

Gyulai Ferenc:

Szenült szemtermések analitikai vizsgálata

1. Szervesanyag vizsgálatok

Régészeti objektumok feltárásaiból ritkán kerülnek elő növényi maradványok, de ételmaradványok még ritkábban. Ezek a szerves maradványok instabilak, mert a mikroorganizmusok rendkívül gyorsan lebontják őket. Különleges körülmények (tűz általi szenülés, vízborítás, különlegesen száraz mikroklíma) között azonban lehetőség van rá, hogy fennmaradjanak. Járulékos problémaként jelentkezik még, hogy ezek a maradványok felismeréséhez nagy gyakorlatra, szisztematikus mintavételre és izapolásra van szükség.¹

Csak a legutóbbi évtizedek fejlett mikroszkópos technikája, műszeres analitikai kémiai vizsgálatai tették lehetővé, hogy ezeket a szórvány leleteket megfelelő módon elemezhesék. Éppen a leletek szórvány voltaival, specifikusságával és differenciáltságával magyarázható, hogy egységesen követendő metodika ma még nem alakult ki, az összefoglalóan élelmiszermaradványok elemzésének nevezett komplex vizsgálatokra vonatkozóan. Pedig ezek a maradványok rendkívül sok információt hordoznak. Meghatározásuk hozzájárul az adott kor életmódjának megismeréséhez, a gasztronómia történetéhez.

Az élelmiszermaradványok önálló formában (liszt, kása, kenyér maradványok), vagy tárgyakhoz kapcsolódva (fém tárgyak felületén, kerámia- és kerámiatöredékek belső falára tapadva) fordulnak elő. A ritka mocsári- és gleccserhullák gyomortartalmának elemzését, a fekália maradványok vizsgálatát is ide kell sorolnunk.²

Az italmaradványok elemzése még ennél is bonyolultabb, és számos spekulatív elemet tartalmaz. Előzetes híradás szerint őskori sör és bormaradványt találtak a Zagrosz hegységben lévő Godin Tepe/Irán sumér lelőhelyen (i.e. 3500).³

Joggal tételezzük fel, hogy a régi kor embere az erdei vad gyümölcsökből és bogyókból lekvárt főztek és szörpöket is készített. Amennyiben mézzel készített, vagy abból erjesztett italt fogyasztottak annak kimutatásában segítséget nyújthat a pollenanalízis.

Ókori italmaradványokról már több információval rendelkezünk. Intercisa lelőhelyen lepecsételt üvegben talált maradványt vízzel kevert olajjal azonosították.⁴ Magunk is elemeztünk romániai ógörög amforából származó bormaradványt (1990/91), továbbá folyamat-

ban van egy hazai római kori lepecsételt üvegedényben talált maradvány vizsgálata.⁵

Grüss⁶ egyes őskori edények belső falán talált maradványokból foszfátot – ami tejből is származhatott – és mézet mutatott ki. De a sör, mint az emberiség legősibb italának fogyasztását is feltételezzük a hazai őskorban. Helck⁷ szerint az ókori Egyiptomból i.e. 2900-tól már biztosan számolhatunk a sör fogyasztásával. Annak a lehetőségét sem zárja ki, hogy ismerete sokkal régiebb és a gabonatermesztéssel együtt került oda a Közel-Keletről. Gaál⁸ számos egyiptomi ikonográfiai és írásos forrást említ a sörrel kapcsolatban.

A mag- és termésleleteket érdemes lenne olyan szempontból is megvizsgálni, hogy a gabonafélék között van-e a sör előállítására utaló kicsírázott szemtermés.⁹ A malátanyerésre ugyanis az árpa mellett valamennyi búzafaj alkalmas alapanyagul szolgál. A középkori írásos források szerint a sör ízesítésére, eltarthatóságának fokozására Nyugat- és Közép-Európában a komlót (*Humulus lupulus*), míg Észak-Európában egy viasz-cserjét, a *Myrica* gele-t használták. Archaeobotanikai előfordulásuk éppen ezért a sörfőzéssel hozható kapcsolatba.¹⁰

A délnémet, svájci cölöpépítményekből származó őskori liszt-, kása-, kenyér- sütemény- és egyéb főzési maradványok feldolgozására Währen¹¹ mikroszkópos technikával egyesített makroszkópos eljárást dolgozott ki. Észak-Európában Hjelmqvist,¹² Közép-Európában Währen,¹³ Szlovákiában Hajnalová,¹⁴ Pieta & Placha¹⁵ foglalkozik hasonló vizsgálatokkal. Munkásságuk hozzájárult a lepény- és a kelesztett kenyér létrejöttéhez vezető hosszú út megismeréséhez.

Az égés annak ellenére, hogy a szerves anyagban szerkezeti pusztításokat, maradandó változásokat okoz, egyben konzervál is. A mikroszkópos vizsgálatokra sok esetben csak a phytolitokban gazdag pelyvalevél részei maradnak fenn.¹⁶ Ha a vizsgálandó anyag nem szenült el teljes mértékben, úgy különböző kémiai eljárásokkal az elszenült rész eltávolítható, ami által bizonyos megmaradt növényi szövetmaradványok mikroszkópos vizsgálat alá vonhatók. Természetesen a feltárást a minta állapota határozza meg. Azért, hogy a phytolitokban gazdag növényi szövetmaradványok fénymikroszkóp alatt láthatóvá váljanak nagy fénytörés indexű speciális beágyazószer használata válik szükségessé.¹⁷

A speciális kémiai előkészítést igénylő mikroszkópos feldolgozások eredményeképpen lehetővé válik, hogy a maradványban lévő növényi- és állati eredetű részek (szöveti : maradványok, edénnyaláb töredékek, phytolitok, pollen, spóra, szőr/haj, színezőanyagok/festékek, kokonok stb.) akár több ezer év múltán is, felismerhetővé váljanak.¹⁸ Az edények belső falára sült főzési maradékok (levesek, főzelékek, készételek) mikroszkópos vizsgálatai leginkább a kriminalisztikai és igazságügyi szakértői eljárásokhoz hasonlítanak.

Az élelmiszermaradványok mikroszkópos feldolgozásának területén Netolitzky¹⁹ munkássága úttörő jellegű. Specifikusságából következően ilyen jellegű vizsgálatokkal jelenleg nagyon kevesen foglalkoznak. Richter²⁰ és Schlichterle²¹ eredményei máris hozzájárultak az őskori ember fogyasztási szokásainak és gasztronómiai kultúrájának megismeréséhez.

Az ételmaradványok elemzésénél további lehetőséget jelentenek a műszeres analitikai kémiai vizsgálatok. E vizsgálatok eredményeiből következtetünk az étel fajtára, a felhasznált nyersanyagokra és kiegészítő szerekre, az étel elkészítésének módjára.

Klíma viszonyaink között az ételmaradványok szenült állapotban fordulnak elő, mely feltehetőleg oxigénszegény körülmények között lejátszódott kéméletes hőhatás eredménye.

Már Maurizio²² hamuanyag vizsgálatokat végzett őskori cölöpépítményekből származó lepénykenyerek származásának tisztázására. De csak a modern analitikai kémiai eljárások (atomemissziós spektrofotometria, atomabszorpciós spektrometria) tették lehetővé, hogy az élelmiszermaradványok makro- és mikroelem tartalmát is elemezzék. Ezek a vizsgálatok azt mutatják, hogy az elemek egy része továbbra is jelen van a maradványokban. A mobil, könnyen kimosódó elemek részleges jelenléte, vagy hiánya azonban még nem jelenti azt, hogy az élelmiszer elkészítésekor is hiányoztak. Például az, hogy őskori ételmaradványokból csak igen kevés nátriumot sikerült kimutatni, inkább a kimosódás rovására írható, és nem azt jelenti, hogy a készítéséhez nem használtak konyhasót.

A fent említett kéméletes szenülés miatt igen korlátozott azon vegyületsoportok száma, amelyek egyáltalán megmaradnak. Keményítőt, cukrot, fehérjét már nem találunk bennük. Szabad aminosavak, koleszterin, zsír- és olajsavak viszont kimutathatóak. Az aminosavak lebomlása időben eltérő, így egymáshoz viszonyított arányuk sem állandó.²³ Jelenlétükből éppen azért nem következtethetünk a fehérje típusára, eredeti koncentrációjukra, vagy egymáshoz viszonyított arányukra. Az aminosav recemizáció alapján viszont lehetőség nyílik a szerves anyag korának meghatározására.²⁴ A kezdeti eredmények arra utalnak, hogy a csontmaradványok kormeghatározására használt aminosav racemizáció metodikája az archaeobotanikai leletek kiértékelésénél is

alkalmazható.²⁵

A hőhatásra kevésbé érzékeny zsírsavak gázkromatográfiás vizsgálata alkalmas eljárásnak bizonyul a növényi és állati eredetű szerves anyagok származásának tisztázására.²⁶

Az utóbbi évek egyre inkább interdiszciplináris együttműködésé fejlődő régészeti feltárások eredményeképpen külföldi, de hazai leletanyagon végzett élelmiszermaradvány vizsgálatokról is be tudunk számolni. Zürich Mozartstrasse neolitikus (Schnurkeramik) településéről előkerült cserepek belső falán talált égett réteget őskori levesekkel, illetve kásmaradványokkal (1989) azonosítottuk. Elemzéseket végeztünk Hornstaad koraneolitikus lelőhelyről előkerült búzadarakásán (1990). Cognac neolitikus településén talált maradványt búzadarakásának (a kenyér őse) határoztuk meg (1991). Túrkeve–Terehalom ottománi kultúra leégett lakóházának járósintjéből vett mintákat kiiszapolva (1991) elszenült kenyér maradványaira bukkantunk. Bölske szintén ottománi kultúra lelőhelyén talált kerámia edény tartalmának vizsgálatai még nem fejeződtek be, de az eddigi eredmények ételmaradványra utalnak.²⁷

Balatonmagyaród–Hídvégpuszta késő bronzkori halomsíros kultúra hulladékgödreből előkerült szerves maradványokat ételmaradványokkal azonosítottuk: borsó- (*Pisum sativum*), cicorlencse- (*Vicia ervilia*), szegletes lednek (*Lathyrus sativus*) magvak, köles (*Panicum miliaceum*) kásarögök. A leletegyüttesből Takács I. archaeozoológus (Magyar Mezőgazdasági Múzeum) számos, a sütés nyomait magán viselő csontot határozott meg (halak, kisebb méretű madarak). Az archaeobotanikai vizsgálatok M. Währen, B. Richter makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatai (1989), a Pannon Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Karának kaposvári Központi Laboratóriumának műszeres analitikai vizsgálatai (makro- és mikroelem, aminosav és zsír- és olajsav elemzések 1989/90) arra a végkövetkeztetésre vezettek, hogy itt sütőipari lisztminőségű búza- és köleslisztből, sertészsír felhasználásával készült számacatorta maradványával van dolgunk.²⁸

Fenekpuszta kelta kori lelőhelyén előkerült maradványokat az analitikai és archeozoológiai vizsgálatok eredményeképpen (1995) haléttel (halászlével) azonosítottuk.²⁹

2. Növénymaradványok analitikai vizsgálata

A magvak/termések csirázóképessége az idő előrehaladtával exponenciálisan csökken. Ez azért van így, mert a maghéj falában viasz rakódik le, az enzimek inaktiválódnak, az endospermiumában lévő zsírok és olajok pedig az idő előrehaladtával oxidálódnak (avasodnak).³⁰

Különleges körülmények között a gabonafélék ha

nem is évszázadokig, de viszonylag hosszú ideig képesek megőrizni csírázókéességüket. Jól dokumentált és ellenőrzött adatok szerint az 1955-ben lebontott nürnbergi városi színház alapkövében (1832) talált árpa- és zab szemtermékek csírázóképeseknek bizonyultak, s azóta is fajtafenntartó termesztésben vannak.³¹ Velük előbb tenyészedenyekben, később kísérleti parcellákon végeztek betakarítási méréseket (tányagellátottság, a kalászkok szemtartalma, hektolitersúly, ezermagsúly, terméseredménye stb.). Mindezek eredményeképpen ezek a régi tájfajták összehasonlíthatóvá váltak a ma termesztett intenzív árpa- és zab fajtákkal.

A beltartalmi értékekre vonatkozó 15 éves vizsgálati eredmények közül mindössze azt említjük meg, hogy bár a nürnbergi árpa tájfajták a ma termesztett fajták (Wisa, Una) terméseredményeitől 40–50%-kal elmaradnak, mégis nyersfehérje értékben 25–30%-kal meghaladják azokét. A bajorországi Talaj- és Növénytermesztési Kutatóintézetben 1979–1982 között további összehasonlító termesztési kísérleteket végeztek a nürnbergi árpával, a terméseredmények, a szemtermés méretek, a szemtermés/szalma arány, a maláta minőség és a betegségekkel szembeni ellenállóság megállapítása végett. A nyersfehérje mérések eredményei megegyeztek a korábbiakéval.³²

További sikeres kísérleteket végeztek Ausztriában 1900-ból és 1930-ból származó tájfajtákkal.³³ Franciaországban talált termesztésben lévő középkori eredetű rozs tájfajtával végzett termesztési kísérleteket B. Bartha/Basel 1988/89-ben. Svájcban (Zürich-Rekkenholz, Changins) kísérleti fajtafenntartó termesztésben tartanak számos, az ottani kantonokból összegyűjtött gabona tájfajtát. A tájfajtákat a legmodernebb analitikai vizsgálatoknak vetik alá. A polyacrylamid-elektrophorezis (PAGE) vizsgálatok szerint az egyes őszibúza tájfajták egymáshoz képest is jelentős különbséget mutatnak. Az eredményeket felhasználják a nemesítésben.³⁴

Körber-Grohne³⁵ Stuttgart-Hohenheimben és Schwäbis Albban összehasonlító termesztési kísérleteket végzett alakor, tönke, tönköly, durumbúza, vetési búza, kétsoros csupaszárpa, rozs és zab fajokkal. A szemtermékek beltartalmi értékeinek (ezermagsúly, nyersfehérje, szénhidrát, nyerszsír, hamu, nyersrost, szárazanyag) adatai alkalmasnak bizonyultak az egyes fajok minőségi megítélésére. A vizsgálatok szerint az ősbibb pelyvás búzák (alakor, tönke, tönköly) átlagos nyersfehérje tartalma mintegy 50%-kal magasabb a vetési búzához képest, ugyanakkor a vetési búza nyersfehérje tartalma nem mutat lényeges különbséget az árpához, rozshoz és zabhoz képest. Különösen karakterikus ez az alakornál és a tönkénél, ahol a protein a szemtermékek szárazanyagának egyötödét teszi ki. A nyerszsír-tartalom is mintegy 30%-kal magasabb a pelyvás búzában. A zabnál ez az érték különösen kimagasló. A szénhidrát mennyiségében viszont a csupasz árpa és a rozs vezet.

Ezek a minőségi vizsgálatok lehetővé teszik, hogy a régi kultúrák gabonafajait minőségi szempontból is összevethetővé váljanak a ma termesztettekével.

Fontos megállapításnak tűnik, hogy a szemtermékek szénhidrát és nyersfehérje tartalma függ a talaj nitrogén tartalmától (a nitrogén műtrágyák fokozzák ezeket), a klímától (a meleg, száraz időjárás emeli az értékeket), valamint a szemtermékek alakjától (a lapos szemtermékek proteintartalma magasabb, mint a telt szemtermékeké).³⁶ Körber-Grohne fent leírt kísérletei is megerősítik ezeket.

A protein vizsgálatokkal azonban további klasszifikációra nyílik lehetőség. A magvak/termékek ún. rezervprotein antigén tulajdonságai faj- és nemzetségspecifikusak, így identifikálásra alkalmasak.³⁷ Vizsgálatukra új analitikai módszer, a nagynyomású folyadékkromatográfia (HPLC) nyújt lehetőséget.³⁸

1970–1974 között a németországi Gaterslebenben fehérjevizsgálatokat végeztek búza valamennyi fajanak tájfajtáin, ill. azok faj- és nemzetség hibridein. A mintegy tízezer taxont nyersfehérje és lizin tartalom szempontjából csoportosították.³⁹

A gél-elektroforézis pedig új utat nyitott az izoenzimek (izozim) kimutatásához. Ez a vizsgálati eljárás pedig a származási kérdésekre, genetikai kapcsolatokra szolgáltat új eredményeket.⁴⁰

A fentiekben ismertetett recens mag/termés beltartalmi értékek elemzése mellett, ha nagyon korlátozottan is de, szubfosszilis anyagon is végeztek analitikai vizsgálatokat. Brocq-Rousseu & Gain⁴¹ vizsgálatai szerint az el nem szenült búza 200 évig aktív (csírázóképes) maradhat, az ennél idősebb alakor és közönséges búza szemtermékekben már nem mértek peroxidáz aktivitást. Täckholm & Täckholm⁴² elemzése alapján az ókori Egyiptomból származó gabonák endospermiumában lévő keményítő részecskék megtartották jóddal szembeni aktivitásukat, de proteint már nem tudtak kimutatni belőlük. Barton-Wright, Booth & Pringle⁴³ Tutankhamen sírkamrájából (i.e. 1350) származó szenült árpa szemtermékekben – feltehetőleg az oxigénhiányos környezet következményeként – riboflavint és nikotinsavat találtak. Helbaek⁴⁴ Grauballe/Dánia lelőhelyen előkerült 3–5. századi lápi hulla gyomortartalmának jelentős részét kitevő főleg lapulevelű keserűfű (*Polygonum lapathifolium*) makkocskából és egyéb pázsitfűfélék szemterméseiből proteint és albumint mutatott ki. Leek⁴⁵ arról tudósít, hogy 7 db, az i.e. 3000–1400 időkből származó egyiptomi kenyerekből vett minták mindegyikében talált proteint.

Zeven, Doekes & Kislev⁴⁶ vizsgálataikban tovább mentek: 14 különböző korú alakor, tönke, tönköly és vetési búza szemtermés leletet vizsgáltak meg elektroforézis eljárással, abból a célból, hogy tisztázzák hány évig mutatható ki belőlük protein. Ebből egy próba anyaga szenült tönke szemeket tartalmazott Ermelo/Hol-

landia (510 +/- 65 év). Ebből csak a Saqqara/Egyiptom (i.e. 300) lelőhelyről származó tönke és Massada/Izrael (i.e. 100 – i.sz. 73) lelőhelyről való durumbúza nem volt szenült. A többi próba anyaga németalföldi, a 19. század elejéről származó maggyűjteményekben őrzött gabonaszemek voltak. Az említett első három próba nem tartalmazott elegendő fehérjét, de a többi próba elektroferogramja gliadinra, albuminra és globulinra nézve karakterisztikus volt.

Bocz E.⁴⁷ a recens alakor- és egy ősi 18. századra visszavezethető steppei típusú vetési búza szemterméseinek makro- és mikroelem összetételét elemezte. Az elemarányokat recens kultivált vetési búza hasonló eredményeivel vetette egybe. Megállapította, hogy a nemesítés előrehaladtával csökken a szemtermések nitrogén/foszfor, nitrogén/kálium és nitrogén/magnézium aránya, ugyanakkor növekszik a nitrogén/kalcium, nitrogén/mangán, nitrogén/cink, nitrogén/réz aránya.

3. A Balaton melléki szemtermés leletek analitikai vizsgálata

3.1. Anyag és módszer

Az élelmiszer- és takarmánykémiai elemzéseknél használt makro-, mikroelem- és aminosav vizsgálatokat alkalmaztuk a Balaton-környéki ásatásokból származó római kori (Fenekpuszta, 5. század), népvándorláskori (Fonyód-Bélatelep, 8. század) és a késő középkori (Pogányszentpéter, 16. század) szenült gabonaszemtermések vizsgálatára. Az itt bemutatásra kerülő eljárások eredményei szerint az archeobotanikai leletek kiértékelésénél is felhasználhatóak. Ebben a „faszenült” állapotuk sem akadály, ami a látszat ellenére sem teljes és minden valószínűség szerint nagyon lassan, igen kíméletes módon végbement folyamat lehetett, máskülönben a hőre érzékeny szerves molekulák még nyomokban sem maradhattak volna fenn.

Az adatsorok egy olyan próbálkozás eredményeképpen születtek, melynek az volt a célja, hogy a hazai régészeti lelőhelyeken előkerült szemtermésekből → szenült állapotuk dacára – levonhassunk bizonyos következtetéseket azok beltartalmi értékeire vonatkozóan.

Az elem vizsgálatokat 1989-ben a Pannon Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Karának kaposvári Központi Laboratóriumában végezték el.

A makroelem vizsgálatoknál a szenült gabona szemterméseket tartalmazó próbákat előbb aprították, majd súlyállandóságig szárították, végül porították. A szárazanyag tartalmát a próba tömegcsökkenése adta. Az így előkészített próbát forró cc. kénsavban feloldott szelénrel roncsolták. A roncsolás végeztével a lehűlt oldatot hígították majd homogenizálták. A kénsavas roncsolás

során az ammónium-szulfáttá alakult növényi nitrogén tartalmát, indofenol-kék reakció alapján fotometriás eljárással, 630 nm hullámhosszon, Contiflo műszersoron határozták meg. A kénsavas roncsolás következtében a próba foszfortartalma ortofoszfáttá alakult. Az ortofoszfáttartalom az ammónium-metavanadát és az ammónium-molibdenát reagenssekkel sárga színű, foszformolibdén-vanádium komplexet képzett. A színintenzitását fotometriás eljárással ($\lambda = 400$ nm), Contiflo műszersoron mérték. A kálium tartalomhoz is a kénsavas roncsolmányt használták. A mérést atomemissziós spektrofotometriás (AES) eljárással ($\lambda = 700$ nm) Contiflo műszeren végezték.

A próbák mikroelem tartalmának meghatározása céljából a növényi szervesanyagokhoz cc. sósavat adagoltak. A hidrolízis lejátszódásának elősegítése céljából növelték a hőmérsékletet. A kihűlt oldatot hígították, majd szűrték. A próbák kalcium-, magnézium-, réz-, cink, és mangántartalmának elemzését a szűrletből végezték. A vizsgálandó próba szűrletét a zavaró ionok esetleges jelenléte miatt stroncium-klorid oldattal hígították, Contiflo soron. A meghatározásra atomabszorpciós spektrofotometriás (AAS) módszert alkalmaztak ($\lambda_{Ca} = 700$ nm, $\lambda_{Mg} = 285,2$ nm, $\lambda_{Cu} = 324,7$ nm, $\lambda_{Zn} = 213,8$ nm, $\lambda_{Mn} = 279,5$ nm).

Az emissziós lángfotometriai alapja, hogy magas hőmérsékletű lángban, a láng termikus energiájával gerjesztett atomok által kisugárzott fény intenzitása mérhető.⁴⁸ Az atomemissziós spektrofotometriás (AES) eljárás lényege, hogy az alapállapotú atomok, vagy molekulák gerjesztésére a láng termikus, kisebb hányadában kémiai energiáját használják fel. A gerjesztett és instabil állapotban lévő részecskék energiafeleslegüket az anyagi minőségükre jellemző hullámhosszúságú elektromágneses sugárzás kibocsátása közben leadják. Az emissziós sugárzás a fénykibocsátó részecskék számával arányos. Az atomabszorpciós spektrofotometriás (AAS) módszernél a lángban levő alapállapotú atomok gerjesztésére külső fényforrás energiáját használják, majd spektrofotométerrel mérik a sugárzás intenzitásának csökkenését a lángon való áthaladás során.

Az aminosav vizsgálatokat 1989-ben a Pannon Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Karának kaposvári Központi Laboratóriumában végezték el Csapó J. irányításával.

A vizsgálatra megkapott próbákat Microculatti dörzsmalomban liszt finomságúra őrölték. Az őrlemből határozták meg a nyersfehérje tartalmát és az aminosav összetételt. A nyersfehérje összetétel meghatározását Kjeld-Foss (Foss Electric, Denmark) gyorsnitrogén elemzővel, az aminosavösszetétel meghatározását pedig az LKB 4101 típusú (LKB Biochrom, England) automatikus aminosavanalizátorral határozták meg. Az alkalmazott paramétereket szerint választották.⁴⁹

3.2. Az analitikai vizsgálatok értékelése

A rendelkezésre álló próbák lehetővé tették, hogy vizsgálhassuk a gabonafajok szemterméseinek beltartalmi értékeinek egyes tényezőit, adott esetben egymással is összevethessük. Mivel szubfosszilis szenült makromaradványokon végzett vizsgálatokkal ez ideig egyedül állunk, ezért a kimutatott eredmények ellenőrzésére további rendszeres vizsgálatokra van szükség. Kellő adatsor hiányában csak bizonyos észrevételeket tehetünk, abban a reményben, hogy vizsgálatainkat folytathatjuk. Mivel ezek a vizsgálatok az elmúlt korok növénytermesztésére, illetve táplálkozására vonatkozóan további, más módon nem nyerhető információt szolgáltatnak, kívánatos lenne, hogy a növényleletek morfológiai és metrikus vizsgálatai ezekkel is kiegészüljenek.

A kimutatott makroelemek nagymolekulájú szerves anyagokra utalnak (1. táblázat). Már azok bomlásakor egy részük a környezetbe távozott, ugyanakkor könnyen ki is mosódhattak. Így érthető, hogy miért találhatóak olyan kis mennyiségben a szubfosszilis gabonafélék szemterméseiben. Jelenlétük éppen a fenti okok miatt további információval nem bír. A mikroelemek sokkal stabilabbak. Vizsgálataink szerint a régi kor gabonaféléinek mikroelem tartalma jelentősen (átlagban 30%-kal) felülmúlja a ma termesztett gabonafélékét.⁵⁰ Toxicitásra utaló extrém magas értéket azonban sehol nem tapasztaltunk.

Az aminosav vizsgálatok nem várt eredményre vezettek (2. táblázat). Abból a tényből, hogy sikerült szabad aminosavakat kimutatni arra következtetünk, hogy a szemtermékek nem égtek el, mert szénből nem lehetne aminosavakat, illetve nitrogén tartalmú vegyületeket (nyersfehérje) kimutatni, ez utóbbit olykor egész magas koncentrációban. Ezért nagyon is feltételezhető, hogy itt minden esetben inkább levegőtől elzárt körülmények között lejátszódó lassú, de feltétlenül kíméletes, tűz általi szenülésről lehet szó.

Feltételezve, hogy a szemterméseket semmiféle nitrogén tartalmú anyaggal nem öntötték le, nem konzerválták és a talajvízből sem jutott hozzá nagyobb mennyiségű nitrogén műtrágya, akkor nagy a valószínűsége, hogy a hasonló típusú szemtermésekben 400 év alatt az aminosavak mintegy 85–90%-a, 1700–2000 év alatt pedig mintegy 93–95%-a elbomlik.⁵¹

A fehérje bomlása során szabad aminosavak, ill. ammónia keletkezik. Az ammónia úgy tűnik nem tudott az anyagból eltávozni, valamilyen módon megkötődött a túlsúlyban lévő szénhidrát makromolekulákban. Ezt támasztja alá az igen magas nyersfehérje tartalom.⁵² Amint arra már utaltunk, az egyes aminosavak lebomlása időben eltérő, így egymáshoz viszonyított arányuk sem állandó.⁵³

A gramm aminosav/100 g eredményeket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a legidősebb minták tartalmazzák a legkevesebb aminosavat. Korban közeledve érté-

keik növekednek. Az elmondottakból úgy tűnik, hogy az idő múlásával csökken a próbák aminosav tartalma és ha feltételezzük, hogy a különböző helyekről származó próbák azonos körülmények között vészték át az évszázadokat, akkor ez a csökkenés felhasználható a különböző korokból származó, de feltételezhetően azonos körülmények között megőrződött gabonák korának meghatározására.

Az eredményeket a vetési búza esetén grafikonon ábrázoltuk (1. ábra). Mivel három pontra igen sok görbe illeszthető, ezért sokkal egyszerűbb a grafikus extrapolálás, amikor is az ismeretlen minta aminosav összetételét a hitelesítő görbe segítségével levetítjük a vízszintes tengelyre, ahonnan a kor közvetlenül leolvasható. Az itt tapasztalt összefüggések bizonyítására természetesen az itt vizsgált 10 próba elemzése nem elegendő. További 50–100 próba elemzése igazolná csak feltételezéseinket. Erre azonban egyelőre nincs módunk.

Összehasonlítva a gramm aminosav/100 g fehérje adatokat a ma termesztett búza és rozs aminosav összetételével, úgy az alábbi megfigyeléseket tehetjük⁵⁴:

- a ma termesztett vetési búzafajták fehérjéje lényegesen (28–32%-kal) több glutaminsavat és (8–11%-kal) prolint tartalmaznak, mint az általunk vizsgáltak.
- a mai búzafajták fehérjéjének treonin- (2,7–3,5%-kal), cisztin- (1,3–1,8%-kal), metionin- (1,5–1,8%-kal) és lizin tartalma (2,8–3,2%-kal) lényegesen alacsonyabb.⁵⁵

Végezetül meg kell jegyeznünk, hogy ezek csak feltételes értékek az elmúlt évszázadok gabonáiról. Feltételeztünk, mert abból indultunk ki, hogy a különböző aminosavak az eltelt időben azonos sebességgel bomlottak le. Ismerve azonban az aminosavak különböző viselkedési módját, nagyon is valószínű, hogy különböző körülmények hatására ez eltérő módon megy végbe. Mindenesetre elgondolkoztató az a tény, hogy az aminosavak közül a különböző környezeti hatásokra könnyen elbomló cisztin, metionin és tirozin a próbákban elég nagy mennyiségben volt megtalálható. Így tehát az eredeti aminosav összetétel megállapítása rendkívül nehéz, egyelőre megoldatlan feladatnak látszik. Mindenképpen további mintasorok statisztikai vizsgálatára van szükség.

Összefoglalás

Az élelmiszer- és takarmánykémiai elemzéseknek használt makro-, mikroelem- és aminosav vizsgálatokat alkalmaztuk a Balaton-környéki ásatásokból származó római kori (Fenekpuszta, 5. század), népvándorláskori (Fonyód-Bélatelep, 8. század) és a késő középkori (Pogányszentpéter, 16. század) szenült gabonaszemtermékek vizsgálatára.

Az elem és aminosav vizsgálatokat 1989-ben a Pannon Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Karának

kaposvári Központi Laboratóriumában végezték el.

A kimutatott makroelemek nagymolekulájú szerves anyagokra utalnak. Már azok bomlásakor egy részük a környezetbe távozott, ugyanakkor könnyen ki is mosódhattak. A mikroelemek sokkal stabilabbak. Vizsgálataink szerint a régi kor gabonaféléinek mikroelem tartalma átlagban 30%-kal felülmúlja a ma termesztett gabonaféléikét.

Abból a tényből, hogy sikerült szabad aminosavakat kimutatni arra következtetünk, hogy a szemtermékek nem égtek el. Feltételezhető, hogy inkább levegőtől elzárt körülmények között lejátszódó lassú és feltétlenül kíméletes, tűz általi szénüléstről lehet minden esetben szó. Az egyes aminosavak lebomlása időben eltérő, így egymáshoz viszonyított arányuk sem állandó.

Vizsgálataink szerint az idő múlásával csökken a próbák aminosav tartalma. Ez a csökkenés bizonyos megszorítások mellett felhasználható a különböző korokból származó, de feltételezhetően azonos körülmé-

nyek között megőrződött gabonák korának meghatározására. Ugyanakkor különbséget észleltünk a recens és a szubfosszilis gabonafajok aminosavak összetételében. Az eredeti aminosav összetétel megállapítása rendkívül nehéz, egyelőre megoldatlan feladatnak látszik. Mindenképpen további mintasorok statisztikai vizsgálatára van szükség.

Ezek a vizsgálatok archeobotanikai leletek kiértékelésénél is felhasználhatóak. Ugyanakkor az elmúlt korok növénytermesztésére, illetve táplálkozására vonatkozóan további, más módon nem nyerhető információt szolgáltathatnak. Kívánatos lenne, hogy a növényleletek morfológiai és metrikus vizsgálatai ezekkel is kiegészüljenek. Ebben a „faszenült” állapotuk sem akadály, ami a látszat ellenére sem teljes és minden valószínűség szerint nagyon lassan, igen kíméletes módon végbement folyamat lehetett, különben a hőre érzékeny szerves molekulák még nyomokban sem maradhattak volna fenn.

Jegyzetek:

- ¹ Währen, M. (1989a). Brot und Gebäck von der Jungsteinzeit bis zur Römerzeit. *Helvetica Archaeologica* 20, 82–116.
- ² Richter, B. (1988). Mikroskopische Analyse vorgeschichtlicher Nahrungsreste. *Mikrokosmos* 77/4, 112–116.
- ³ Wilford, J. N. (1992). Bibulous Days at Sumerian Base. *Intern. Herald Tribune*, November 6.
- ⁴ Füzes M. szíves szóbeli közlése.
- ⁵ Gyulai F. publikátlan.
- ⁶ Grüss, J. (1930). Inhaltreste aus der vor- und frühgeschichtliche Zeit. *Der Naturforscher* 9, 156.; Grüss, J. (1935). über Honigreste aus prähistorischer Zeit. *Forsch. u. Fortschritte* 11, 260–261.
- ⁷ Kelck, W. (1971). *Das Bier im Alten Ägypten*. Berlin, 120 p.
- ⁸ Gaál, E. (1988). *Sör az ókori Egyiptomban és Mezopotámiában*. Budapest, 128 p.
- ⁹ Küster, H. (1989). Die Urgeschichte der Gerste. *Jahrbuch der Gesellschaft für die Geschichte und Bibliographie des Brauwesens E. V.*, 198–211.
- ¹⁰ Behre, K.-E. (1984). Zur Geschichte der Bierwürzen nach Fruchtfinden und schriftlichen Quellen. 6th Symposium Palaeoethnobotany (Groningen) 1983. In: Zeist & Casparie (ed.). *Plants and Ancient Man*. Boston, 115–122. Tudomásunk szerint Magyarországon eddig egyetlen alkalommal, Lossonium–Dunakömlőd lelőhelyen találtak csírával rendelkező gabona szemtermést.
- ¹¹ Währen, M. (1988). Jungsteinzeitliche Speisereste aus dem Kanton Freiburg. *Archéologie Fribourgeoise*, 85–95.; Währen, M. (1989b). Identifizierung von Gesäuertem Brot in Knochenasche-Kristallen einer Urnenfelderzeitlichen Bestattung in Bellenberg, Ldkr. Neu-Ulm. *Kataloge der Prähistorischen Staatssammlung München* 23, 59–65.
- ¹² Hjelmqvist, H. (1984). Botanische Analyse einiger Brote. In: Birka II:1. *Systematische Analyse der Gräberfunde*. K. Vitt. *Hist. Antikv. Akad. Stockholm*, 263–288.; Hjelmqvist, H. (1990). über die Zusammensetzung einiger prähistorischer Brote. *Fornvännen* 85, 9–21.
- ¹³ Währen, M. (1984). Brote und Getreidebrei von Twann aus dem 4. Jahrtausend vor Christus. *Archäologie der Schweiz* 7/1, 2–6.; Währen, M. (1987). Das Brot in der Bronzezeit und älteren Vorrömischen Eisenzeit nördlich der Alpen unter besonderer Berücksichtigung von Brotfinden aus Kreisgrabenfriedhöfen des Münsterlandes. *AFWL Ausgrabungen und Funde in Westfalen-Lippe (Münster)* 5, 23–71.
- ¹⁴ Hajnalová, E. (1989). Evidence of a carbonized loaf of bread and cereals from Bratislava-Devin. *Slov. Archeol.*, 37, 89–104.
- ¹⁵ Pieta, K. & Placha, V. (1989). Getreide- und Brotfunde aus der Völkerwanderungszeit in Devin. *Slovenska Archeologia* 37/1, 69–88.
- ¹⁶ Netolitzky, F. (1926). *Anatomie der Angiospermen-Samen*. *Handbuch der Pflanzenanatomie* 10, Berlin, 364 p.

- ¹⁷ Piperno, D. R. (1987). *Phytolith Analysis*. Academic Press, Inc. London, 66 p.
- ¹⁸ Netolitzky 1926 i.m.; Lochte, TH. (1951). *Grundriss der Entwicklung des menschlichen Haares*. Beiträge zur Haut-, Haar- und Fellkunde 5, Frankfurt, 144 p.; Lochte, TH. (1954). *Tafeln zur Haarkunde*. Beiträge zur Haut-, Haar- und Fellkunde 6, Leipzig, 82 p.; Feindt, F. S. M. (1989). *Organische Reste an einem Bronzeschwert aus Flintbek*. *Archäobotanik. Dissertationes Botanicae* 133, 81–88.; Richter, B. (1987). *Mikroskopische Untersuchungen an Speiseresten*. In: Zürich Kleiner Hafner. *Tauchgrabungen 1981–1984*. P.J. Suter (ed.). *Zürcher Denkmalpflege, Monografien* 3, 180–184.; Gasser, G. (1973). *Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 396 p.; Gasser, G. (1989). *Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 412 p.; Mehlhorn, H. & Piekarski, G. (1989). *Grundriss der Parasitenkunde*. Stuttgart, 407 p.
- ¹⁹ Netolitzky, F. (1927). *Arbeitsmethoden zur mikroskopischen Untersuchung verkohlter Körper*. *Mikrokosmos* 20, 178–183.
- ²⁰ Richter 1987 i.m., 1988 i.m.
- ²¹ Schlichtherle, H. (1983). *Mikroskopische Untersuchungen an neolithischen Gefässinhalten aus Hornstaad, Yverdon und Burgäschisee-Süd*. In: *Naturwissenschaftliche Untersuchungen zur Ermittlung Prähistorische Nahrungsmittel*. Ein Symposiumsberich. *Archaeologica Venatoria*, 39–55.
- ²² Maurizio, A. (1916). *Botanisch-chemisches zur Getreidenahrung der Pfahlbauer*. *Anz. f. Schweizerische Altertumsfunde* 18, 183–185.
- ²³ Csapó, J., Tóth-Pósfai, I. & Csapó-Kiss, Zs. (1986). *Optimization of Hydrolysis at Determination of Amino acid Content in Food and Feed Products*. *Acta Alimentaria*, 15 (1), 3–21.
- ²⁴ Rottländer, R. C. A. (1983a). *Einführung in die naturwissenschaftlichen Methoden in der Archäologie*. Tübingen, 604 p.; Csapó, Tóth-Pósfai & Csapó-Kiss 1986 i.m.)
- ²⁵ Csapó J. szíves szóbeli közlése.
- ²⁶ Rottländer, R. C. A. (1983b). *Chemische Analyse prähistorischer Gefässinhalte*. In: *Enzyklopädie Naturwissenschaft und Technik* 1983, 72–80.; Rottländer, R. C. A. & Schlichtherle, H. (1980). *Gefässinhalte. Eine kurz kommentierte Bibliographie*. *Naturwissenschaftliche Beiträge zur Archäologie*. *Archaeo-Physika* 7, 61–70.
- ²⁷ Gyulai publikátlan.
- ²⁸ Gyulai, F. (1991). *Bronzkori ételmaradványok archeometriai vizsgálata*. *Iparrégészeti és Archeometriai Tájékoztató* 11, 6–8.
- ²⁹ Gyulai F. & Takács I. publikátlan.
- ³⁰ A múmiai-búzáék és egyéb más többezer éves magok csírázásáról szóló "szencációs híradások" tudománytalanok és hamisak. Utóbb minden esetben csalásra derült fény.
- ³¹ Aufhammer, G. & Fischbeck, G. (1964). *Ergebnisse von Gefäss- und Feldversuchen mit dem Nachbau keimfähiger Gersten- und Haferkörner aus dem Grundstein des 1832 errichteten Nürnberger Stadttheates*. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 51, 354–378.
- ³² M. Baumer szíves közlése.
- ³³ A.C. Zeven (Wageningen) szíves közlése.
- ³⁴ Schmid, J. E. (1989). *Einsatz biotechnischer Methoden bei der Erforschung alter Getreidelandsorten*. *Bulletin der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich* 219, 19–21.
- ³⁵ Körber-Grohne, U. (1989). *Nährstoffinhalte und andere Stoffe in Körnern von Emmer, Einkorn und weiteren Getreidearten, ermittelt in kontrollierten Feldversuchen*. *Archäobotanik. Dissertationes Botanicae* 133, 41–50.
- ³⁶ Brouwer, W. (1972). *Handbuch des Speziellen Pflanzenbaues I. (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais)*. Berlin.
- ³⁷ Konarev, V. G., Gavriljuk, I. P. & Gubareva, N. K. (1987). *Storage proteins in the identification of species, cultivars and lines*. *Seed Sci. and Technol.* 15, 675–678.
- ³⁸ Wrigley, C. W., Batey, I. I., Campbell, W. P. & Skerritt, J. H. (1987). *Complementing traditional methods of identifying cereal varieties with novel procedures*. *Seed Sci. and Technol.* 15, 679–688.
- ³⁹ Lehmann, C. O., Rudolph, A., Hammer, K., Meister, A., Müntz, K. & Scholz, F. (1978). *Eiweissuntersuchungen am Getreide- und Leguminosen-Sortiment Gatersleben. Teil 1: Gehalt an Rohprotein und Lysin von Weizen sowie Weizen-Art- und -Gattungsbastarden*. *Kulturpflanze* 26, 133–161.
- ⁴⁰ Pozsár, B. I. (1971). *Modern Trends in the Isozymes Research, with Relation to Archeobotany*. *Acta Museorum Agriculturae Pragae* 6 (1–2), 15–16 p.
- ⁴¹ Brocq-Rousseu & Gain, E. (1907). *Sur l'existence d'une peroxydiastase dans les graines sâches*. *Compte rendu hebdomadaire des séances de l'Académie des sciences. (Paris)* 145, 1297–1298.; Brocq-Rousseu & Gain, E. (1911). *La durée des peroxydiastase des graines*. *Annales du Service des Antiquités de l'Egypte*. Le Caire 11, 40–43.
- ⁴² Täckholm, V. & Täckholm, G. (1941). *Flora of Egypt*. I. Cairo, 251 p.
- ⁴³ Barton-Wright, E. C., Booth, R. G. & Pringle, W. J. S. (1944). *Analysis of barley from King Tutankhamen's tomb*. *Nature* 153, 288.
- ⁴⁴ Helbaek, H. (1959). *The last meal of Grauballe man: an anylisis of food remains in the stomach*. *Kuml*, 111–116.; Helbaek, H. (1963). *Palaeoethnobotany*. In: Brothwell, D. & Higgs, E. (eds.). *Science in Archaeology*. London, 177–185.
- ⁴⁵ Leek, F. F (1973). *Further studies in ancient Egyptian bread*. *Journal of Egyptian Archaeology* 59, 199–204.

- ⁴⁶ Zeven, A. C., Doekes, G. J. & Kislev, M. (1975). Protein in Old Grains of *Triticum* sp. *Journal of Archaeological Science* 2, 209–213.
- ⁴⁷ Bocz, E. (1988). Ősi búzafajok minőségi vizsgálata. Előadás a keszthelyi Agrártudományi Egyetem 1988. 03. 28.
- ⁴⁸ Halász, A. (1974). Analitikai laboratóriumi gyakorlatok II. Veszprém, 237 p.
- ⁴⁹ Csapó, Tóth-Pósfai & Csapó-Kiss 1986 i.m.
- ⁵⁰ v.ö. Tarján, R. & Lindner, K. (1981). Tápanyagtáblázat. Budapest, 173 p.
- ⁵¹ Csapó J. publikálatlan adat. Ezúton mondok köszönetet munkájáért és a kiértékelésben nyújtott önzetlen segítségéért.
- ⁵² Az ammónia – mivel nitrogén tartalmú vegyület – nyers-fehérjeként jelentkezik a meghatározásnál.
- ⁵³ Csapó, Tóth-Pósfai & Csapó-Kiss 1986 i.m.
- ⁵⁴ v.ö. Souci, S. W., Fachmann, W. & Kraut, H. (1987). Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert. Tabellen 1986/87. Stuttgart, 1032 p.
- ⁵⁵ Csapó J. közölt adatok.

Analytic examination of carbonified crops

In the course of the examination of carbonified crops from excavations what were undertaken in the surroundings of Lake Balaton (Fenekpuszta, Roman period, 5th century; Fonyód-Bélatelep, Migration period, 8th century; Pogányszentpéter, Late Middle Ages, 16. the century) such macro, micro element and amino acid analyses were lead, which are being used in the case of food- and fodder-chemical analyses.

The element and the amino acid identification was completed by the Kaposvár Central Laboratory of the Faculty of Animal Breeding at the Pannon Agricultural University.

The traced macro elements indicate organic matter of large molecules. A part of them returned to the surrounding in the course of the chemolysis of those molecules, at the same time, they might have been easily washed out. The micro elements are much more stable. According to our investigations, the micro element content of cereals of old times surpasses by 30% in average the modern cereals.

From the fact that free amino acids could be identified, we are driven to the conclusion that these crops haven't been burnt. It can be assumed that the crops were carbonified under hermetically sealed conditions, by a slow and definitely gentle fire in every case. The chemolysis of the respective amino acids differs in time, that is why their ratio isn't constant either.

According to our examinations, the amino acid content of the samples decreases with the time. This decrease can be used, with reservations, to date cereals, which descended from different periods, but were presumably preserved under the same conditions. At the same time differences were traced between the composition of amino acids of recent and subfossil cereals. Determining the original amino acid composition is very difficult, it seems to be an insoluble task for the time being. Further statistical analysis of sample-series is definitely necessary.

These analytic methods can be applied in the case of evaluation of archaeobotanic findings. At the same time they may render further information about plant cultivation and nourishment of past times, which can't be gained in any other way. Completing the morphological and the metrical investigations of plant-findings with these analyses is desired. In this case, their carbonified state doesn't raise difficulties because they aren't completely carbonified – on the contrary to appearance – and presumably carbonification was a very slow and gentle process, otherwise the organic molecules, which are sensitive to the heat, couldn't have survived either in traces.

Translated by Kvassay Judit

		A	B	C
		Fonyód-Bélatelep 8. század	Fenekpuszta 5. század	Fonyód-Bélatelep 8. század
Elem		<i>Chenopodium album</i>	<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>distichum</i>	<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>distichum</i>
N	(%)	2,55	2,09	2,82
P	(%)	0,41	0,82	0,39
K	(%)	0,10	0,08	0,43
Na	(%)	1,46	0,18	0,27
Ca	(%)	1,134	3,044	0,879
Ng	(%)	0,331	0,816	0,103
Fe	(mg/kg)	1481	447	1350
Mn	(mg/kg)	8,9	88,4	35,6
Zn	(mg/kg)	60,8	52,6	29,7
Cu	(mg/kg)	13,1	5,1	3,6
		D	E	F
		Fonyód-Bélatelep 8. század	Fenekpuszta 5. század	Fonyód-Bélatelep 8. század
Elem		<i>Hordeum vulgare</i> subsp. <i>hexastichum</i>	<i>Secale cereale</i>	<i>Secale cereale</i>
N	(%)	2,79	3,22	2,78
P	(%)	0,31	0,86	0,38
K	(%)	0,66	0,07	0,63
Na	(%)	0,26	0,04	0,25
Ca	(%)	1,839	3,648	1,722
Ng	(%)	0,323	1,385	0,389
Fe	(mg/kg)	1445	514	1735
Mn	(mg/kg)	59,0	53,6	36,8
Zn	(mg/kg)	39,1	73,5	36,2
Cu	(mg/kg)	3,8	4,9	4,4
		G	H	I
		Pogányszentpéter 16. század	Fonyód-Bélatelep 8. század	Fenekpuszta 5. század
Elem		<i>Secale cereale</i>	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Triticum monococcum</i>
N	(%)	2,42	4,01	3,84
P	(%)	0,22	0,25	0,15
K	(%)	0,22	0,24	0,09
Na	(%)	0,31	0,12	0,02
Ca	(%)	4,510	0,934	2,483
Ng	(%)	0,792	1,197	0,657
Fe	(mg/kg)	511	1138	302
Mn	(mg/kg)	166,3	8,9	20,8
Zn	(mg/kg)	55,7	116,7	198,4
Cu	(mg/kg)	5,2	5,6	2,1

1. táblázat: A-I

		J	K	L
		Fenekpuszta 5. század	Fenekpuszta 5. század	Fonyód-Bélatelep 8. század
Elem		Triticum turgidum subsp. dicoccum	Triticum aestivum subsp. vulgare	Triticum aestivum subsp. vulgare
N	(%)	4,26	2,76	3,74
P	(%)	0,13	0,70	0,27
K	(%)	0,01	0,10	0,68
Na	(%)	0,04	0,03	0,05
Ca	(%)	2,011	3,084	2,134
Ng	(%)	0,631	1,137	0,443
Fe	(mg/kg)	271	924	2370
Mn	(mg/kg)	4,5	300,2	45,3
Zn	(mg/kg)	87,2	276,1	197,9
Cu	(mg/kg)	1,0	3,6	10,0
		M	N	O
		Pogányszentpéter 16. század	Fonyód-Bélatelep 8. század	Pogányszentpéter 16. század
Elem		Triticum aestivum subsp. vulgare	Triticum aestivum subsp. compactum	Triticum aestivum subsp. compactum
N	(%)	2,74	2,74	2,63
P	(%)	0,28	0,23	0,25
K	(%)	0,06	0,07	0,3
Na	(%)	0,12	0,10	0,20
Ca	(%)	3,380	2,140	4,513
Ng	(%)	0,875	0,457	0,779
Fe	(mg/kg)	347	1519	410
Mn	(mg/kg)	99,6	87,9	153,8
Zn	(mg/kg)	50,4	36,8	58,0
Cu	(mg/kg)	3,9	4,1	4,6

1. táblázat: J-O

A			B			C		
Fenekpuszta			Fonyód-Bélatelep			Fonyód-Bélatelep		
5. század			8. sz.			8. sz.		
Avena sativa			Avena sativa			Chenopodium album		
asp	0,033	10,03	asp	0,085	9,5505	asp	0,354	10,427
tre	0,015	4,5592	tre	0,033	3,7075	tre	0,174	5,1251
ser	0,012	3,6474	ser	0,032	3,5955	ser	0,195	5,7437
glu	0,03	9,1185	glu	0,107	12,022	glu	0,309	9,1016
pro	0,012	3,6474	pro	0,064	7,191	pro	0,212	6,2444
gli	0,027	8,2066	gli	0,063	7,0756	gli	0,441	12,989
ala	0,015	4,5592	ala	0,061	6,8539	ala	0,231	6,8041
cis	0,003	0,9118	cis	0,014	1,573	cis	0,008	0,2356
val	0,009	2,7355	val	0,053	5,955	val	0,238	7,0103
met	0,009	2,7355	met	0,017	1,9101	met	0,044	1,296
iso	0,015	4,5592	iso	0,024	2,6966	iso	0,12	3,5346
leu	0,009	2,7355	leu	0,058	6,5168	leu	0,223	6,5684
tir	0,038	11,55	tir	0,134	15,056	tir	0,365	10,751
pha	0,024	7,2948	pha	0,062	6,9662	pha	0,178	5,243
lys	0,033	10,03	lys	0,051	5,7303	lys	0,106	3,1222
hys	0,018	5,4711	hys	0,01	1,1236	hys	0,073	2,1502
arg	0,027	8,2066	arg	0,022	2,4719	arg	0,124	3,6524
tri	-	-	tri	-	-	tri	-	-
	0,329			0,89			3,395	
D			E			F		
Fenekpuszta			Fonyód-Bélatelep			Fonyód-Bélatelep		
5. század			8. sz.			16. sz.		
Hordeum vulgare			Hordeum vulgare			Hordeum vulgare		
subsp. distichum cv. nudum			subsp. distichum cv. nudum			subsp. distichum		
asp	0,052	11,158	asp	0,083	10,323	asp	0,078	11,127
tre	0,021	4,5064	tre	0,034	4,2288	tre	0,037	5,2781
ser	0,022	4,721	ser	0,028	3,4825	ser	0,031	4,4222
glu	0,054	11,585	glu	0,098	12,189	glu	0,081	11,554
pro	0,039	5,3691	pro	0,062	7,7114	pro	0,039	5,5634
gli	0,036	7,7253	gli	0,062	7,7114	gli	0,052	7,4179
ala	0,032	6,8669	ala	0,053	6,592	ala	0,03	4,2796
cis	0,003	0,6437	cis	0,013	1,6169	cis	0,011	1,5691
val	0,029	6,2231	val	0,052	6,4676	val	0,044	6,2767
met	0,005	1,0729	met	0,01	1,2437	met	0,017	2,4251
iso	0,018	3,8626	iso	0,029	3,6069	iso	0,026	3,7089
leu	0,033	7,0815	leu	0,068	8,4577	leu	0,044	6,2767
tir	0,033	7,0815	tir	0,049	6,0945	tir	0,058	8,2738
pha	0,041	8,7982	pha	0,088	10,945	pha	0,079	11,269
lys	0,025	6,0085	lys	0,044	5,4726	lys	0,036	5,1355
hys	0,006	1,2875	hys	0,01	1,2437	hys	0,01	1,4265
arg	0,014	3,0042	arg	0,021	2,6119	arg	0,028	3,9942
tri	-	-	tri	-	-	tri	-	-
	0,466			0,804			0,701	

2. táblázat: A-F

GFonyód-Bélatelep
8. sz.

Panicum miliaceum

asp	0,095	12,45
tre	0,044	5,7667
ser	0,038	4,9803
glu	0,074	9,6985
pro	0,03	3,9318
gli	0,057	7,4705
ala	0,065	8,519
cis	0,005	0,6553
val	0,043	5,6356
met	0,013	1,7038
iso	0,029	3,5007
leu	0,054	7,0773
tir	0,069	9,0432
pha	0,075	9,5296
lys	0,032	4,1939
hys	0,012	1,5727
arg	0,025	3,6697
tri	-	-
	0,763	

JPogányszentpéter
16. sz.

Secale cereale

asp	0,169	11,951
tre	0,083	5,8698
ser	0,07	4,9505
glu	0,14	9,9009
pro	0,068	4,809
gli	0,116	8,2036
ala	0,081	5,7284
cis	0,017	1,2022
val	0,079	5,5869
met	0,017	1,2022
iso	0,048	3,3946
leu	0,082	5,7991
tir	0,105	7,4257
pha	0,157	11,103
lys	0,095	6,7185
hys	0,017	1,2022
arg	0,07	4,9505
tri	-	-
	1,414	

HFenekpuszta
5. század

Secale cereale

asp	0,04	11,204
tre	0,017	4,7619
ser	0,019	5,3221
glu	0,035	9,8039
pro	0,019	5,3221
gli	0,032	8,9635
ala	0,021	5,8823
cis	0,004	1,1204
val	0,021	5,8823
met	0,007	1,9607
iso	0,013	3,6414
leu	0,021	5,8823
tir	0,024	6,7226
pha	0,035	9,5039
lys	0,024	6,7226
hys	0,005	1,4005
arg	0,02	5,6022
tri	-	-
	0,357	

KFonyód-Bélatelep
8. sz.Triticum aestivum
subsp. vulgare

asp	0,064	11,169
tre	0,027	4,712
ser	0,023	4,0139
glu	0,076	13,263
pro	0,037	6,4572
gli	0,048	8,3769
ala	0,035	6,1082
cis	0,005	0,8726
val	0,034	5,9336
met	0,011	1,9197
iso	0,024	4,1884
leu	0,043	7,5043
tir	0,036	6,2827
pha	0,037	6,4572
lys	0,035	6,1082
hys	0,007	1,2216
arg	0,031	5,4101
tri	-	-
	0,573	

IFonyód-Bélatelep
8. sz.

Secale cereale

asp	0,077	11,492
tre	0,034	5,0746
ser	0,03	4,4776
glu	0,08	11,94
pro	0,042	6,2686
gli	0,049	7,3134
ala	0,043	6,4179
cis	0,006	0,8955
val	0,042	6,2686
met	0,011	1,6417
iso	0,022	3,2835
leu	0,053	7,9104
tir	0,045	6,7164
pha	0,06	8,9552
lys	0,034	5,0746
hys	0,009	1,3432
arg	0,033	4,9253
tri	-	-
	0,67	

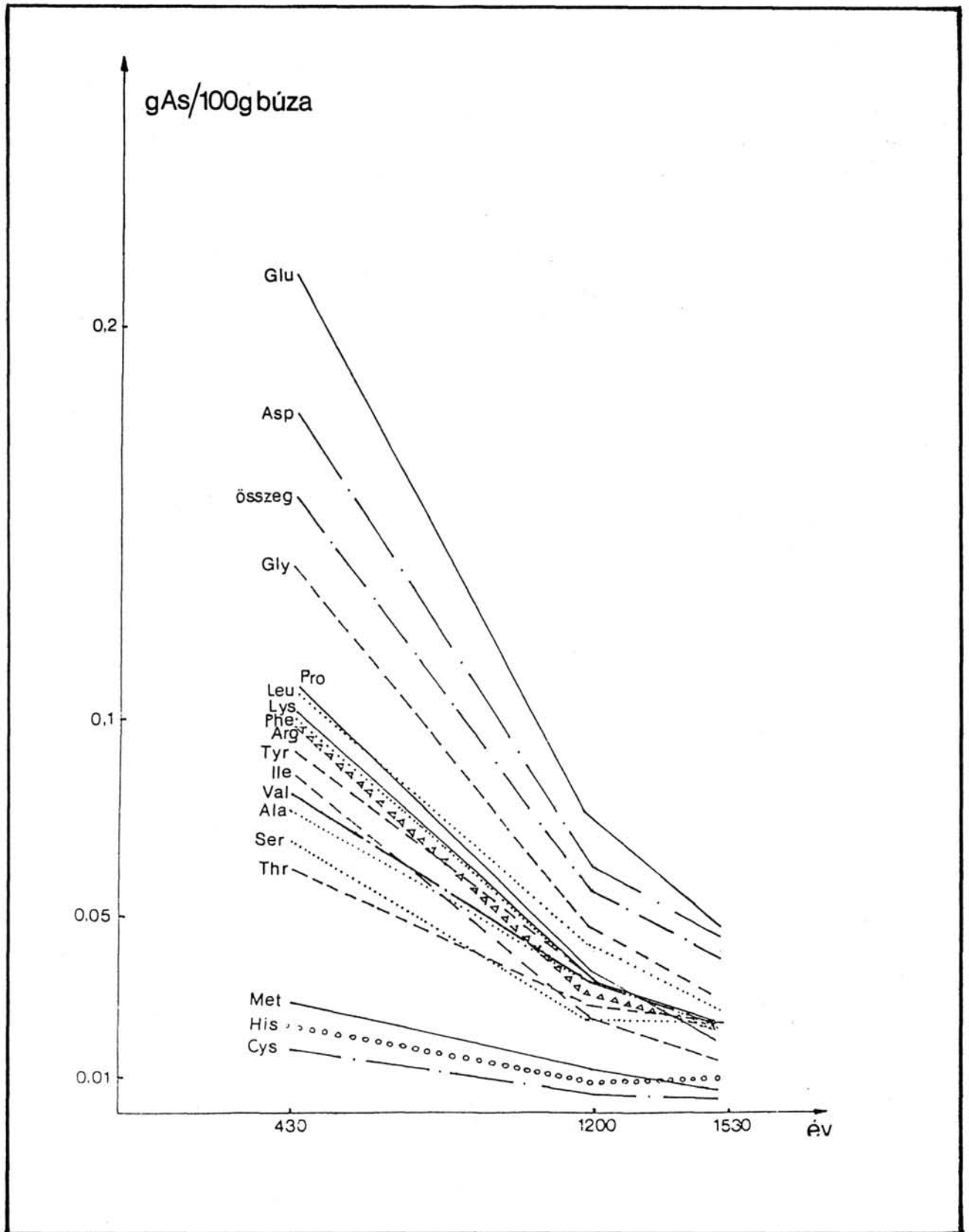
LPogányszentpéter
16. sz.Triticum aestivum
subsp. vulgare

asp	0,179	11,215
tre	0,062	3,8847
ser	0,07	4,3859
glu	0,214	13,408
pro	0,109	6,8295
gli	0,14	8,7719
ala	0,078	4,8872
cis	0,016	1,0025
val	0,082	5,1375
met	0,029	1,817
iso	0,086	5,3854
leu	0,109	6,8295
tir	0,094	5,8897
pha	0,101	6,3283
lys	0,103	6,4536
hys	0,023	1,4411
arg	0,101	6,3283
tri	-	-
	1,596	

2. táblázat: G-L

M Fenékpuszta 5. sz.			N Fonyód-Bélatelep 8. sz.			O Pogányszentpéter 16. sz.		
Triticum aestivum subsp. vulgare			Triticum aestivum subsp. compactum			Triticum aestivum subsp. compactum		
asp	0,045	11,842	asp	0,074	10,898	asp	0,181	12,358
tre	0,024	6,3157	tre	0,029	4,2709	tre	0,063	4,3121
ser	0,024	6,3157	ser	0,026	3,8291	ser	0,071	4,8596
glu	0,047	12,365	glu	0,067	9,8674	glu	0,126	8,6242
pro	0,018	4,7365	pro	0,032	4,7128	pro	0,063	4,3121
gli	0,031	8,1578	gli	0,061	8,9838	gli	0,142	9,7193
ala	0,022	5,7594	ala	0,049	7,2164	ala	0,095	6,5024
cis	0,004	1,0526	cis	0,006	0,8836	cis	0,016	1,0951
val	0,018	4,7365	val	0,039	5,7437	val	0,071	4,8596
met	0,007	1,8421	met	0,015	2,2091	met	0,032	2,1902
iso	0,014	3,6842	iso	0,034	5,0073	iso	0,08	5,4757
leu	0,025	6,5789	leu	0,055	8,1001	leu	0,102	6,9815
tir	0,023	6,0526	tir	0,051	7,511	tir	0,102	6,9815
pha	0,024	6,3157	pha	0,053	7,8056	pha	0,11	7,529
lys	0,024	6,3157	lys	0,04	5,891	lys	0,089	6,0917
hys	0,008	2,1052	hys	0,016	2,3564	hys	0,032	2,1902
arg	0,022	5,7894	arg	0,032	4,7128	arg	0,086	5,8563
tri	–	–	tri	–	–	tri	–	–
	0,38			0,679			1,461	
P Fenékpuszta 5. sz.			R Fenékpuszta 5. sz.					
Triticum monococcum			Triticum turgidum subsp. dicoccum					
asp	0,045	12,064	asp	0,051	12,718			
tre	0,018	4,8257	tre	0,018	4,4887			
ser	0,018	4,8257	ser	0,024	5,985			
glu	0,048	12,863	glu	0,051	12,718			
pro	0,024	6,4343	pro	0,021	5,2369			
gli	0,036	9,6514	gli	0,033	8,2294			
ala	0,021	5,63	ala	0,027	6,7331			
cis	0,006	1,6085	cis	0,006	1,4962			
val	0,018	4,8257	val	0,017	4,2394			
met	0,007	1,8765	met	0,007	1,7456			
iso	0,013	3,4852	iso	0,011	2,7431			
leu	0,033	8,8471	leu	0,023	5,7356			
tir	0,027	7,2355	tir	0,027	6,7331			
pha	0,019	5,0938	pha	0,031	7,7306			
lys	0,016	4,2895	lys	0,027	6,7331			
hys	0,009	2,4128	hys	0,009	2,2443			
arg	0,015	4,0214	arg	0,018	4,4887			
tri	–	–	tri	–	–			
	0,373			0,401				

2. táblázat: M–R



1. ábra: A búza aminosav összetételének változása