelés egyéb alapanyagait – például gombakomposzt, talajminták, virárgpor – is érintik. Azt gondoljuk, hogy érdemes ezeket a vegyületeket közös, átfogó szemlélettel vizsgálni, hiszen számos kapcsolódási pont fedezhető fel köztük.

- Mindkét vegyületcsoport élelmiszereink szennyezői közé tartozik, hiszen testidegen anyagok.
- Jó növényvédelmi gyakorlattal azonban mind a termesztés, mind a raktározás során csökkenthető a csíraszám, ezáltal a toxintermelés lehetősége. A toxinok megjelenését elsősorban a fungicides kezelés hatékonysága befolyásolja, de a kártevők által okozott sérüléseken is gyorsan megtelepednek a gombák, ezért a rovarölő szeres, rágcsálóirtó kezelésre is gondot kell fordítani. A gyomirtó szerekről azt mondhatjuk, kevésbé befolyásolják a toxintermelő gombák térnyerését, azonban az átváltoztatási folyamatra hatást gyakorolhatnak bizonyos adjuvánsok. Ezt a feltételezést később fejtjük ki részletesen.
- Analitikai szempontból mindkét vegyületcsoport legfőbb kölcsönhatási felülete a növényi szervezet, ezért az elsődleges vizsgálatok növényi mátrixra irányulnak.