

MŰSZAKI SZEMLE
70. szám, 2017.

Szerkesztőbizottság elnöke /
President of Editing Committee

Dr. Köllő Gábor

Szerkesztőbizottság tagjai /
Editing Committee

Dr. Balázs L. György – HU
Dr. Barabás István – RO
Dr. Biró Károly Ágoston – RO
Dr. Csibi Vencel-József – RO
Dr. Fedák László – UA
Dr. Karácsony János – RO
Dr. Kása Zoltán – RO
Dr. Kontra Jenő – HU
Dr. Majdik Kornélia – RO
Dr. Nagy László – RO
Dr. Pécs Hajnalka – RS
Dr. Sebestyén-Pál György – RO
Dr. Szalay György – SK
Dr. Turchany Guy – CH
Dr. Zsuga Miklós – HU

Kiadja / Editor

Erdélyi Magyar Műszaki
Tudományos Társaság – EMT
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică
din Transilvania
Ungarische Technisch-Wissenschaftliche
Gesellschaft in Siebenbürgen
Hungarian Technical Scientific Society
of Transylvania

Felelős kiadó / Managing Editor

Dr. Köllő Gábor

A szerkesztőség címe / Address

Romania
400604 Cluj, Kolozsvár
B-dul 21. Decembrie 1989., nr. 116.
Tel/fax: 40-264-590825, 594042
Levélcím: RO – 400750 Cluj, C.P. 1-140.

Nyomda / Printing

Incitato Kft.

ISSN 1454-0746

www.emt.ro

emt@emt.ro

Tartalomjegyzék – Content – Cuprins

Magas tápértékű funkcionális élelmiszer előállítása a búzaliszt lizin kiegészítésével Production of High Nutritional Value Functional Food with the Supplementation of the Wheat Flour with Lysine Obținerea unui aliment funcțional cu valoare nutritivă ridicată prin completarea făinii de grâu cu lizină.	ALBERT Csilla, GOMBOS Sándor, SALAMON Rozália Veronika, PROKISCH József, Csapó János	3
Víztöltetes falakkal szerelt ház House with Water Walls Case construite cu panouri umplute cu apă	KONTRA Jenő, MAGYAR Zoltán, VÁRFALVI János, GUTAI Mátyás	11
Új tudományok a XX. századból: Nanotechnológia és bionika New Scientists of the 20th Century: Nanotechnology and Bionics Noi direcții științifice din secolul XX: Nanotehnologie și biotehnologie	LECZOVICS Péter, BENCZE Dániel	16
Öszvérszerkezetű hidak Rövid történeti kronológia – I. rész Steel-concrete Composite Bridges Short Historical Chronology – part I. Poduri cu structura mixta otel-beton Scurta cronologie istorica – partea I.	MOLNÁR Lajos	26
Különböző méz fajták összehasonító vizsgálata és a hőkezelés hatása egyes tulajdonságaikra Comparative Study of Different Honies and the Effect of Thermal Processing their Some Properties Studiul comparativ a diferite tipuri de miere și a efectului tratamentului termic asupra unor proprietăți	TAMÁS Melinda	37

Magas tápértékű funkcionális élelmiszer előállítása a búzaliszt lizin kiegészítésével

Production of High Nutritional Value Functional Food with the Supplementation of the Wheat Flour with Lysine

Obținerea unui aliment funcțional cu valoare nutritivă ridicată prin completarea făinii de grâu cu lizină.

Dr. ALBERT Csilla¹, Dr. GOMBOS Sándor¹, Dr. SALAMON Rozália Veronika¹,
Dr. PROKISCH József², Prof. Dr. Csapó János^{1,2}

¹SAPIENTIA EMTE Kolozsvár, Csíkszeredai Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék,
RO-4100 Csíkszereda, Szabadság tér 1., Tel.: 40-266-314-657, fax: 40-266-372-099;
albertcsilla@sapientia.siccolorum.ro, www.emte.ro

²Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszer-tudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
HU-4032 Debrecen, Böszörményi út 138. Tel/Fax: 36-30-52-417-572;
csapo.janos@gmail.hu, www.mek.unideb.hu

ABSTRACT

During our research we added 0.5-2.0% L-lysine to the wheat flour in order to increase the quantity of this essential amino acid and the biological value of the wheat protein, producing such functional, health protecting, health preservative food product, which is suitable to satisfy the lysine requirement of human, assuming normal nutrition. Furthermore at the increase of the biological value completing the wheat flour with higher amount of lysine, we could produce such a functional, health protecting and health preservative food, which is suitable to confine or prevent the lysine malnutrition symptoms. During our work we determined the quantity of the Maillard reaction products (hydroxyl-methyl-furfural) and the lysine content evolved during the baking of the wheat flour used for bread baking and in the bread baked with supplemented or not supplemented lysine, and evaluated the sensory characteristics of the produced functional food and the bread supplemented with lysine.

Keywords: L-lysine, lysine supplementation, essential amino acid, biological value of protein, Maillard reaction, amino acid analysis, high performance liquid chromatography

ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaink során a búzaliszthez 0,5-2,0% L-lizint adtunk annak érdekében, hogy növelni tudjuk ennek az esszenciális aminosavnak a mennyiségét, a búzafehérje biológiai értékét, olyan funkcionális, egészség védő, illetve egészség megőrző terméket állítva elő, mellyel normál táplálkozást feltételezve az ember lizin szükségletét ki lehet elégíteni. Fentieken túl a biológiai érték növelésénél nagyobb mennyiségben adagolva olyan funkcionális, egészség védő, ill. egészség megőrző terméket tudunk előállítani, mellyel vissza tudjuk szorítani, ill. meg tudjuk gátolni a lizin-hiányos tüneteket. Munkánk során meghatároztuk a kenyérsütéshez felhasznált búzaliszt, a lizinnel dúsított illetve lizinmentes búzalisztból sült kenyér sütése folyamán kialakult Maillard-reakció termékek (hidroxi-metil-furfurol) mennyiségét, a lizintartalmat, és értékeltük az általunk előállított funkcionális élelmiszer, a lizines kenyér érzékszervi tulajdonságait.

Kulcsszavak: L-lizin, lizin kiegészítés, esszenciális aminosav, fehérje biológiai értéke, Maillard-reakció, aminosav analízis, nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia

1. BEVEZETÉS

Napjainkban növekszik az érdeklődés a gyógyhatású funkcionális élelmiszerek iránt, és egyre több cikk jelenik meg az étrenddel és az egészséggel kapcsolatban. Sok könyv, folyóirat és Interneten megtalálható információ jelent meg a funkcionális élelmiszerek hatásáról, és több televíziós műsor témája a betegségek meg-

előzése, kezelése (Wildman, 2007). A funkcionális élelmiszerek iparága – beleértve az ételeket, italokat és a kapcsolódó és támogató szektorokat – az utóbbi években az élelmiszeripar egyik legnagyobb növekedést produkáló ága lett. Ennek a nagymértékű növekedésnek a motorja nem csak az egészségtudatos vásárlók csoportja, hanem azok a népbetegségek is, amelyek civilizált életmódunkhoz köthetők (cukorbetegség, idegrendszeri, emésztőrendszeri érintő betegségek). Manapság még sokan szkeptikusak a funkcionális élelmiszerek jótékony hatásával kapcsolatban, mert hatásuk kifejtéséhez rendszeresen kell fogyasztani azokat, és a jótékony hatás hónapok, esetleg évek elteltével tapasztalható.

A fejlődő világ több országában a kis fehérjetartalmú növényi táplálék túlsúlya miatt gyakori fehérjehiánnyal lehet számolni. A fehérjehiány növekedésben való visszamaradáshoz, ödémák képződéséhez, valamint vérszegénységhez vezethet; amennyiben a fehérjehiány energiahiánnyal is párosul, az alultápláltság sok csecsemő és kisgyermek halálát is okozhatja. Az elmúlt évtizedek kutatásainak eredményeként ma már nem általában fehérjeszükségletről, hanem a nélkülözhetetlen aminosavak meghatározott mennyiségi igényéről beszélünk. Rájöttek arra is, hogy nemcsak a limitáló aminosavak hiányát kell pótolni, hanem törekedni kell az esszenciális aminosavak harmonikus arányára is, sőt figyelni kell arra, hogy az esszenciális és nem esszenciális aminosavak is optimális arányban forduljanak elő az élelmiszerekben.

Az aminosavak iparszerű termelésének beindulása után lehetőség van a limitáló aminosavak pótlására, aminek során a növekedés eléri az optimálishoz közeli értéket. Újabban az aminosav-szükségleti adatok mellett az optimális és minimális fehérjeszinteket is megadják. Elegendő fehérje birtokában az energiatöbblet elősegíti az energiaigényes fehérjeszintézist, növeli a tömeggyarapodást és javítja az értékesítést, valamint a fehérjehasznosítást (Csapó és Csapóné, 2007; Csapó és mtsai., 2007).

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A búzaliszt és búzaliszt alapú készítmények tápértékének növelése

Egy felnőtt ember fehérjeszükséglete az életkortól és a fizikai megterheléstől függően napi 80–110 g. Vegyes étrend esetében ez a fehérjemennyiség elegendő esszenciális aminosavat tartalmaz, egyoldalú étrend esetén azonban, még a kellő fehérjefogyasztás mellett is, *esszenciális aminosav-hiány léphet fel*. Egy felnőtt ember számára esszenciális aminosavak az izoleucin, a leucin, a lizin, a metionin, a fenil-alanin, a hisztidin, a triptofán, a valin és a treonin (Csapó és Csapóné, 2004).

Azokat a fehérjéket, amelyek az esszenciális aminosavakat kellő mennyiségben és megfelelő arányban tartalmazzák az ember számára, teljes értékű fehérjéknek nevezik. Ilyenek pl. a hús, a tojás és a tej fehérjéi. A növényi eredetű fehérjékből azonban a lizin, a metionin, a treonin és a triptofán kisebb-nagyobb mértékben hiányzik. Mivel a kevés teljes értékű fehérjét fogyasztók életműködéseiben rendellenességek léphetnek fel, ezért a túlnyomóan növényi eredetű élelmiszereket a hiányzó esszenciális aminosavakkal kiegészítik. A kiegészítésre leginkább a gabona alapú élelmiszerek esetén lenne szükség, mert a búza és a rozs fehérjéi kevés lizint, metionint és treonint tartalmaznak.

Európában főként a természetes fehérjeforrásokkal való kiegészítés terjedt el. Erre a célra leginkább a különböző szójakészítmények alkalmasak, mert a szójafehérje sok lizint és az átlagosnál több treonint tartalmaz. Hátránya viszont, hogy viszonylag alacsony a metionin tartalma. Elsősorban a búzalisztból készült termékeket szokták feljavítani, mely fehérje-kiegészítés eredményességét biológiai vagy kémiai módszerekkel lehet megítélni. Gyorsabb eredményeket a kémiai módszerekkel kaphatunk, amelynek során meghatározhatjuk a fehérje aminosav-összetételét, és az aminosav-összetételt hasonlíthatjuk a teljes értékű fehérjéhez olyan kémiai indexeket számolva, amelyek számszerűen tájékoztatnak a vizsgált élelmiszer-fehérje táplálkozási értékéről (Csapó és Csapóné 2006).

2.2. A liszt lizinnel való dúsítása

Az aminosavak mennyisége és aránya a búzában az emberi szervezet számára távol van az optimálistól, ezért a búzafehérje biológiai értéke a százaskálán 53 körüli. Mivel elsősorban a lizin aránya alacsony, a búzaliszt aminosav-dúsítására azok az anyagok alkalmasak, amelyekben a lizin aránya magas: burgonya (biológiai értéke 73) és szója (biológiai értéke 74-78).

Mivel napjainkban rendszeresen fogyasztunk gabonafélékből előállított élelmiszereket, már régóta foglalkoztak a lisztek dúsításával, ill. feljavításával nyomelemekkel (Se, Ca, Cu, Zn, Fe, P), vitaminokkal (B vitamin család, E vitamin) valamint fehérjékkel és aminosavakkal (triptofán, lizin, treonin).

Az L-lizin klinikai és dietetikai alkalmazásának kutatása 30-40 éves múltra tekint vissza. 1976-ban Titcomb és Juers szabadalmaztatott egy olyan kenyeret, amely a teljes értékű fehérjének megfelelő aminosav

összetétellel rendelkezett. Ebben a különböző fehérjepótlás mellett a liszthez L-lizin-hidrokloridot adagoltak, amely így 0,1-0,5% L-lizin-hidrokloridot tartalmazott. Mauron és mtsai. (1976) a lizin ϵ -aminoacil származékát adagolták a búzaliszthez, melyből a szervezetben a deacilezés során lizin keletkezik. A kiegyenlített aminosav-összetétel elérése céljából az acil-lizin mellett még 0,1% körüli mennyiségben L-lizin-hidrokloridot is adagoltak a liszthez. El-megged és Sands (1990) a kenyér tápértékének növelésére dolgoztak ki eljárást, melynek során egy lizint termelő tejsavbaktérium törzs liofilizált mintáját adják a kovászhoz, ezzel javítva az aminosav-összetételt.

A lizint átlagosan 0,2-0,5%-ban adagolták a lisztekhez a fehérjetartalom növelésének érdekében. Figueron és mtsai. (2003) 0,5% lizint adagoltak a liszthez, míg Muhammad és mtsai. (2012) 0,2-0,3%-ban való dúsításról számoltak be. Tajammal és mtsai. (2004) 0,5%-kal való dúsítás esetén jótékony hatást értek el a gyerekek fejlődésében, nők esetében a hemoglobinszint növekedett, míg férfiak esetében a transferrin szint emelkedését észlelték. Karcz (2004) szerint ahhoz, hogy a 0,5% lizinnel kiegészített kenyérből az ember napi lizin szükségletének 25%-át kielégítsük, 325 g/nap kenyér fogyasztása javasolt.

Wenhua és mtsai. (2004) kísérleteiben a 0,3%-ban lizennel javított lisztből készült kenyeret 3 hónapon át fogyasztották a kísérletben résztvevők. Megállapították, hogy a lizinnel dúsított kenyér fogyasztása pozitívan hat az immunrendszerre; a hemoglobinszint ugyan nem nő, de az IgA, IgB, IgE-re való hatása miatt a 0,3% lizin javítja az immunrendszer működését.

Több kutatás eredménye is alátámasztja a lisztek lizinnel való dúsításának jótékony hatását: Anton és mtsai. (2008) a babliszt kiegészítés hatását vizsgálták tortilla esetében, Mora-Avile's és mtsai. (2007) ugyancsak babkiegészítést végeztek a tortillánál, Tyagi és mtsai. (2007) a mustárliszt hatását vizsgálták a kétszersültnél, Lindenmeier és Hofmann (2004) pedig egy lizinszármazék hatását vizsgálta a sütési tulajdonságokra.

2.3. A lizin élettani hatása

Régóta ismert, hogy az L-lizin, a fehérjéinket felépítő esszenciális aminosav, hiányában a táplálékkal bevitt kalcium nem tud beépülni a csontokba, és számos fehérje szintézise gátolt. Az L-lizinnel alapvető szerepe van a csontok és a bőr szerves állományát alkotó kollagén képzésében, és emellett immunrendszert erősítő és vírusellenes hatását is igazolták. A csontanyagcserével és az osteoporózis megelőzésével kapcsolatban a szakirodalomban a táplálkozási tényezők közül hosszú időn keresztül a kalcium, a foszfor és a D-vitamin-fogyasztás kapta a legnagyobb figyelmet, bár a C-vitaminnak és a lizinnel is alapvető szerepe van a csontok szerves állományát alkotó kollagén képzésében. A C-vitamin egyrészt a D-vitamin aktiválásában vesz részt, másrészt a csont kollagén állományának felépítésében részt vevő lizint alakítja át a prokollagén létrehozására alkalmas formává. A kutatási eredmények alátámasztják, hogy a C-vitamin mellett az L-lizin is jelentősen hozzájárul az egészséges csontozat kialakulásához (Civitelli és mtsai., 1992).

A lizin és a C-vitamin érrendszerre és a szívkoszorúér betegségekre kifejtett jótékony hatásáról Pauling (1991) számolt be. Rath (2001) kidolgozott egy olyan készítményt, amely az extracelluláris mátrix károsodásával kapcsolatos betegségek (atherosclerosis, rák, fertőzés vagy más gyulladós megbetegedések) kezelésére alkalmas. A készítmény lizint, prolint, aszkorbátot, ezek származékait és szintetikus analógjait, továbbá vitaminokat, provitaminokat és nyomelemeket tartalmazott. Az L-lizin és a különböző szénhidrátok reakcióit vizsgálva Kitts és Hu (2005) kimutatta, hogy a Maillard-reakcióban keletkező reakciótermékek jelentős antioxidáns aktivitással rendelkeznek.

Összefoglalva elmondható, hogy L-lizin bevitele a szervezetbe, bármilyen formában is történjen, javítja a lizinhiányos fehérjék biológiai értékét, hozzájárul a fiatal szervezet optimális fejlődéséhez, és a sok egyéb terápiás hatás mellett eredményesen alkalmazható a herpesz vírus elleni küzdelemben.

2.4. A lizin szerepe a Maillard-reakció termékek kialakításában

A monoszacharidok, általában a redukáló szénhidrátok, szabad amino csoporttal, megfelelő körülmények között reagálnak egymással, mely reakció során aromakomponensek és barna színű pigmentek, melanoidinek keletkeznek. Ez a folyamat a Maillard-reakció. A lizintartalmú sütőipari termékek előállításánál, mivel a lizin ϵ -amino csoportja rendkívül érzékeny a Maillard-reakcióra, a nem enzimes barnulási reakció során, megfelelő hőmérsékletet alkalmazva, antioxidánsok és szín- valamint ízanyagok keletkeznek, melyek hozzájárulnak az egészségvédő hatáshoz (Csapó és mtsai, 2006).

Az alapanyagok összetételének tervezésénél figyelembe kell venni a Lys/Arg arányt és azt, hogy egy százaléknál kevesebb lizint a terápiás hatás elmaradása miatt nem célszerű alkalmazni, míg az 5%-nál nagyobb mennyiségű L-lizin, előkísérleteink alapján, jelentősen ronthatja a termék élvezeti értékét, hisz a nagy mennyiségű Maillard reakciótermék nem kívánt íz- és színhatással jelentkezhet (Csapó és Csapóné, 2006, 2007).

3. A KUTATÁS CÉLJA

Kutatásunk célja egy olyan funkcionális élelmiszer, lizinnel dúsított kenyér előállítás, amely segít a herpes simplex vírus által kiváltott tünetek kezelésében, és előnyös hatású a csontritkulás és a keringési rendszeri betegségek kezelésében is. Elképzelésünk szerint a búzaliszthez megfelelő mennyiségben, korábbi munkáink és előzetes becsléseink szerint 0,5-2%, L-lizint keverve egyrészt növelni a tudjuk az esszenciális, és a búzaliszt esetében a limitáló aminosav mennyiségét, növeljük a búzafehérje biológiai értékét, és a biológiai érték növelésénél nagyobb mennyiségben adagolva olyan funkcionális, egészségvédő ill. egészségmegőrző terméket tudunk előállítani, melyet fel tudjuk számolni a herpesz vírus okozta kártételeket az emberi szervezetben.

Reményeink szerint a kenyérsütés során előállított vegyületek, az L-lizin maradékával együtt, a herpes simplex vírus szaporodását hatékonyan gátolják, és számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek a kiemelkedően nagy lizin/arginin arány miatt, ami értékes funkcionális élelmiszerré teszi a megnövelt lizintartalmú lisztből készült kenyeret. Mivel a kenyér sütése során a kenyérbél hőmérséklete a 100 °C-ot nem haladja meg, bízunk benne, hogy a kenyér belsejében a lizintartalom gyakorlatilag változatlanul megmarad, míg a kenyér héjában és közvetlenül az alatt jelentős mennyiségben átalakul szín- és ízanyagokká (Maillard-reakció), valamint antioxidánsokká.

Összefoglalva, az általunk alkalmazott megoldás lényege az, hogy a teljes értékű aminosav-összetételhez képest jelentősen megváltoztatjuk a lizin arányt, ami által olyan terápiás hatást érünk el, mellyel gyógyítani, illetve megakadályozni tudjuk a herpeszt, és más egyéb hasznos tulajdonságok is kialakulnak. A lizin/arginin arány jelentős megváltoztatása miatt 0,5-2% mennyiségben terveztük adagolni a lizint a búzaliszthez, melynek során egy magas biológiai értékű funkcionális élelmiszert kapunk, amelynek egészségvédő, ill. egészségmegőrző hatása is van. Ebben a közleményben a lizines kenyérről kapcsolatos kutatásaink eredményeiről, következő közleményeinkben pedig a megnövelt lizintartalmú keksz előállításáról, a lizin felszívódásának vizsgálatáról, annak herpesz ellenes hatásáról számolunk be.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A kenyér alapanyagok összeállítása és a sütés

Az alapanyagok összetételének tervezésénél figyelembe kell venni a késztermék lizin tartalmát, ill. a Lys/Arg arányt a késztermékben. 0,5%-nál kevesebb lizint a terápiás hatás elmaradása miatt nem célszerű alkalmazni, míg az 2%-nál nagyobb mennyiségű L-lizin, előkísérleteink alapján, jelentősen ronthatja a termék élvezeti értékét, hisz a nagy mennyiségű Maillard reakciótermék nem kívánt íz- és színhatással jelentkezhet.

Az alapkeverék összetétele megegyezik a lizint nem tartalmazó, hasonló termék összetételével, az L-lizint pedig L-lizin-hidroklorid formában, szilárd, porszerű állapotban kevertük a liszthez, majd ezt a kenyérsütési technológia előírásai szerint összedolgoztuk a többi összetevővel és a vízzel. Az optimális lizin mennyiség megállapítása céljából a lizint 0,5; 1; 1,5 és 2% koncentrációban kevertük a búzaliszthez, és vizsgáltuk az így kapott kenyerek mindazon tulajdonságait, melyeket a kenyerek minősítése során a gyakorlatban alkalmaznak.

A fehér kenyér sütése során az általános alapelveket követve a következő alapanyagokat használtuk fel: víz 205 ml, olaj 20 g, só 15 g, sovány tejpor 20 g, liszt 350 g, szárított élesztő 10 g. A tésztát a kívánt termék jellegétől függően kelesztettük, formáztuk, ízesítettük, majd a tanszékünkön működő automata kenyérsütő berendezésben 210±10 °C sütési hőmérsékleten megsütöttük. Az előzetes eredmények birtokában szükség szerint változtathatjuk a sütési hőmérsékletet és időt annak megfelelően, hogy nagyobb lizin, vagy nagyobb antioxidáns tartalmú kenyeret akarunk előállítani.

4.2. Analitikai vizsgálatok

4.2.1. Az összfehérje és a lizintartalom meghatározása

A kapott kenyerek összfehérje-tartalmát a Kjeldahl-módszer elvén működő Velp Scientifica UDK 159 berendezéssel határoztuk meg. A lizin mennyiségének mérésére nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás módszert alkalmaztunk orto-ftáldialdehid (OPA)-2-merkaptó-etanol oszlop előtti származékképzéssel. Készülék: Varian Pro Star, detektálás fluoreszcenciás módszerrel ($\lambda_{ex}=340$ nm, $\lambda_{em}=455$ nm). Oszlop: Pursuit C18 5 μ m, 250x4,6 mm. Gradiens elúció: A: 100 mmol/l acetát puffer (pH=6,95) 925 ml, metanol 50 ml, tetrahidrofurán 25 ml, B: metanol 975 ml, tetrahidrofurán 25 ml. Áramlási sebesség: 0,8 ml/perc. Az analízishez alkalmazott gradiens program: 0-8 perc: A komponens 100%, B komponense 0%, 8-11: 90-10, 11-16: 75-25, 16-20: 60-40, 20-24: 60-40, 24-27: 40-60, 27-32: 0-100, 32-33: 0-100, 33-47: 100-0. Az alkalmazott körülmények között a lizin jól elvált a többi aminosavtól, a mennyiségi meghatározást semmiféle körülmény nem zavarta.

4.2.2. A HMF meghatározása

A Maillard-reakció termékek mennyiségének becslésére nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával elvégeztük a kenyér hidroximetil-furfurol (HMF) koncentrációjának meghatározását. A HMF méréséhez különböző kenyérből vett mintákat elektromos malmon 0,75 mm szita méretűre daráltuk, és mindegyikből 1 g-nyi mennyiséget mértünk be, ehhez 9 ml ioncserélt vizet adtunk, majd 3 percig kevertettük kémcső-vortex segítségével. Ezután a zavaró anyagok eltávolítása érdekében 0,5 ml Carrez I és Carrez II oldatot adagoltunk a kivonatunkhoz, majd 10 percig centrifugáltuk 5000 rpm-en. A felülúszót leszedtük, 0,45 µm-es szűrőfejekre átszűrtük, és a kapott oldatból 20 µl-t injektáltunk a Varian Pro Star HPLC készülékünkbe. A HMF mérésére izokratikus módszert alkalmaztunk, ahol a mozgó fázis 5%-os metanol-ecetsav 20:80% arányú elegye, az állófázis Pursuit C18-as oszlop (250x45 mm), az áramlási sebesség 1 ml/perc volt, az UV detektálást pedig 285 nm hullámhosszon végeztük.

4.3. Érzékszervi vizsgálat

A kenyereket érzékszervi vizsgálatoknak vetettük alá az alábbi kritériumok szerinti kérdőívet összeállítva:

1. Alak: kenyértípusra jellemző, szabályos, arányosan domború, ne legyen torz alakú.
2. Hég: a kenyértípusra jellemző színű, fényes, sima vagy cserepes, esetleg szórt vagy vágott, ne legyen végigrepedt, kormos, szennyezett, égett, ázott, sérült.
3. Bélzet: átsült, a héjtól nem elváló, a liszt jellegének megfelelő egyenletes színű, rugalmas, csomómentes. Ne legyen szalonnás, ragacsos, morzsálódó, széteső, ne tartalmazzon idegen anyagokat és ne legyen mikroorganizmusok által károsított.
4. Íz és illat: kenyértípusra jellemző aromájú, ne legyen idegen ízű és szagú (Codex Alimentarius, 2004).

A kontroll kenyeret és a lizinnel dúsított kenyereket kihűlés után 20 megkérdezett személy által alak- és héjvizsgálatnak vetettük alá. A továbbiakban 20-25 g-os szeleteket készítettünk elő, mely bél és héj részt is tartalmazott. Ez alapján minősítették és hasonlították össze a kenyereket a bélzet, az íz és az illat szempontjából. Az öt tulajdonság mindegyikére 5 pont volt adható, melyek elbírálásakor súlyozó faktort alkalmaztunk. A faktorok összege négy volt, így az öt tulajdonságcsoporthoz elérhető legmagasabb pontszáma 20 pont. A tulajdonságok súlyozó faktorai az alábbiak voltak: alak 0,6; héj 0,6; bélzet 1,4; illat 0,4; íz 1,0.

Az érzékszervi vizsgálatok a még fel nem vágott termék megvizsgálásával kezdődtek. Megállapítottuk az alaktani tulajdonságokat, hogy a térfogat a termék tömegével arányosnak látszik-e. A héjra jellemző tulajdonságok a felületi jellemzőkre, színre, héj fényére, szerkezetére, állományára terjedtek ki. A héj vastagságát a felvágott terméken kell vizsgálni, ezen kívül meg kell állapítani azt is, hogy a bélzet összefüggő-e? A bélzet tulajdonságait a frissen felvágott terméken kell elvégezni, meg kell állapítani, hogy a szín a termék jellegének megfelel-e, és hogy kellően egyenletes-e. A bélzet szerkezetét tapintással is meg kell vizsgálni olyan szeleten, melyet a termék közepéből vágunk ki. A lágyság illetve merevség megállapításakor a szeletet enyhébben, majd erőteljesebben össze kell nyomni. A rugalmasságot hasonló módon vizsgáljuk. A ragacsosság illetve a morzsolódás megállapításakor ujjunkkal a szelet felületét végigsimítjuk, megfigyeljük, hogy közben mennyi morzsa keletkezett. A ragacsosságot a tapadás mértékéből állapítjuk meg.

Az illat vizsgálatát úgy hajtották végre, hogy a félbevágott késztermék metszési felületét néhányszor összenyomták, és közben megszagolták a belsejéből származó illó anyagokat. Az íz vizsgálatok elsősorban azt kell megállapítani, hogy az íz megfelel-e a termék jellegének. Meg kell állapítani, hogy a termékre jellemző íz mellett észlelhető-e: idegen, túlságosan sós/sótlan vagy édes íz, túlságosan savanyú/keserű-e, rágás során érzékelünk-e a termékre nem jellemző idegen anyagot. Az ízleléssel egyidőben az állományt is észleljük, ezért ezzel a módszerrel nemcsak a bélzet, hanem a héj tulajdonságait is meg lehet állapítani.

4.4. Az adatok statisztikai értékelése

Az adatok statisztikai értékelését a Microsoft Excel 2010 programcsomaggal, egytényezős variancia analízissel végeztük.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

5.1. A kenyér összesfehérje-tartalma

Az összesfehérje-tartalom meghatározásához a különböző kenyérből vett mintákat elektromos malmon 0,75 mm szita méretűre daráltuk, és mindegyikből 2 g-ot roncsolunk el. A roncsolást is és az ammónia desztillálását is háromszor ismételtük. A kontroll kenyér fehérjetartalmát $8,86 \pm 0,18\%$ -nak, a 0,5% lizin tartalmú

lisztből készült kenyér fehérjetartalmát $9,20 \pm 0,065\%$ -nak, az 1% lizin tartalmú lisztből készült kenyér fehérjetartalmát $9,24 \pm 0,038\%$ -nak, az 1,5% lizin tartalmú lisztből készült kenyér fehérjetartalmát $9,67 \pm 0,037$, a 2% lizin tartalmú lisztből készült kenyér fehérjetartalmát pedig $10,14 \pm 0,023\%$ -nak mértük.

Egytényezős variancia analízissel bizonyítottuk, hogy a hozzáadott lizinnek köszönhetően a kontroll kenyér összesfehérje tartalma szignifikánsan nő, de a növekedés nem olyan mértékű, mint ahogy a hozzáadott lizin mennyiségéből várni lehetne, amit a lizin némi bomlásával, és a megnövekedett Maillard-reakció termékek kialakulásával tudunk magyarázni.

5.2. A kenyér lizintartalma

A lizintartalom meghatározásához a kenyér fehérjét 6M-os HCl-val, $110\text{ }^\circ\text{C}$ -on 24 órán át hidrolizáltuk, majd a hidrolizátumból, megfelelő hígítás és származékképzés után $20\ \mu\text{l}$ -t injektáltunk a nagyhatékonyságú folyadékkromatográfba. Liszt lizintartalmát $0,32 \pm 0,05$, a kontroll kenyérét $0,38 \pm 0,06$, a 0,5% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyérét $0,48 \pm 0,12$, az 1% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyérét $0,67 \pm 0,14$, az 1,5% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyérét $0,95 \pm 0,13$, a 2% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyérét pedig $1,11 \pm 0,13\%$ -nak mértük. Egytényezős variancia analízissel elemezve a különbségek szignifikánsak.

Az adalékanyagok hatására a liszt lizintartalma $0,32\%$ -ról $0,38\%$ -ra nőtt. A hozzáadott lizin hatására természetesen növekedett a kenyér lizin tartalma, bár bizonyos veszteség megfigyelhető. A lizinvesztés a kenyérsütés során a kenyér belében, de főként a héjában lejátszódó lizin átalakulással (Maillard-reakció) magyarázható. Ez a veszteség főként a 2% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyér esetén nagyon szembetűnő, itt a vártól jóval kevesebb lizint mértünk.

5.3. A hidroximetil-furfurol mennyisége

A kontroll kenyér HMF-tartalmát $2,01 \pm 0,05\ \text{mg/kg}$ -nak, a 0,5% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyérét $3,25 \pm 0,12\ \text{mg/kg}$ -nak, az 1% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyérét $4,82 \pm 0,07\ \text{mg/kg}$ -nak, az 1,5% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyér $5,30 \pm 0,15\ \text{mg/kg}$ -nak, míg a 2% lizin tartalmú búzalisztből készült kenyérét $48,02 \pm 0,22\ \text{mg/kg}$ -nak mértük. Egytényezős variancia analízissel elemezve az adatokat a különbségek ugyan szignifikánsak, tehát a hozzáadott lizin hatására nőtt a hidroximetil-furfurol tartalom a kenyerekben, de mennyisége csak a 2% lizintartalomnál lett igazán számottevő.

5.4. Az érzékszervi vizsgálat eredményei

Az érzékszervi vizsgálatok eredményeit az 1. táblázat tartalmazza

1. táblázat. *A kenyerek pontozásának számtani középáránya*

<i>Kenyértípusok</i> <i>Az értékelt tulajdonságok</i>	<i>Kontroll kenyér</i>	<i>0,5% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>	<i>1% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>	<i>1,5% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>	<i>2% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>
<i>Alak</i>	4,2	4,6	4,0	5,0	3,2
<i>Héj</i>	4,2	4,4	3,8	4,6	3,7
<i>Bél</i>	3,6	3,2	4,2	4,8	4,5
<i>Illat</i>	3,0	4,7	4,2	4,9	3,1
<i>Íz</i>	4,7	4,7	4,9	5,0	1,0

Ami az alakot illeti, a kontroll kenyér és a 0,5-1,5% lizint tartalmazó kenyér között alig kaptunk különbséget, hisz a pontszám 4,0 és 5,0 között változott. Meglepő volt, hogy az 1,5% lizintartalmú kenyér pontszáma 5,0-ról még plusz 0,5% lizinkiegészítés hatására 3,2-re csökkent. Hasonló volt a tendencia a héj esetében is, bár itt a különbségek jóval kisebbek voltak. Nem találtunk ilyen összefüggést a bélzet esetében, sőt úgy tűnik, hogy a lizinkiegészítés még a 2% lizintartalmú lisztnél is javítja a bélzet állapotát a kontrollhoz képest. Az illatra sem volt a lizinkiegészítésnek lényegesen rontó hatása, sőt a 0,5-1,5% lizinkiegészítésű kenyereknél lényegesen magasabb volt a pontszám a kontroll, vagy a 2,0% lizinkiegészítést kapott kenyerekhez képest.

A vizsgált tulajdonságok tekintetében az íz esetében kaptuk a legmeglepőbb eredményeket. Úgy tűnik, hogy 1,5%-os lizinkiegészítésig a kenyér íze gyakorlatilag nem változik, sőt az 1,5%-os kiegészítésnél kaptuk a legnagyobb pontszámot, a 2,0%-os kiegészítés esetében azonban az átlagosan 4,8-as pontszám 1,0-ra csökken, a kenyér keserűvé, ezért élvezhetetlenné vált.

A súlyzófaktorokkal besorozva a kenyerek 1. táblázatban lévő pontszámait, az alábbi értékeket kaptuk:

<i>Kenyértípusok</i>	<i>Kontroll kenyér</i>	<i>0,5% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>	<i>1% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>	<i>1,5% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>	<i>2% lizin tartalmú lisztből készült kenyér</i>
<i>Elért pontszám</i>	15,98	16,46	17,14	19,44	12,68

A pontszámokat a súlyzófaktorokkal besorozva hasonló következtetésre jutottunk. 0,5% lizinkiegészítés hatására a kontroll kenyér 15,98-as pontszáma 16,46-ra, 1% lizinkiegészítés hatására 17,14-re, 1,5% lizinkiegészítés hatására 19,44-re nőtt, míg 2% lizinkiegészítés hatására, köszönhetően a nagyon alacsony íz pontszámának, 12,68-ra csökkent. A 2. táblázat adataiból látszik, hogy a legmagasabb pontszámot az 1,5% lizin tartalmú lisztből készült kenyér érte el, tehát levonhatjuk azt a következtetést, hogy ez a kenyértípus rendelkezik a legkedvezőbb érzékszervi tulajdonságokkal. A 2% lizin tartalmú lisztből készült kenyér kapta a legalacsonyabb pontszámot, mivel itt már erőteljes keserű íz volt észlelhető. Ennek a kenyérnek a héja jóval sötétebb is volt mint a többi kenyéré, illetve az illata is csak 3,1 pontszámot kapott. Az érzékszervi vizsgálat eredményei szerint az 1,5%-ban hozzáadott lizin növeli a kenyér élvezeti tulajdonságait, vagyis ízét és színét, de a kenyér bélzetének kialakulására is jó hatással van.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

Az érzékszervi vizsgálat elvégzése után arra a következtetésre jutottunk, hogy a búzalisztet 0,5-1,5%-ban lizinnel dúsítva az érzékszervi tulajdonságok vagy javultak vagy nem változtak a kontroll kenyérhez viszonyítva, 1,5%-nál nagyobb arányban viszont a kenyeret nem lehet lizinnel dúsítani, mivel a Maillard-reakció termékek koncentrációja nő, és ez a kenyér ízét nagyobb koncentrációnál rossz irányba befolyásolja. Az íz enyhén a kenyér héja sokkal sötétebbé válik, ami nemkívánatos a vásárló számára. A 2% lizinnel dúsított lisztből készült kenyér hidroximetil-furfurol tartalma jóval magasabb az alacsonyabb lizintartalmú kenyerek hidroximetil-furfurol tartalmánál, így ennek tulajdonítjuk az erőteljes keserű íz megjelenését.

A munkánk következő lépése lesz vizsgálni, hogy a hozzáadott lizinből mennyi hasznosul, hogyan alakul a lizin/arginin arány az így kapott kenyerekben, illetve vizsgálni, hogy ilyen koncentrációban vált-e ki terápiás hatást a lizin. A szakirodalomban talált leírásoknál nem vizsgáltak 0,6%-nál nagyobb koncentrációban hozzáadott lizintartalommal rendelkező lisztből készült kenyereket, így az eredményeinket a szakirodalmi adatokkal nem tudtuk összevetni. Az 1,5 %-ban, illetve ennél kisebb koncentrációban hozzáadott lizin növeli a kenyér élvezeti tulajdonságait, és egy kiegyensúlyozott aminosav-összetételű, magasabb biológiai értékű funkcionális élelmiszert kapunk, melynek terápiás hatása is lehet.

Köszönetnyilvánítás: A szerzők hálás köszönetüket fejezik ki a Sapientia Alapítvány – Kutatási Programok Intézete anyagi támogatásáért.

IRODALMI JEGYZÉK

- [1] Anton, A.A. – Ross, K.A. – Lukow, O.M. – Fulcher, R.G. – Arntfield, S.D.: Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas. *Food Chemistry*, 2008. 109. 33-41.
- [2] Civitelli, R. – Villareal, D.T. – Agneusdei, D.: Dietary L-lysine and calcium metabolism in humans. *Nutrition*. 1992. 8. 400-404.
- [3] Csapó J. – Csapóné Kiss Zs.: Élelmiszer- és takarmányfehérjék minősítése. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest, 2006. (Társ-szerzők: Babinszky L., Győri Z., Simonné Sarkadi L., Schmidt J.). 1-451.
- [4] Csapó J. – Csapóné Kiss Zs.: Élelmiszerkémia. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest, 2004. 1-492.
- [5] Csapó J. – Csapóné Kiss Zs.: Biokémia – állattenyésztőknek. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest, 2007. 1-378.
- [6] Csapó J. – Csapóné Kiss Zs. – Albert Cs. – Salamon Sz.: Élelmiszerfehérjék minősítése. *Scientia Kiadó*, Kolozsvár, 2007. 1-506.

- [7] El-Megeed, M.E.A. – Sands; D.C.: Methods and compositions for improving the nutritive value of foods. *United States Patent* 4897 350. January 30. 1990.
- [8] Figueron, J. – Aeero, G. – Vasco, M. – Guzman, A.L. – Flores, M. Nutritional quality of nistamal tortillas fortified with vitamins and soy proteins, *International J. Food Sci. and Nutr.*, 2003. 54: 189-200.
- [9] Karcz S.: Food and nutritional bulletin, Boston, 2004.
- [10] Kitts, D.D. – Hu, C.: Biological and chemical assessment of antioxidant activity of sugar-lysine model Maillard reaction products. *Ann. NY Acad Sci.*, 2005. 1043. 501-512.
- [11] Lindenmeier, M., – Hofmann, T.: Influence of baking conditions and precursor supplementation on the amounts of the antioxidant pronyl-L-lysine in bakery products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004. 52. 350-354.
- [12] Mauron, J. – Finot, P.A. – Mottu, F.: Process for fortifying foodstuffs with pro-lysines. *United States Patent* 3 993 795. November 23. 1976.
- [13] Mora-Avile's, A. – Lemus-Flores, B. – Miranda-Lopez, R. – Hernandez-Lopez, D. – Pons-Hernandez, J.L. – Acosta-Gallegos, J.A.: Effects of common bean enrichment on nutritional quality of tortillas produced from nixtamalized regular and quality protein maize flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2007. 87. 880-886.
- [14] Muhammad, H.A. – Taha, R. – Khalil, E. – Inteaz, A. – Ali, A. – Nather, M. – Mohammad, N.: Effects of barley flour and barley protein isolate on chemical, functional, nutritional and biological properties of Pita bread, *Food Hydrocolloids*. 2012. 26. 135–143.
- [15] Pauling, L.: Case report: Lysine/ascorbate-related amelioration of angina pectoris. *J. Orthomolecular Med.*, 1991. 6. 44-146.
- [16] Wildman, R.E.C.: Nutraceuticals and Functional Foods, *Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York*. 2007.
- [17] Rath, M. (2001): Aszkorbátot és lizint tartalmazó szinergetikus készítmények extracelluláris mátrixdegeneráció ellen. *P 0100188*. 2001. 01. 16.
- [18] Tajammal, H. – Shaid, A. – Mushtaq, A.K. – Nevin S.S.: Lysine fortification of wheat flour improves selected indices of the nutritional status of predominantly cereal-eating families in Pakistan, *Food Nutr Buletin*. 2004. 25. 2. 114-122.
- [19] Titcomb, S.T. – Juers, A.A.: Composition for preparing a high complete protein wheat bread. *United States Patent* 3 995 065. November 30. 1976.
- [20] Tyagi, S.K. – Manikantan, M.R. – Oberoi, H.S. – Kaur, G.: Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. *Journal of Food Engineering*, 2007. 80. 1043-1050.
- [21] Wenhua, Z. – Fengying, Z. – Ding, Z. – Yunqing, A. – Ying, L. – Yuna, H. – Keyou, G. – Nevin, S.S.: Lysine-fortified wheat flour improves the nutritional and immunological status of wheat-eating families in Northern China. *Food and Nutrition Bulletin*, 2004. 25. 2.

Víztöltetes falakkal szerelt ház

House with Water Walls

Case construite cu panouri umplute cu apă

Dr. KONTRA Jenő, Dr. MAGYAR Zoltán, Dr. VÁRFALVI János, GUTAI Mátyás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
www egt.bme.hu

ABSTRACT

One of these attempts started from the Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Architecture as an experiment leading to a specific construction technology. Experiments with prefabricated non-silicate-based assembled metal frames – like elements of car chassis – were carried out. They can be organized into modular buildings that can be quickly assembled on site. The first test water house has been built and completed in Kecskemét.

ÖSSZEFOGLALÓ

A kutatás a BME Építészmérnöki Karán egy különleges szerkezeti technológia vizsgálatával kezdődött. A vizsgálatot és a méréseket előregyártott nem szilikát alapanyagú összeszerelt fémkereteken végeztük el. E moduláris szerkezet gyorsan és hatékonyan összeállítható a helyszínen. Az első vízház prototípust Kecskeméten szerkesztettük és állítottuk össze.

A BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszéke és a Tokiói Egyetem kijelölt tanszékén, a YASHIRO Laboratórium munkatársai 2015-ben kutatási szerződést kötöttek egy újfajta épület modell megalkotására. A kutatás előzménye volt, hogy Gutai Mátyás építész, a BME volt hallgatója megalkotta az első, vízzel töltött üvegfal-panellel összeállított ún. vízház-konceptiót. Magyarországon már 2013-ban összeállította az első vízházat, amit Kecskeméten összeraktak. Ez a folyadékkal töltött, kettős üvegezésű panel egy egyedülálló próbálkozás, amelynek célja, hogy egy későbbi sorozatgyártással olyan épületszerkezeti rendszer jövhessen létre, ahol hőszigetelés nélkül, egy sajátos energiaháztartással üzemeltethető külső falszerkezetben vízáramlással biztosítható a megkívánt belső klíma. Amíg a hagyományos épületeknél télen fűtéssel energia bevitel, nyáron hűtéssel szintén energia ráfordítást jelent költségeket, addig ebben az épületben a hőháztartás másképpen működik. Nyáron, a főleg napsugárzásból eredő hőtöbbletet a falban áramló víz elnyeli és külső tárolóba szállítja. Télen ez a hő tér vissza az épületbe a tárolóból. A tároló lehet a talaj megadott mélységében lévő geotermális tároló is. Ennek mélysége az adott helyen lévő geotermális gradiensnek megfelelő mélység. Itt jelentős különbség van a magyarországi és a japán – adott fűszigeteken lévő – geotermális adottságok között. A legnagyobb geotermális gradiens Kiusu szigetén van. Itt újdonság, hogy nem a hagyományos fal hőszigetelésekben kell gondolkodni, hanem egy szerelt, előregyártott panel rendszer összerakása adja az építési technológiát, az összeszerelést.

A FOLYADÉKPANEL MŰKÖDÉSÉNEK ELMÉLETI ALAPJAI ÉS GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁSA

Az épület beépített tömegeinek, illetve abból számítható időállódnak jelentős szerepe van a belső terek épületfizikai működésében. Ilyenek pl. az alábbiakban említett esetek.

A belső térben keletkező hőnyereségek az időállódnától függően:

- szakaszos fűtési üzem megtakarítása elsősorban a tér időállódnójától függ,
- a belső terekben keletkező hőmérsékletlengések mértékét a tér hő-stabilitása határozza meg, amely a beépített tömegektől függ,

- a külső térből érkező hőmérséklet-hullám csillapodása a szerkezet hőinercia mutatójával hozható kapcsolatba, amely tömegfüggő,
- a ritkán fűtött helyiségek fűtési teljesítménye is inkább függ a tömegek felfűtéséhez szükséges hőteljesítménytől, mint a „klasszikus” transzmissziós hőáramtól.

Amennyiben az üvegszerkezetek tömegét szeretnénk növelni, pontosabban csak vízértékét (a tömeg és fajhő szorzatát), akkor olyan folyadékkal kell megölteni, amely

- átlátszó,
- nagy a fajhője,
- kevés oldott sót tartalmaz,
- nem algásodik.

Ilyen követelményeknek megfelel a víz. Az üvegszerkezetek felépítéséből adódik a két üvegréteg közötti légtér feltöltésének a lehetősége.

Az így kialakított szerkezet hőkapacitása jelentősen megnő, azonban a hőszigetelési teljesítményét a víz miatt elveszítette. Ezen változás kompenzálására nyilván egy újabb üvegréteget kell a rendszerbe építeni, amely hagyományos módon (Lowe bevonattal) látja el a hőszigetelés funkciót.

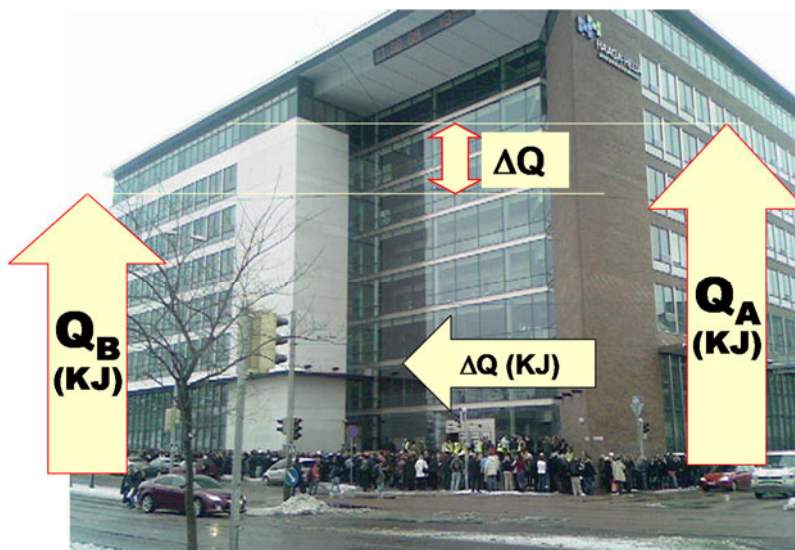
Amennyiben az így kialakított különböző tájolású szerkezetek folyadékáramát egymással összekötve a szivattyúzással megteremtjük az egyes szerkezetek közötti tömegcserét, az egyes szerkezeti rendszerek hőtartalmának kiegyenlítése végezhető el.

Természetesen a vízház „alap gondolata” kiegészíthető, pl:

- nemcsak a falakban, hanem a födémekben (padlásban) is lehet folyadékot áramoltatni,
- nem szükséges teljesen az üveg-szerkezetekből az épületet összeállítani, lehetnek tömör határoló szerkezetei is, amelyek összekapcsolása a folyadék tömegét, a mindenkori építési funkcionális szempontok határozzák meg,
- az épület szerkezeti vízrendszere más vízrendszerekkel (tárolókkal) is összekapcsolható,
- a szerkezeti vízrendszer más hőtartalmú rendszerekkel (pl. talaj) is kapcsolatba hozható. Ezzel az alaprendszer mind hőérzeti, mind energetikai vonatkozásban működését tekintve kiterjeszhető.

A „vízház” gyakorlati megvalósítása mind építészeti, mind szerkezeti, illetve épületfizikai vonatkozásban számos kérdéskör tisztázását, kidolgozását követeli meg. Tekintettel arra, hogy nincsenek gyakorlati tapasztalatok, valamennyi feladatot célszerű az egyszerű kísérleteken keresztül kidolgozni.

A vízház egyik „energetikai gondolata” az 1. ábrán látható épületen van megjelenítve. Az ábrán látható, hogy a különböző homlokzatok mögött lévő terekben, illetve azokat körülvevő tömegekben különböző hőtartalommal rendelkeznek. A kiegyenlítés céljából a folyadék mozgását kell elvégezni.



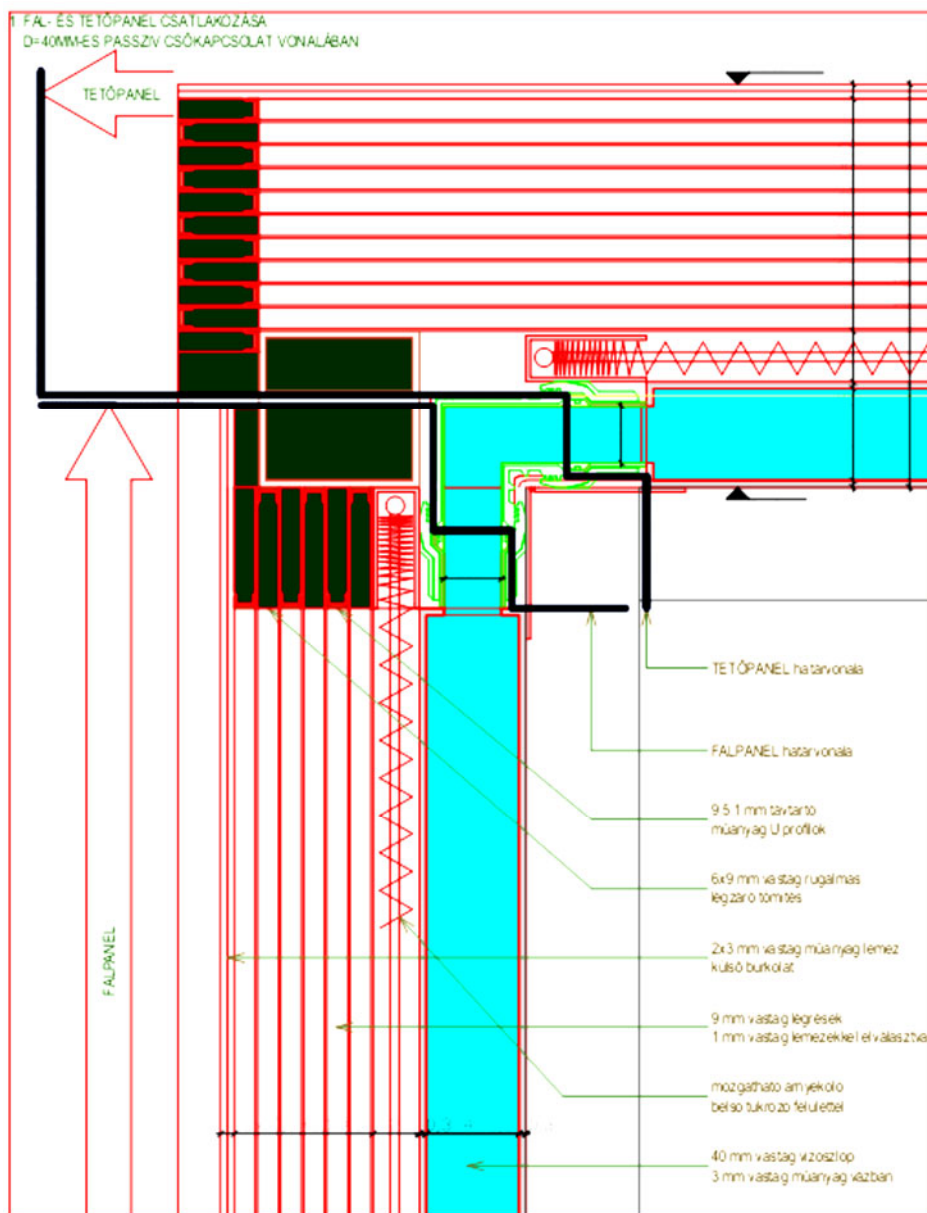
1. ábra

Vízház energetikai összefüggése

Az első panel alapkonceptióját mutatja a 2. ábra, ezen koncepció látványtervét az 3. ábra tartalmazza.



2. ábra
A hidraulikai méretezés menete



3. ábra
Kialakítási módok

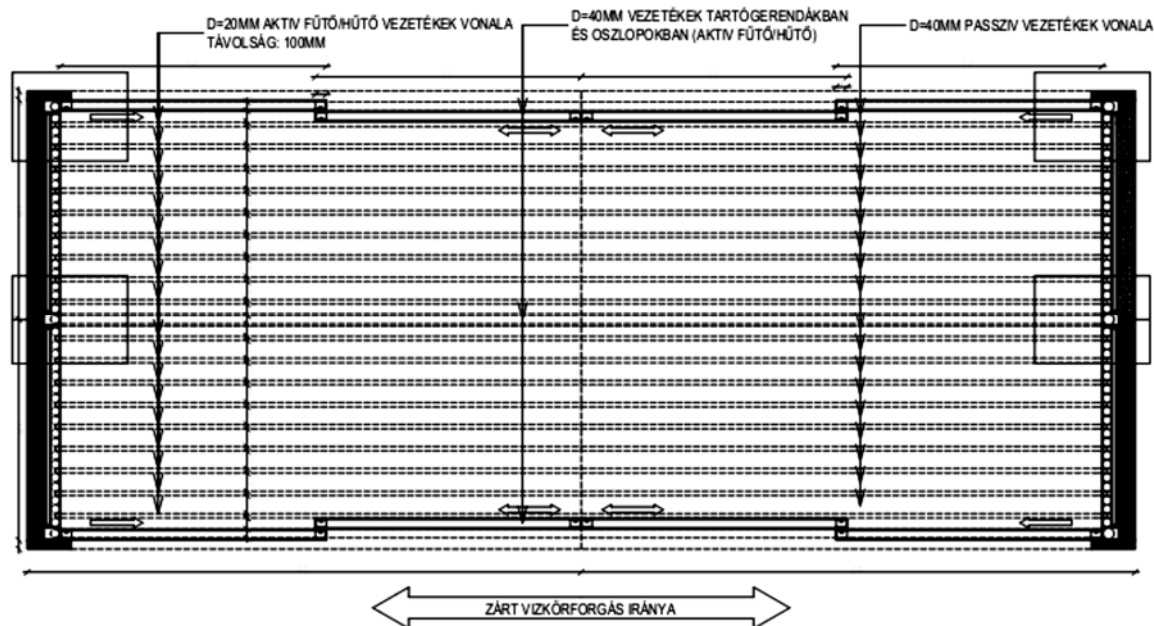
- A panel elem épületfizikai értékelésének eredményei az alábbiak szerint foglalhatók össze:
- nagyon bonyolult előállítani, a fizikai teljesítmény-jellemzők biztosításának nagy a kockázata,
 - a hőszigetelő-réteg nagy lemez-száma jelentősen korlátozza a napsugárzás áteresztését,
 - az áramlási vezetékek csatlakoztatásának nagy száma hibaforrásként jelenik meg.

Az alapkoncepciónak megfelelően a panel-elem két funkciója a hidraulikai víztér, illetve a hőszigetelés plexi lapokból van kialakítva. A hőszigetelési funkció úgy áll elő, hogy több alappal párhuzamos légréteg van kialakítva. A hidraulikai panelrész alsó és felső részén erőcsatlakozásokkal van ellátva.

A panel-elemmel kapcsolatosan két alapvető fizikai jellemző meghatározása szükséges.

- A panel-elem áramlási ellenállása.
- A panel-elem napsugárzást áteresztő képessége.

Az áramlási vizsgálatok vázlatát a 4. ábrán látható – áramlási vizsgálat.



4. ábra
Határoló felület

Az áramlási szakasz alatt az alábbi elemek áramlási kapcsolata értendő:

- belső csonk,
- panel belső tere,
- kilépő csonk.

A kilépő és belépő csonkok szerkezetileg megegyeznek, csupán az áramlási iránytól függően nevezhető az egyik be-, a másikat kilépő-csonknak.

A be- és kilépő csonkokon ütközési ellenállások alakulnak ki, míg a panel belső terében a súrlódási ellenállások a jellemzők.

A belépő és kilépő csonkok közt kialakuló nyomás-esés az alábbi összefüggéssel írható le:

$$\Delta p_{B-K} = \xi_{BE} \cdot \rho \frac{w_{BE}^2}{2} + \lambda_p \frac{l_p}{d_{EP}} \cdot \rho \frac{w_p^2}{2} + \xi_{KI} \cdot g \frac{w_{KI}^2}{2}$$

Ahol

- ξ_{BE} ütközési ellenállás-tényező a belépő csonkon
- ξ_{KI} ütközési ellenállás-tényező a kilépő csonkon
- w_{BE} sebesség a belépő csonkon
- w_{KI} sebesség a kilépő csonkon
- λ_p a panel súrlódási tényezője
- l_p a panel hossza
- d_{EP} a panel egyenértékű átmérője
- ρ a víz sűrűsége

Tekintettel arra, hogy a panel sűrűláda tényezője kicsi, továbbá a panel nagy áramlási keresztmetszete miatt a kialakult áramlási sebesség kicsi, a panel sűrűláda ellenállása nem lesz domináns. A szimmetrikus viszonyok miatt a belépési és kilépési ellenállások értékei jó közelítéssel azonosak.

A fentieket mérlegelve, a panel áramlási ellenállását célszerűnek látszik egy olyan eredő ütközési ellenállással kifejezni, amely a fentiekben említett három ellenállás részt együttesen tartalmazza.

Az alábbi összefüggés ezt a célt fejezi ki:

$$\Delta p_{B-K} = \xi_{ER} \cdot \rho \frac{W_{BE}^2}{2}$$

Ahol a még ismeretlen jellemző:

ξ_{ER} ütközési ellenállás tényező a be- és kilépő csonkok között

A mérési eredmények feldolgozása után „ Δp ” nyomásvesztés és a csonkok „ n ” száma között összefüggés határozható meg.

Megállapítható, hogy a csonkok számának növelésével a panel-ellenállása jelentősen csökken, ezért a csonkok kiosztása, illetve méretének meghatározása egyik lényeges elem lesz a „vízház” áramlási méretezésénél.

A sugárzástechikai mérések során mind a hőszigetelő, mind a hidraulikai panel-rész napsugárzás átteresztésének vizsgálatára sor került.

Az egyes paraméterek meghatározása a következő:

Az „ I ” meghatározása:

A „támadó” sugárterhelés meghatározása: a minta előtt elhelyezett sugármérővel.

A „ q_s ” meghatározása

A minta felületéről a belső tér irányába kialakuló másodlagos hőátadás, amely az alábbi összefüggéssel számítható:

$$q_s = \alpha_i (t_f - t_i)$$

Ahol:

α_i a belső oldali hőátadási tényező
 t_f a minta belső felületi hőmérséklete
 t_i a belső hőmérséklet

A vizsgálatok során az alábbi eredmények születtek:

A hőszigetelő elem napsugárzás átteresztése: $g = 0,594$
A hidraulikai elem napsugárzás átteresztése: $g = 0,819$
A panel teljes napsugárzás átteresztése: $g = 0,503$

A modell-pavilon üzemi tapasztalatai

Az áramlási csatlakozások kialakítása bonyolult és nehéz. A csatlakozások viszonylag nagy száma a meghibásodások kockázatát növelik

- A rendszer légtelenítése nagyon nehéz, amelyből következtetni lehet a rendszer egyes zónáinak üzem közbeni levegősődésére, amely a rendszer működését alapvetően megváltoztathatja.
- Az üvegfelületek közötti víz a fémrészek oxidációja miatt elszíneződik, így lényegesen megváltozik a fény- és hőátteresztő képessége.
- Az üvegfelületek között jelentős nyomások alakulnak ki (üvegrepedések).
- A belső hőmérsékletek az elvárásoknak megfelelően alakulnak. A belső hőmérséklet a hűtővíz hőmérséklete felett jelentősen, 1-2 Kelvinnel eltér.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Z. Magyar: Building physics of a prototype water house 48. International Congress and Exhibition on Heating Belgrad 2017. 12. 6-8.
Kontra J.: Kísérleti vízház épületfizikája Magyar Épületgépészet 2017. Bp.
Gotai Máttyás: „Meet the man who builds houses with Water” CNN.
Gutai M.: „Kasohsiung National Arena” Metszet Bp. 2016/2.

Új tudományok a XX. századból: Nanotechnológia és bionika

New Scientists of the 20th Century: Nanotechnology and Bionics

Noi direcții științifice din secolul XX: Nanotehnologie și biotehnologie

LECZOVICS Péter, BENCZE Dániel

Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi kar
Építőmérnöki Intézet
Institute of Construction Management, Szent Istvan University, Budapest, Hungary
Leczovics.Peter@ybl.szie.hu
Bencze.Daniel.3@hallgato.szie.hu

ABSTRACT

Two new disciplines were created in the previous century: Nanotechnology and Bionics/Biomimicry. The origin of these new disciplines – their inspiration source – is a good example for the level of development of respective eras. The nanotechnology opened a new perspective and created the possibility of nano-sized investigation. The Bionics/Biomimicry existed before, however, was considered as a supplementary field for classic disciplines. The presentation is giving a short oversight of the origin and methods of these new disciplines, as well as their impact on related fields. Whereas the field is interdisciplinary, our presentation is focusing on the construction technology and structural engineering aspects of Bionics.

Keywords: Nanotechnology, Bionics, Biomimicry, Construction Technologies

ÖSSZEFOGLALÓ

A múlt században két új tudományág jött létre: a nanotechnológia és a bionika/biomimikri. A két tudományág eredete – „ihlete” jó példa az adott korok fejlettségi szintjére. A nanotechnológia új ablakot nyitott a világra, és megteremtette a „nano” mérettartománybeli vizsgálatok lehetőségét. A bionika/biomimikri korábban is létezett, azonban mintegy kiegészítőjeként a „klasszikus”-nak tekintett tudományokon belül. A cikkben áttekintést adunk a két tudományág kialakulásáról, módszereiről, egymásra és a társtudományokra gyakorolt hatásokról. Mivel a tudomány interdiszciplináris, így írásunkban elsősorban az építéstudomány, építéstechnika vonatkozásában igyekszünk felvázolni a bionika/biomimikri alapjait, illetve igyekszünk felvázolni korunk eddigi megvalósításait.

Kulcsszavak: nanotechnika, bionika, biomimikri, építéstechnika

A TUDOMÁNYÁGAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A nanotechnológia alapjait a XX. században megalkotott pásztázó alagúteffektus elektromikroszóp megalkotása jelentette, és eredményei alapján jöhetett létre.

A bionika/biomimikri korábban is létezett – az ember évezredek óta tanul a természettől -, azonban mint önálló tudományág – legalábbis a vizsgálható mérettartomány kiterjesztésével, az evolúciós ismeretek összegyűjtésével, rendszerezésével – szintén a XX. század terméke.

A két tudományág összevetését az 1.sz. táblázat mutatja be. Jól látható a történelmi múlt és a mérettartományok közötti különbség.

A történelmi eltérés a különböző társadalmi korok technikai fejlettségi szintjével, illetve annak alkalmazhatóságával van szoros összefüggésben.

Jó példa erre a nagy polihisztor, Leonardo da Vinci munkássága, aki korát messze megelőzve megálmodta a „repülőgépet”, egyéb harcászati eszközöket vagy Borelli munkássága (mozgáselemzések, tengeralattjáró, stb.). Azonban elképzeléseiket, terveiket megvalósítani nem tudták, sőt a megvalósulásukra évszázadokat kellett várni. (1. ábra)

1. táblázat

	<i>Bionika/Biomimikri</i>	<i>Nanotechnológia</i>
<i>Eredete</i>	Természeti	Technikai
<i>Lényege</i>	Evolúciós értékek felismerése, adaptálása	Az eredeti cél a miniaturizálás
<i>Időpontja</i>	1960/1982	1959
<i>Jellege</i>	multidiszciplináris	
<i>Tartomány</i>	makrótól a nanoig	10 ⁻⁹
<i>Alkalmazott módszer</i>	azonos analóg/absztrakt	
<i>Alapeszköze</i>		páztázó alagúteffektus mikroszkóp
<i>Célja</i>	Az evolúciós értékek, eredmények hasznosítása	Anyagszerkezet megismerése, lebontása, újraépítése

A KÉT TUDOMÁNYÁG ÖSSZEVETÉSE

A két tudományág eredete – „ihlete” is jó példa az adott korok technikai fejlettségi szintjére. Az evolúciós fejlődés több ezer, tízezer éves „fejlesztés” során jött létre. A természet megfigyelése, eredményeinek másolása, adaptálása eleinte makró, majd mikroszinten valósult meg. A nanotechnológia új ablakot nyitott a világra, és megteremtette a „nano” mérettartománybeli vizsgálatok lehetőségét.

Közös a két tudományágban a multidiszciplinaritás, valamint az alkalmazott vizsgálati, elemzési módszerek metodikája. A multidiszciplinaritás – több tudományág közti átjárhatóság – egyértelmű, az alkalmazott eljárások, elemzési módszerek – elvonatkoztatva az általános kutatási módszerektől – azonos, analóg és absztrakt megközelítés.



1. ábra
da Vinci és Borelli munkássága

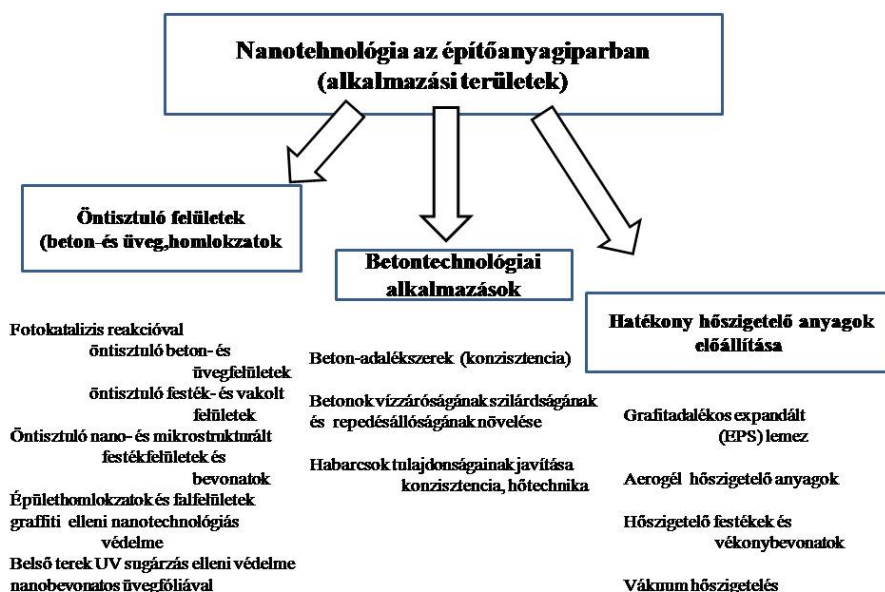
RÖVIDEN A NANOTECHNOLÓGIÁRÓL

1959-ben Richard P. Feynman, amerikai fizikus vetítette előre (*There's Plenty of Room at the Bottom* című előadásában) a nanovilágban rejlő nagy lehetőségeket. Konkrétan a nanotechnológia kifejezést 1974-ben Norio Taniguchi használta először. A áttörést a G. Binning és H. Rohrer által megalkotott pásztázó alagúteffektus mikroszkóp jelentette. Ettől kezdve az események felgyorsultak, és újabb és újabb kutatási eredmények (fullerén, grafén, stb.) láttak napvilágot. Ugyanakkor a régmúlt idők titkaira is fényt derített, mint pl. a damaszkuszi acél, az egyiptomi hajfestés titka,[1,2] stb. Sorozatosan jelennek meg az anyagkutatásra vonatkozó szakcikkek.

A nanotechnológia megfogalmazására számos definíció lehetséges, a szerzők az alábbi megfogalmazással értenek egyet:

A nanotechnológia mindazon tudományágak, technikák, szakterületek (pl.: fizika, anyagtudomány, kolloidika, szupramolekuláris kémia, elektronika, bionika, stb.) összessége, amely 10^{-7} és 10^{-9} m tartományban dolgozik.

A nanotechnológiás eljárások fontosabb alkalmazási területeit az építőanyag iparban a 2.sz. ábra mutatja be.



2. ábra
Nanotechnológia az építőiparban

BIONIKA/BIOMIMETIKA/BIOMIMIKRI*

(a természet evolúciós eredményei)

Nem véletlen, hogy az alcímben is három fogalom szerepel. Ennek megértéséhez a tudományág kialakulása, a kutatási területek megközelítése, majd szelektálása (2. sz. táblázat) ad választ.

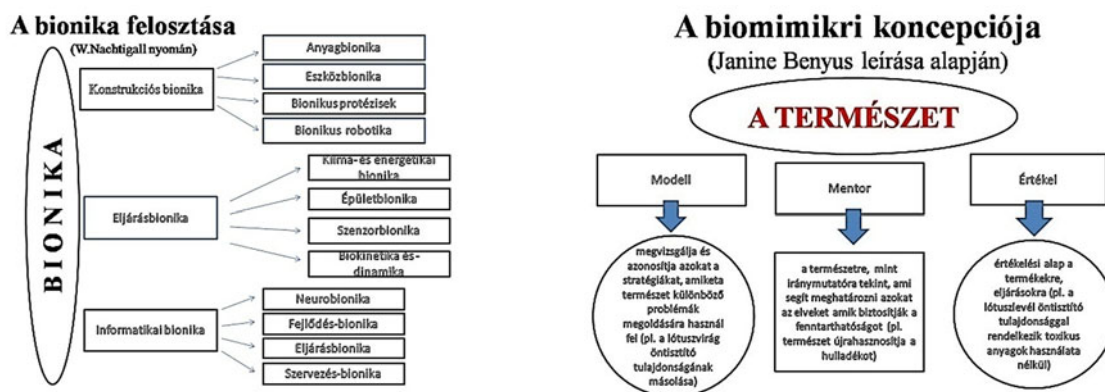
2. táblázat

Elnevezés megalkotója	Bionika[3] Jack E. Steele	Biomimetika[4] Otto Herbert Schmitt	Biomimikri[5] Janine M. Benyus
Elve	biológiai minták (prototípusok) alkalmazása emberi készítésű mesterséges rendszerek megtervezésére	a működő biológiai rendszerekből származó adatok/szabályszerűségek //szerkezetek/funkciók felhasználása mérnöki problémák megoldására – elsősorban hasonló/analóg szerkezetek létrehozása révén	a természet modelljeit vizsgálja, majd utánozza (vagy kiinduló pontul használja) azok szerkezetét, folyamatait emberi problémák megoldása során

A SZINONIMÁK ÉRTELMEZÉSE

*A közölt szinonimákat a szerteágazó irányzatok megkülönböztetésére alkalmazzák, a biomimikri, biomimetika kifejezés a műszaki tudományokban, míg a bionika kifejezés az orvosi szaknyelvben terjedt el, de érdekesség, hogy a bionika megnevezést a német nyelvterületen a teljes tudományágra vonatkozóan alkalmazzák, míg az angolszász nyelvterületen az orvostudomány sajátította ki.

A bionika és a biomimikri lényegében azonos tudomány, a különbség csak a természeti jelenségek, folyamatok szemléleti megközelítéséből adódik, ezt mutatja be az 3. ábra.



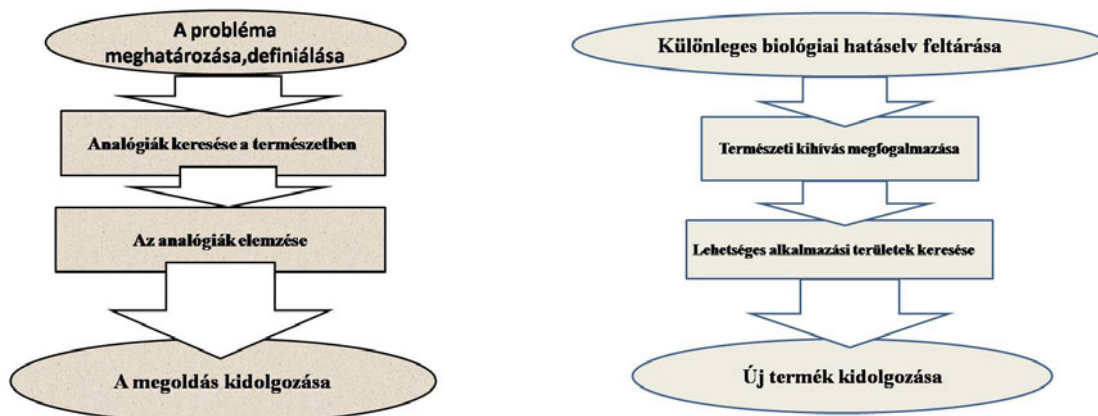
3. ábra
A bionika és biomimikri összevetése

Bionikai megközelítésben egyértelműen látható az építőiparral kapcsolatos irányzatok megléte, a biomimikri esetében – elsősorban a szemléleti megközelítés miatt – nem teljesen egyértelmű, ennek ellenére jól alkalmazható.

ELEMZÉSI MÓDSZEREK

A két elemzési módszer alapvető eltérése a megközelítésben van, nem véletlen, hogy a nemzetközi irodalomban „top-down”, azaz letről felfelé, illetve „bottom-up”, azaz fentről lefelé elnevezést különbözteti meg. Az egyes eljárások metodikáját a 4. ábra mutatja be.

Az absztrakt eljárás keretében az első lépés az alapkutatás, majd a kutatási eredmény alapján egy elv, törvényszerűség felismerése. Ezután következik az absztrahálás, azaz az elvonatkoztatás, ami lényegében a kutatási elv általánosítása, illetve kiterjesztése, közérthetővé tétele. Az eredmények alapján kerülhet sor a technikai-technológiai fejlettségi szintnek megfelelő alkalmazási lehetőségek megkeresésére és megvalósítására.



4. ábra
Az elemzési módszerek (analóg/absztrakt) folyamata

Az analóg eljárásra a ma már „klasszikus” példa a közegellenállás csökkentése különböző területeken (5. ábra), az absztrakt eljárásra pedig a lótoszlevél öntisztulási jelensége, folyamata (6. ábra).

<i>Cél</i>	<i>Közegellenállás csökkentése</i>			
<i>A probléma definiálása</i>	Repülőgépek szárnyvégén erős turbulencia lép fel, ez növeli a légellenállást	Úszók teljesítményének fokozása	Kerékpárversenyzők teljesítményének fokozása	Vonatok sebességének növelése, a hangrobbanás elkerülése
<i>Analógia keresése</i>	Repülés közben a madarak szárnyvége felfelé hajlik	Különböző közegekben gyorsan mozgó állatok alakja, és testformák felülete cápa bőre, cseppforma fejformája		
<i>Analógia elemzése</i>	Konstrukciós következtetések megállapítása			
<i>Megoldás kidolgozása</i>	Wing-let, szárnyvégi fül kifejlesztése, csökken a légellenállás	Speciális úszódresszek kialakítása	Áramvonalas (cseppformájú) bukósisak kialakítása	Motorvonatok orrformájának átalakítása

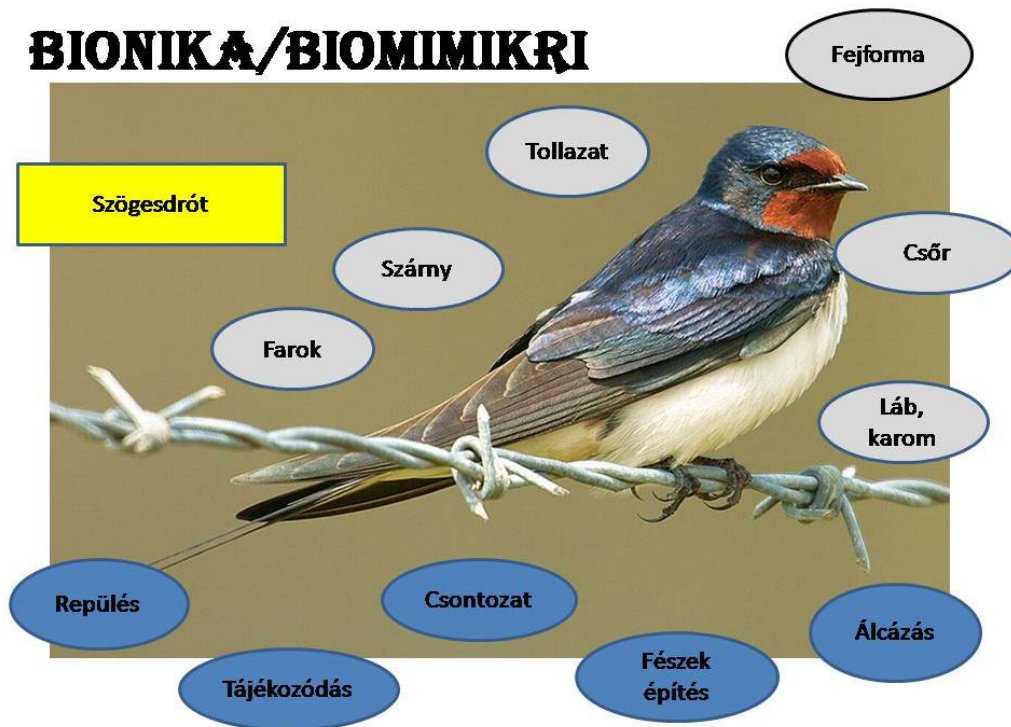
5. ábra
Analóg eljárási megoldások

<i>Különleges biológiai hatáselv feltárása</i>	<i>Állatok szőrzetébe ragadó bogáncs „körmei”</i>	<i>A lótosz növény levelei mindig szárazak és tiszták</i>		
<i>Természeti kihívás megfogalmazása</i>	A növények érett magjai az elhaladó élőlényekre kapaszkodnak, később leválnak, ezáltal biztosítva populációjuk terjeszkedését. Ideiglenes rögzítési funkció	A lótosz növény leveleiről a víz leperreg, a víz magával sodorja a ráakódott szennyeződések (lótosz-effektus)		
<i>Lehetséges alkalmazási területek keresése</i>	Minden olyan terület, ahol elvárás a gyors kötés és oldás	Öntisztuló felületek kialakítása, víztaszító felületek kialakítása		
<i>Új termék kidolgozása</i>	Tépőzár Vectron	homlokzati festékek, vízlepergető bevonatok	autók szélvédője, ablakok üvege	textil készítési eljárások

6. ábra
Absztrakt eljárás példái

A multidiszciplinaritást mutatja be az 1. kép, amelyen a madarak kapcsán igyekszünk bemutatni a bionika/biomimikri széleskörű eredményeit. Jól látható, hogy mindkét szemléleti megközelítés értékei, eredményei, megvalósítása visszavezethetők a természet nagyszerű teremtményére: a madarakra, és ez csak egy példa az „új” tudományág sokoldalúságára.

BIONIKA/BIOMIMIKRI



1. kép
Madarak és a bionika főbb kapcsolata

TERMÉSZETI MEGOLDÁSOK ÁTÜLTETÉSE AZ ÉPÍTŐIPARBA

Az 1. képen ismertetett „madártani” lehetőségek közül igyekszünk kiemelni – a számos megoldás közül – az építőipari megoldásokat.

Madárfészkek bionikai vonatkozásai

Madárfészkek – pl.: fecskéfészkek – tanulmányozásának eredménye – talán a legrégebbi, legegyszerűbb, kézenfekvőbb megoldása a szálerősítés alkalmazása. A természeti minta pl.: a fecskéfészkek (2. kép), ahol a madarak fészkeképítés közben állati, és növényi szálakat is „beépítenek”. E módszer adaptálásának legegyszerűbb változata a vályogtégla, de ide tartozik a vasbeton, illetve napjainkban a különböző anyagú szálerősítések alkalmazása (3. kép).

A szálerősítés célja az építőanyagok – későbbiekben elsősorban a beton – szívósságának, hajlító-, húzószilárdságának, fáradási szilárdságának növelése, a repedés áthidalás fokozása.



2. kép
Fecskéfészkek, mint a szálerősítés alapja[6]



3. kép

Természetes szálerősítés lehetőségei

A fecskéfészek „építési technológiája” megjelenik a népi építészetben (patics- csömpölyegfal) is. Hazánkban manapság a betontechnológiában elsősorban a mesterséges szálerősítéses megoldások dominálnak.

A fecskéfészek „építési technológiája” megjelenik nemcsak a magyarországi népi építészetben (vályog-, patics- csömpölyegfal). Afrikában a törzsi kunyhók építése követi a fecskék fészkeképítési technológiáját (4. kép)

Egy másik példa a fészkekialakításra a sasok, gólyák fészke. A száraz gallyakból épített stabil szerkezet megvalósítása ihlette a pekingi Nemzeti Stadion külső megjelenítését. A stadion betonszerkezetét kívülről acélszerkezet veszi körbe, amely kialakításának ihlete egyértelmű (5. kép).



4. kép

A fecskéfészek „építési technológia” hazánkban és Afrikában [7,8]



5. kép

Gólyafészek és a pekingi stadion [9,10]

Ha már a madaraknál tartunk, érdemes a tollazatukról is szót ejtenünk, természetesen az építéstechnológia, vonatkozásban, hiszen számos egyéb bionikai vonatkozása is van. A legszembetűnőbb a tollazat elhelyezkedésének rendszere (6.sz. kép), amelynek technológiai vonatkozása a magastetők fedési rendszere (zsindelecserépfedés), bár ezeket a megoldásokat elsősorban nem a tollazattal hozzák összefüggésbe, hanem inkább a halakkal (pikkely-fedések).

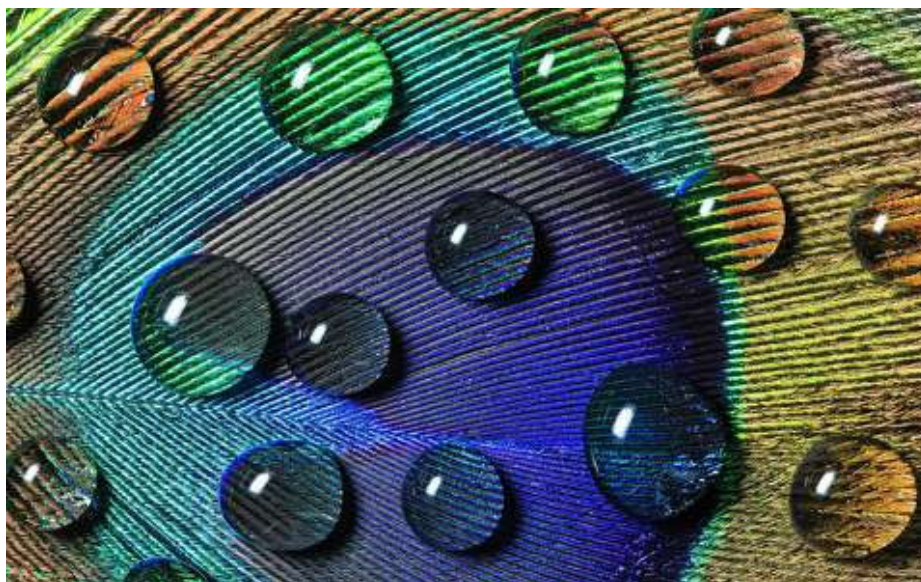


6. kép
A tollazat rétegződése[11,12]

A madarak tollazatának másik jellegzetessége – különösen a vízimadarak vonatkozásában – a vízállóság, azaz a hidrofobizálás. (7.sz. kép) Az épített felületek védelme fokozottan előtérbe kerül, egyrészt környezetvédelmi szempontból, másrészt esztétikai és állagmegóvási szempontból.

Az öntisztuló felületekre számos egyéb példa található a természetben pl.: lótusz effektus (fraktált felület), fotokatalitikus jelenségek, de a „legegyszerűbb” megoldás a különböző felületek víztaszítóvá tétele, azaz a hidrofobizálás.

Az öntisztuló vakolatok is ehhez sorolható. Természetesen a fejlődő nanotechnológia legújabb eredményeit is felhasználva manapság igen széles kínálat áll rendelkezésre az öntisztuló vakolatokból.



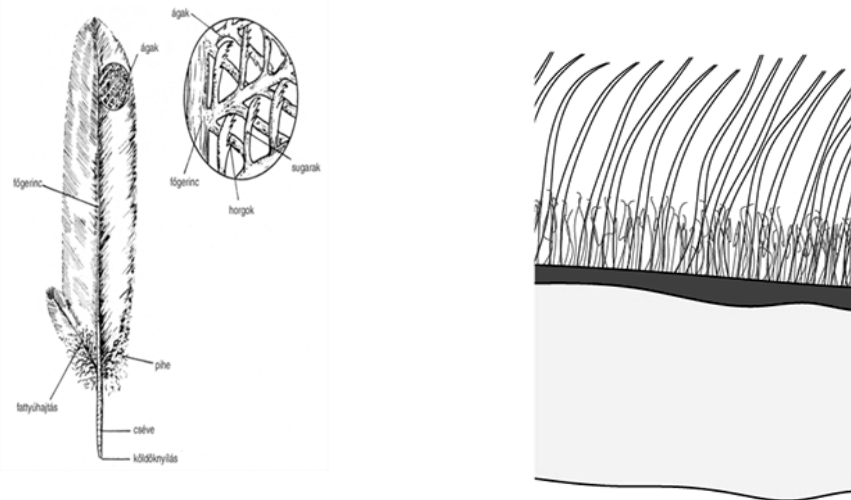
7. kép
A tollazat vízállósága[13]

Bionika és hőszigetelés

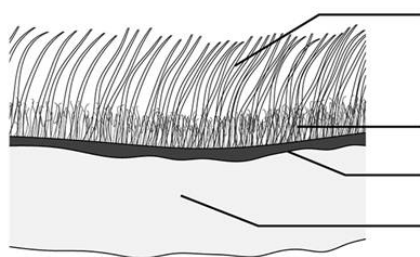
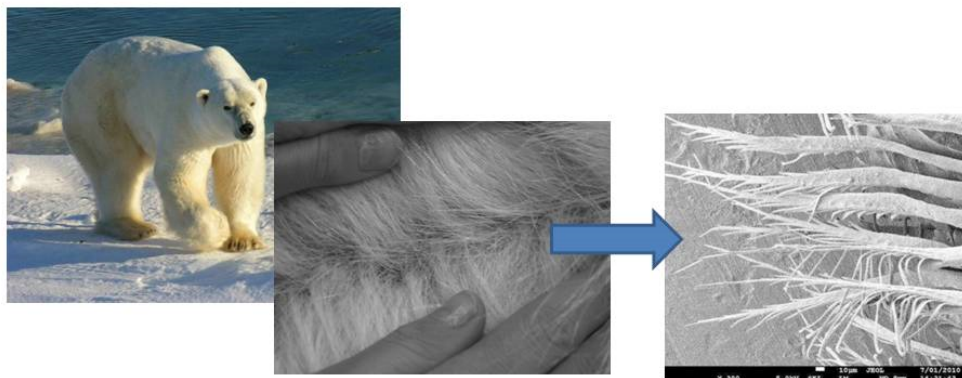
Még mindig a madarak tollazatánál maradva megemlíthetjük a tollazat szerkezeti felépítését, de ebben a témakörben meg kell említeni az emlősök (juhok, jegesmedve, stb) szőrzetének mintapéldáit. Ami közös bennük, az „integrált” szerkezeti felépítés (8. kép), valamint a felépítésből eredő hőszigetelő képesség.

A jegesmedve sárgásfehér, áttetsző üreges szőrszálakból álló bundája (9. kép) jó hőszigetelő képességű. Az üreges szőrszálak optikai szálakként működve a napsugarakat bevezetik a sötét színű bőrbe, amely elnyeli azokat, és hővé alakítja. A bőr és az alatta elhelyezkedő vastag zsírréteg, valamint a sok levegőt tartalmazó bunda és az üreges szálakban megszorult levegő együttesen látja el a hőszigetelés feladatát.

Mindkét esetben az üreges szerkezetek adaptálása elsősorban a textiliparban történő alkalmazás (pelypaplan, tollkabát, polár ruházati cikkek, stb.), de sikeresen alkalmazzák pl. membránszűrők, optikai szálak, kompozitok esetében is.



8. kép
Integrált szerkezet tollazat, illetve jegesmedve esetében



Védő szőrzet: hosszú, átlátszó, üres (üreges) szőr, mely a napfényt szórja hogy álcázást biztosítson, miközben a bőr pigmentjeinek lehetővé teszi a hő felvételét.
Sűrű aljszőrzet: Megakadályozza a testmeleg megszökését
Sötét pigmentált bőr: A testhőmérséklet számára megtarja a felvett hő.
Zsír: 1-4,5" vastag, szigeteli a testet a hővesztés megakadályozására a tél folyamán.

9. kép
A jegesmedve bundája, a szőrzet funkciói.

ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünkben a XX. század két új tudományát mutattuk be. A bionika/biomimikri már mondhatni a kezdetektől az építéstudomány/építéstechnika része. A bemutatott példák által jól érzékelhető, hogy az építéstechnika egyik alappillérenek is tekinthető, mind szerkezeti, mind anyagbeli, mind pedig építészeti megjelenésben. A technikai fejlődés ellenére is vissza-vissza köszönnek egyes természetben fellelhető elemek. Ez nem is baj, sőt a mai világban, lásd a globális felmelegedés vagy környezetszennyezés, fontos, hogy a természettel összhangban dolgozzunk, mind anyag előállítás, mind építéstechnika valamint környezetbe való illeszkedés (építészet) szempontjából is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] http://www.ng.hu/Civilizacio/2006/09/Mivel_festettek_hajukat_az_okorban_a_nok
- [2] <http://mult-kor.hu/cikk.php?id=15535>
- [3] Steele, J. E.(1960) "HowDoWeGetThere?", *BionicsSymposium: LivingPrototypes--The Key to New Technology*, September 13-15, 1960, WADD TechnicalReport 60-600, Wright Air DevelopmentDivision, Wright-Patterson Air ForceBase, OH, pp. 488-489. Reprinted in*TheCyborgHandbook*, Edited by Chris Hables Gray, New York, NY: Routledge, 1995: 55-60.
- [4] fi.hu/sites/default/files/.../bionika_osszefoglalo_hatter_7_10.evf_1.doc
- [5] JanineBenyus: *Biomimicry Is InnovationInspiredByNature* (angol nyelven). (Hozzáférés: 2012. február 24.)
- [6] <https://karolynagy.wordpress.com/2009/08/22/fusti-fecskek-a-muzeumfaluban-egy-fecskefeszkek-erdekes-pillanatai>
- [7] <http://uh.ro/kepriort/723-sarbol-rakta-feszket/detail>, 2017-04-16
- [8] <http://www.kihagy6atlan.hu/temak/epiteszeticsoda/timbuktutudaseshitvalyogbol/> 2017-04-17
- [9] <http://www.allatvedok.hu/golyafeszkek-eltavolitasa/> 2017-04-17
- [10] <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszetudomanyok/foldrajz/tarsadalomfoldrajz/a-globalis-gazdasag-uj-vezetoje-kina/a-kinai-tarsadalom-es-politika> 2017-04-17
- [10] <http://cms.sulinet.hu/get/d/77a76e3d-eedf-45ab-bbdf-f568fe3aeae/1/8/b/Normal/k1283.jpg> 2017-04-18
- [11] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sidensvans_Bombycilla_garrulus_01.jpg
- [12] <http://kepguru.hu/previews/20/208394.jpg> 2017-04-18
- [13] <https://hu.pinterest.com/pin/224687468886659984/>, 2017-04-16

Öszvérszerkezetű hidak Rövid történeti kronológia – I. rész

Steel-concrete Composite Bridges Short Historical Chronology – part I.

Poduri cu structura mixta otel-beton Scurta cronologie istorica – partea I.

MOLNÁR Lajos

doktorandusz
Kolozsvári Műszaki Egyetem
Közlekedésépítő szak

ABSTRACT

The document presents shortly the antecedents of the appearance of composite structure bridges, chronology of the appearance of steel-concrete composite structure bridges and their development phases up to 1975.

Keywords: civil engineering, steel-concrete composite bridges, chronological history

ÖSSZEFOGLALÓ

A tanulmány röviden ismerteti az öszvérszerkezetű hidak megjelenésének előzményeit, az acél-beton öszvérszerkezetű hidak megjelenésének kronológiáját és fejlődési fázisait 1975 évig.

Kulcsszavak: közlekedésépítés, öszvérszerkezetű hidak, történelmi kronológia

Az öszvérszerkezetű hidak a hídépítés több ezer éves történetének utolsó időszakában, mondhatni utolsó 150 évében, jelentek meg. Rövid áttekintést szeretnék nyújtani ezen időszakról valamint ezen időszak építőmérnöki tervezés és építőanyag minőségi fejlődésének fontos sarokpontjairól, amelyek hozzájárultak az öszvérszerkezetű hidak alkalmazásához és ennek elterjedéséhez azon országokban, amelyekben az ipari fejlődés kényszerhelyzetbe hozta a közlekedésfejlesztéssel foglalkozó szakembereket az alapanyag/árú- és személyforgalom növekvő igényeinek kielégítésére.

A szakirodalom keveset írt eddig az acél-vasbeton me-rev elemek „összeolvasztásával” készült kompozit szerkezetek történelmi fejlődéséről.

1. ÖSZVÉRSZERKEZETEK ELTERJEDÉSÉNEK KRONOLÓGIÁJA

Emperger elképzelése a súrlódás/tapadásról a két anyag között jellemzi a kezdeti szakaszt (1850-1900 között). Ezt követte az 1900-1925 között kialakulási időszak, amely megalapozta a keresztlemek szerkezeti elkülönülését. A következő (1925-1950) szakaszban felismerték annak fontosságát, hogy a kereszttartó elemeknek kötődniük kell a hossztartó elemekhez kezdetben a pozíció megtartása végett, később, mint mechanikus nyíró csatlakozó. A fejlődés klasszikus fázisában, 1950-1975 időszakban a keresztmetszeti kötőelemek számszerűsítésével a szabványosított kísérleteken, és az ezek alapján kialakított elméletek megteremtették a megfelelő körülményeket a több típusú acél-vasbeton kompozit szerkezetű építmények, ipari létesítmények és hidak megvalósítására.



1. ábra:

*Acélgerendák hegesztett csatlakozókkal
az új Herdecke hídon (1951) a Ruhr folyón át
(forrás: Német Szövetségi Közlekedési Minisztérium)*

1.1. Kezdeti szakasz (1850-1900): a kompozit tartó

Az első szerkezetek vas és beton felhasználásával készültek, amelyeket a Monier (Bracher 1949), a betont nem merev vasrudak erősítésével épített szerkezetek követték.

Már 1808-ban Ralph Dodd (1756 – 1822) megkapta a szabadalmat a felfüggesztett padlóra, amely: vas temperöntvény „csövek” fül vagy karimákkal „mesterséges kő”-vel kitöltve alkották az összetett szerkezetet. James Frost padló szabadalma már magában foglalja a „vas bordák” közötti „cement”-el töltött „rekeszek”-et. Nathaniel Beardmore (1816-1872), 1848-ban szabadalmaztatott felfüggesztett padlója szegecselt I-gerendákat és betonnal töltött köztes öblöket tartalmaz, állandó vas zsaluban. A „tűzálló” padló Henry Hawes Fox sikere volt; 1844-ben szabadalmaztatta, és James Barrett forgalmazta öntöttvas, majd 1851-től kovácsoltvas, fordított T- vagy I-gerendák (2. ábra) felhasználásával.

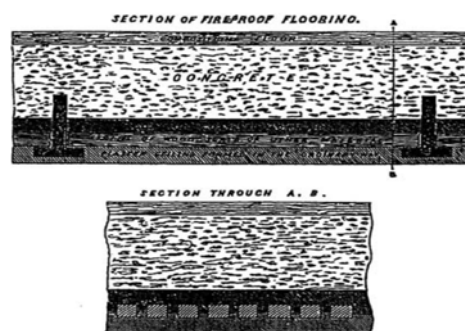
Fox a vasgerendákat a padló feszített részébe helyezte (Hurst 2001), és néha kívül, a padló beton részén, Fox és Barrett tisztában voltak azzal, hogy a padlóban mögöttes stressz folyik. Ezt a szempontot figyelembe véve, William E. Ward 1873-ban tökéletesítette a felfüggesztett padlóit a „Ward vár” emeleteiben, T-gerenda formájában, bár még mindig teljesen betonba foglalva.

Paul Christophe (1902) kortárs műszaki riporter bemutatja, hogy az európai piacon megtalálható számos lemez- és gerendafödemes szerkezet tartalmaz acél részeket, például a *Steinbalkenkonstruktion* (-Fritz Pohlmann), melyben egy aszimmetrikusan hengerelt perforált vaslemezen található a T-gerenda, a perforált lemezen átnyúló vasrudak biztosítják az együttműködést a két anyag között (Emperger 1904) (3. ábra).

Egy másik példa Mathias Koenen (1849 – 1924) káva, később (1892-től körülbelül) bordázott padlója, amelyben a mögöttes acélrészek hordozzák a nyújtófeszültséget, míg a kitöltési beton szakaszok felelősek a nyomóerők átvételéért. A nyírási csatlakozók hiánya ellenére a vizsgálatok igazolták Koenen feltételezéseit a szerkezet viselkedéséről (Christophe 1902).

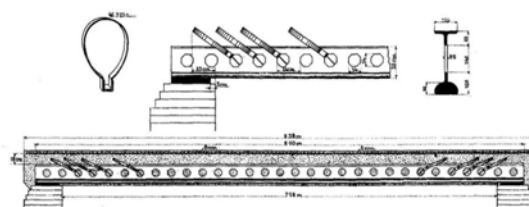
A bécsi mérnök, Josef Melan 1892-ben szabadalmaztatta új födémépítési módszerét, az eljárás azonban a hidépítés területén is gyorsan elterjedt. Merev, függőleges síkban, ellipsziszalakban hajlított, párhuzamosan futó I-gerendákat alkalmazott lágyvasalás helyett illetve annak kiegészítésére, ezeket pedig betonnal öntötte körül. Az újítás lényege, hogy a vas főtartókkal megspórolható a költséges fa állványzat. Az első Melan rendszerű hídszerkezet azonban nem Európában, hanem az Egyesült Államokban épült 1894-ben (4. ábra).

A rock rapids-i híd tervezője Melan barátja és amerikai megbízottja, a cseh származású, von Emperger, aki később továbbfejlesztette Melan elképzeléseit és saját szabadalmat is jegyzett.



2. ábra

Lebegő emeleten öntött vas gerendák Fox & Barrett, pre-1851 (Hurst 2001.)



3. ábra

A Pohlmann emelet, 1901 (Emperger 1904)



4. ábra

Rock Rapids Bridge (1894), Rock Rapids, Iowa, U.S., az első Melan rendszerű híd

1.2. Kialakulási fázis (1900 – 1925): a keresztmettszeti elemek elkülönülése

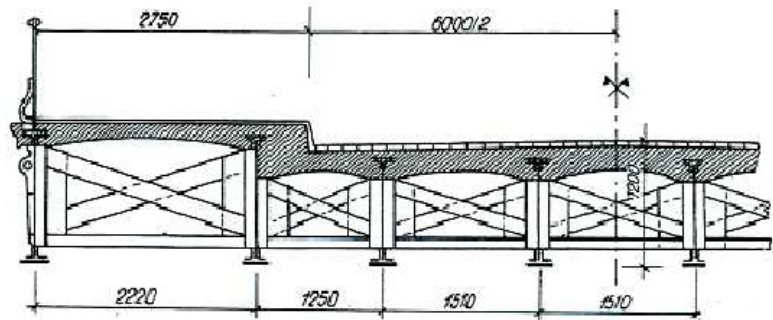
Amint a vasbetont mint szerkezeti anyagot kezdtek el használni (kezdeti dátumnak 1886-ot tekintjük, amikor Mathias Koenen közzétette a vasbeton lemezek tervezési egyenleteit), ezt kompozit anyagnak tekinthettük. Nem tettek különbséget nem-merev és merev megerősítés között; ehelyett, a kompozit akció mérete volt a fontos. Következésképpen mindkét típusú megerősítés teljesen a betonba volt ágyazva.

Hamarosan Európában is megjelentek az első vasgerenda betétes ívhidak, egy szép példa rá az 1888 - 1901 között készült ljubljanai 33,34 m támaszközü Sárkány-híd (5. ábra), melyet Jurij Zaninovics tervezett



5. ábra

A háromcsuklós, vasgerenda betétes beton szerkezetű Sárkány-híd (1904)



6. ábra

A Toulouse melletti öszvérszerkezetű híd (1907), Franciaország

A világ első két együttdolgozó szerkezetű hídja – ahol már tudatosan kihasználták és törekedtek a két elem együttdolgozására – Chambéryben, illetve Toulouse mellett a Canal du Midi felett épült. Az utóbbit $L=30,25\text{m}$ jelentős támaszközzel 1907-ben adták át a forgalomnak, és amint azt a 6. ábrán látható keresztmetset is mutatja, igen kis szerkezeti magassággal ($L/27$).

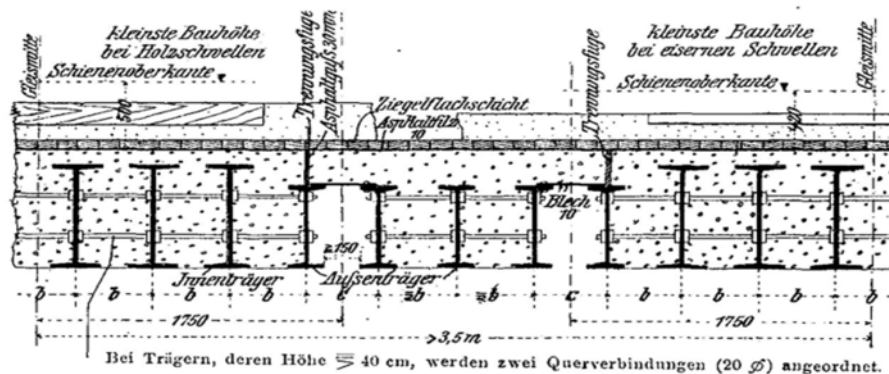
A számításnál az együttdolgozást csak a hasznos teher egy részénél vették figyelembe, mert szerelésnél állványozást nem készítettek, tehát a betonlemez megszilárdulásáig minden terhet (önsúly, zsaluzat, szerelési terhek) a vasszerkezetnek kellett viselnie. Az első együttdolgozó szerkezetű hidak megépítésekor a tervezők már tisztában voltak azok gazdasági és műszaki előnyeivel. Ennek ellenére ezek a szerkezetek nem csak, hogy nem terjedtek el, de néhány évtized múlva az acélhiány és a vasbeton szorongató versenye miatt úgyszólván újból fel kellett fedezni őket. Térhódításukat elsősorban a kísérletek hiánya, az elméleti megalapozatlanság és az óvatosság gátolta. Az első világháború kitörése valamint a beton lassú alakváltozásának felfedezése (1915) tovább halasztotta a probléma megoldását

Kiterjedt vizsgálatokat végzett 1907 és 1909 között Carl von Bach (1846–1931) a stuttgarti Anyag-Vizsgáló Intézetben (Emperger 1912) melyek azt eredményezték, hogy sokkal kisebb a „csúszási ellenállás” az acél keresztmetszetekben, mint a nem merev acélrudak esetében.

Ráadásul, mozgás kezdetén az acél részek „megnyitják” a beton felületet. Egy rövid beadványban Koenen is felhívta a figyelmet a „veszélyes nyíró viselkedésre” a betonba foglalt acél elemek estében. Von Bach és Koenen ezen aggályai elégségesek lehetnek mint az első jelzések a különböző merev elemek kölcsönös elmozdulásának. Mindketten felismerték, hogy a kapcsolat a merev beton és az acél részek között nem kielégítő.

Mindezek ellenére Emperger (1912) mindkét szerkezetre ugyanazon tervezési szabályokat határozott meg, azonban, megemlítette, hogy a merev megerősítés kevésbé van összhangban a vasalt beton természetével, mivel az anyagok befolyásolják egymást – tény, amely sajnos kimarad a tervezési javaslatból. Hager pontosabb volt (1916); ő kifejtette, hogy a nagy gerendában a betonba foglalt elemekben kialakuló feszültségek csak további vizsgálatok elvégzésével határozhatók meg. Így a végső terhelés modell maradt a klasszikus acélszerkezet viselkedése: a hosszanti teherbíró képességet kizárólag az acél, míg a keresztirányú teherbíró képességet a vasalatlan beton biztosítja. A betonba foglalt acélgerendában magasabbra helyezett semleges tengely megengedte, hogy az acélban 10 %-kal nőjön a feszültség

Körülbelül ugyanabban az időben, mivel gazdaságosabb volt a rövid nyílások esetében, a tiszta acéltartós hidakat kezdték felváltani a betonba foglalt hengerelt acélgerendás hidak (7. ábra) (Wolff 1907).

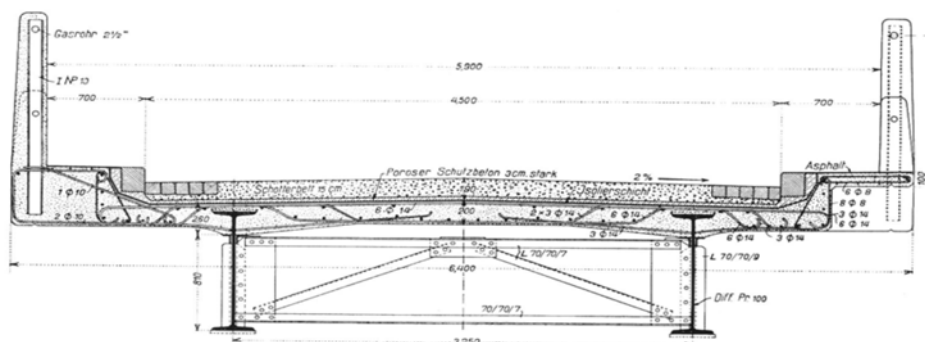


7. ábra

Tipikus vasúti híd keresztmetszet – betonba zárt acélgerendák (Kommerell 1911)

Az Acheregg híd (1914) (Svájcban a Luzerni-tónál), volt az egyik első acélgerendás vasbeton pályalemez híd Európában amely a terhelést egy súrlódás-köteléken keresztül továbbítja (Rohn 1915).

A modern megjelenésű gerenda- és pályalemez keresztmetszet a következő képen látható: kb. 23 cm vastag pályalemez fekszik két 800 mm magas hengerelt acél tartón 3250 mm távolságra (8. ábra). Könnyű acél kereszttrudak kötik össze a hengerelt Differdinger-„Greyträger100 B” tartókat minden 1,10 m-en. A tartók felső talpai körülbelül 20 cm-es mélységben foglaltatnak a vasbeton pályalemez aljába.



8. ábra

Acheregg híd – Luzerni-tó, 1914-ben (Rohn 1915)

1.3. Megerősödés (1925-1950): strukturális kapcsolat az elemek között a keresztmetszetben – áttérés a pozicionálás korlátozásáról a nyíró csatlakozókra

Azon vasbeton födémeknél, amelyek kiöntése nem a tartókkal együtt történik, biztosítani kell az elmozdulás megakadályozását. Ezért szükségessé vált a szerkezeti nyíró csatlakozó rendszer.

Fejlemények Európában

Kezdetben Európában a két anyag súrlódás/tapadás kötelék kölcsönhatása volt a kutatások középpontjában. Az első jelentős méréseket 1924 és 1926 között a svájci Bühler Adolf (1882 – 1951) mérnök végzi a svájci szövetségi vasút (Emperger 1931) égisze alatt. Ezt követte a francia vasúti mérnök, L. Cambournac (1932), és végül R. C. Kolm Svédországban (1936).

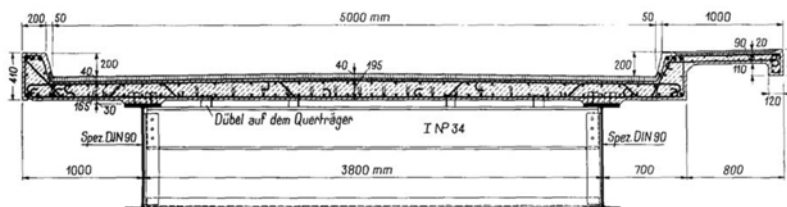
Ugyanebben az időben Otto Schaub, a svájci Biel város vezető mérnöke kidolgozta az „Alpha” acélbeton kompozit építési formát (Voellmy 1934) – egy teljesen kifejlett öszvér megoldás, amelyben az acél tartók nyírásiálló, hullám alakú kerek betonacél elemeken keresztül csatlakozik a fedő vasbeton lemezhez. Mirko Roš kísérletei (1879 – 1962) megerősítették az ilyen nyíró csatlakozóknak hatékonyságát. 1934 előtt Schaub már használt erősítésként hegesztett hélixeket közúti hidak esetében – kis közúti híd a Birs folyó felett Laufen-nél és a Jäger híd-nál a Biel-Sonceboz vasútvonal felett (Voellmy, 1934).

Magyarországon komoly előrehaladást jelentett, hogy 1925-től kezdve több elavult közúti híd pályaszerkezetét a régi vas hossztartókhoz mereven kapcsolódó új vasbeton-lemezes pályatáblával erősítették meg. Az együttdolgozásra való tudatos törekvés komoly formában a harmincas években indult meg világszerte

Fejlesztések Svájcban

Annak érdekében, hogy magyarázza a kompozit működését, a svájci Hidak & Vasúti Szerkezetek Gyártóinak Egyesülete (T.K.V.B.H.) úgy döntött, hogy vizsgálatokat indít 1929 körül betonba ágyazott hengerelt acél tartók esetében (Stüssi 1932). Ez volt az első jelentés a kompozit keresztmetszet rugalmas-képlékeny viselkedéséről és egy hatékony súrlódás/tapadási kapcsolat hiányáról a terhelés utolsó fázisában. Az anyag, a csatlakozók teljes mértékben való kihasználása érdekében, Stüssi a „szerkezeti csúszáskorlátozások” beépítését javasolja a felső peremre hegesztett acél elemekkel. Az 1944 évi T.K.V.B.H. konferenciáján beszámoltak a svájci mérnökök vezető pozíciójáról Európában az acél-beton kompozit építkezések vonatkozásában.

A Stahlbau Zschokke AG társaságnál, Fritz Bühler (1891–1959), vezetése alatt az elmélet valósággá vált Európában: a Willerzell viadukt a Sihl tó fölött, (Svájc – 1936) volt az első európai híd amely, csatorna alakú hegesztett nyíró csatlakozókat tartalmazott (9. ábra).

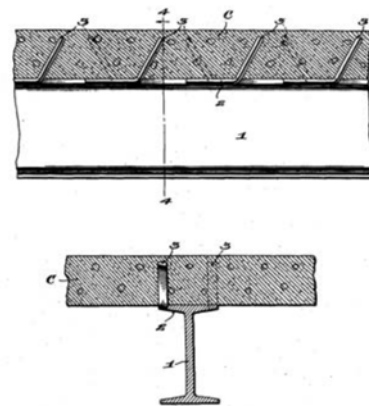


9. ábra
Willerzell viadukt a Sihl tónál 1936-ban – keresztmetszet
(Eitzelwerk, 1934-1935-ben AG)

Fejlesztések az USA-ban

Az első világháborút követően az USA-ban a személygépkocsi- és a gépipar már rendkívül hatékony, karcsú felfüggesztett födém rendszereket igényelt. Julius Kahn már 1921-ben szabadalmi kérvényt nyújtott be egy kompozit tartóra, melyet 1926-ban (Kahn 1926) meg is kapott. Váltakozó, hajlított karimás tartó-szakasz csatlakozik a vasbeton födém formában. Egy modern megjelenésű acél-beton kompozit keresztmetszet (10. ábra) hozott létre: váltakozó, felfelé hajlított, kivágásos elemekkel csatlakozik az acéltartó a felette levő vasalt betonlemezhez.

Nagy léptékű kompozit hídgerenda kísérletekbe fogott Searcy B. Slack 1930 és 1932 között (Slack 1948). Slack tartózkodott attól, hogy tiszta súrlódás/kötélék-et használjon és a nyíró feszültségek átvételére kampó alakú betonacél elemeket hegesztett az acéltartó betonnal érintkező felső talpára. Közvetlenül ezután, 1933-ban a Oregon Állami Autópálya Igazgatóság egy kb. 21.7 m nyílású közúti hidat építetett, amelynek öt acél tartóját vasbeton kereszt tartókkal kötötték össze, egy rácsot hozva létre. Szegecselt, Z-alakú fülek biztosítják a mechanikus kötést a vasbeton pályaszerkezethez (Paxson-1934).



10. ábra
Kompozit gerenda (Kahn 1926)

1.4 Klasszikus fázis (1950 – 1975): az elemek számszerűsített kapcsolata a keresztmetszetben és a kompozit acél-beton építkezések megjelenése

Röviddel ez után az USA-ban megjelentek az első sikeres acél-beton kompozit hidak a „födém és hosszmerítő híd” formájában, 6 és 24 m közötti nyílásokkal. Ezekben az egyenes vagy ferde acél gerendás vasbeton pályaszerkezetes hidak esetében a vasbeton födém biztosítja a terhek megfelelő keresztirányú elosztását, és ellenáll a nehézgépjárművek „lyukasztó kerékhatás”-ának (Richart 1948). Newark volt az, aki 1938-ban kezdte az ilyen típusú hidak elméleti alapjait kidolgozni, és ezek alapján 1943-ban kiadni az első tervezési elgondolásokat (Newmark és Siess 1943). Kiterjedt vizsgálatokra alapozva Newmark (1948), Richart (1948) és Siess (1948) képes volt röviddel a második világháború után befejezni és közzétenni ezen hidak gyakorlati tervezési elméletét.

Az Állami Autópálya Hivatal Amerikai Egyesülete (AASHO) 1944-ben tette közzé először az acél-beton kompozit híd szabványt.

1948. április 27-én újjáalakult a Szerkezeti Beton Német Bizottsága (DAS_t). Tudva azt, hogy a háború alatt sok acélhíd megsemmisült, és ezek újjáépítése gazdaságosabb és könnyebb lenne az új típusú öszvértartókkal, arra sarkalta a DAS-t, hogy létrehozza a „kompozit tartó” albizottságot, Wilhelm Klingenberg (1899 – 1981) vezetése alatt, aki már 1929-ben, Hugo Junkers mellett belekóstolt a kompozit szerkezetek építésébe. 1949 májusában kezdte el a munkát (Klingenberg 1949) és azonnal meghatározta két nemzetközi konferencia segítségével, 1949 decemberében és 1950 áprilisában (Schleicher & Mehmel 1950) a kompozit építkezés nemzetközi státuszát. Klingenberg átfogó tesztsorozatokat szervezett, hogy megoldásokat nyújtson a még tisztázatlan kérdésekre és két évvel később bemutatta megállapításait (Klingenberg 1952.). Az albizottság első szabvány tervezetét a „közúti hidak kompozit tartóinak tervezését”, már 1950-ben benyújtották. A DIN 1078-at (acél-beton kompozit hídgerendák) 1955-ben valamint a DIN 4239-et (kompozit gerendák épületekben) 1956-ban vezették be.

Franz Dischinger alapvető munkája 1936 és 1939 között szilárd keretet biztosított a tervezéshez, figyelembe véve a kúszás és zsugorodás jelenségét, egyúttal lehetővé tette Dischinger (1949) számára, hogy feszített és feszítés nélküli kompozit tartókat tervezzen

Mintegy 20 évvel később, Sattler (Németország) kiállt az acél-beton kompozit tartó elmélet mellett (Sattler 1953). Sokkal praktikusabb és átfogó számítási javaslatait, az idealizált elasztikus modulus alkalmazásáról, Bernhard Fritz (Schleicher & Mehmel-1950) egy könyvben, „a hídépítő gyakorlat”-ban (Fritz 1961) foglalta össze, melyet örömmel és gyakran használtak.

A kivitelezés megelőzte a kutatást az építőiparban.

Hellmut Homberg (1909 – 1990) (Schleicher & Mehmel 1950) a német acél-beton kompozit hídépítő számára két korai szerkezet formájában újdonságot nyújtott: híd az Agger folyó felett Ehreshoven-nél (1946-1947-ben épült és 1991-ben elbontották és áthelyezték - 11. ábra) és egy másik, az Erft folyó felett Bad Münstereifel-nél (1948-1949-ben épült).



11. ábra
Agger brücke

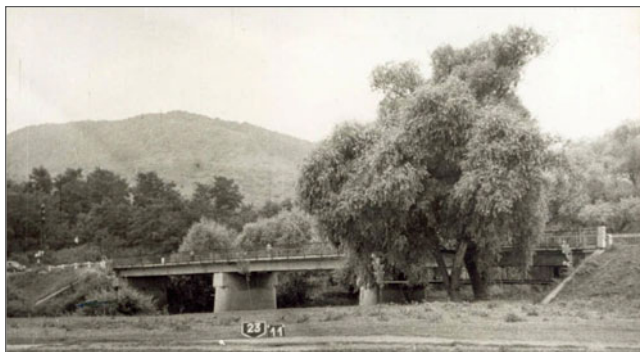
Klingenberg (1949) öt korai szerkezetet nyújt, 1949-ben alsó majnai híd Frankfurtban – építés alatt feszített beton szerkezettel, figyelembe véve az önsúlyt és a hasznos terheléseket.

A Homberg és Dietrich Fuchs által 1951 márciusában átadott Herdecke híd a Ruhr folyón (1. ábra) nagyban hozzájárult az előfeszített acél-beton kompozit hídépítés elterjedéséhez. 1957-re már több mint 60 nagy acél-beton kompozit híd állt a német közúti főútvonalakon. Az 1950-es évek végére a rövid – közép méretű acél-beton kompozit hidak már nem tudnak versenyezni a hasonló nyílású feszített beton hidakkal, ezért ettől kezdve a nagyon karcús, nagy nyílású gerenda hidak építésénél veszik figyelembe őket.

Az öszvérszerkezetek igazi korszaka a második világháború befejezése után kezdődött. Alkalmazási területük a háborús pusztítások és a nagyfokú acélhiány miatt jelentősen megnőtt Európában. Az ötvenes éveket követően az öszvérhidak alkalmazásában lassú, de folyamatos növekedés mutatkozott egészen a nyolcvanas évekig.

Alkalmazások Magyarországon

E korszak Magyarországon is komoly fejlődést jelentett az öszvérszerkezetű hidak alkalmazása területén. A szó mai értelmében vett öszvérhidak Magyarországon a II. világháborút követő óriási méretű helyreállítási munkában épültek először nagy számban, olyannyira, hogy e munkához mintaterv is készült. A szerkezet-választást a háborút követő építőanyag hiány, mindenek előtt a hengerelt acél és az állványanyagként használható fa hiánya indokolta. A jelentős számú (pl. Borsod-Abaúj-Zemplén megyében kb. 40 db), jellemzően 10-20 m támaszközű hídból jó néhány ma is szolgálja a forgalmat. Példa-



12. ábra
A hosszúrégi Sajó-híd

ként érdemes megemlíteni a Vadna közelében épült ún. *hosszúrévi Sajó-hídat*, (12. ábra), amely katonai készletből származó 4 db I 800 melegen hengerelt tartókból épült, vasbeton pályalemezzel folytatólagos háromnyílású szerkezetként. A híd 2003-ig állt szolgálatban, ekkor vált esedékessé egy új híd építése, elsősorban a rávezető út igen rossz, balesetveszélyes nyomvonala és a híd elégtelen teherbírása miatt.

Ma is szolgálatban áll az egymáshoz igen hasonló *szalonnai és edelényi Bódva-híd* (13. és 14. ábra). Ezek érdekessége, hogy bontásból származó 6-6 db I 360 tartó képezi az acél tartó-vázat, amelyen elhelyezkedik a vasbeton pályalemez. A hossztartók együttműködésének javítására a nyílás közepén vasbeton keresztgerendát készítettek. Mivel a 13,00 m támaszközhez képest a 360 mm acél-tartó magasság ($l/h=40$) viszonylag csekély, a szalonnai hídnál a vasbeton pályalemez erőteljes kiékelést kapott, így biztosítva a szükséges szerkezeti magasságot. Mindkét hidat a közelmúltban a Pannon Freysinnet Kft. szabad-kábeles feszítéssel megerősítette.



13. ábra
A szalonnai Bódva-híd



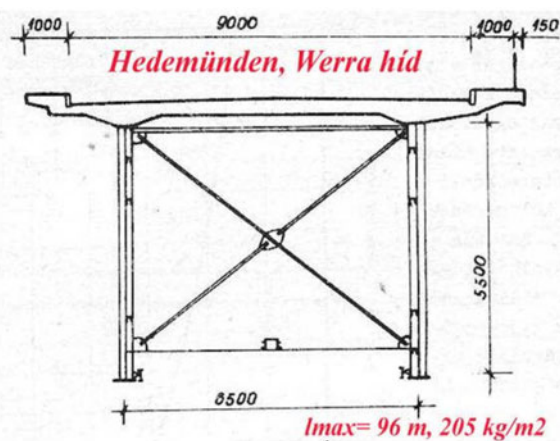
14. ábra
Az edelényi Bódva-híd

A háborús pusztítások zömének helyreállítása után az öszvérhidak építésében szünet állt be. Ennek nyilvánvaló oka az elméleti kérdések tisztázatlansága és a szabályozás hiánya volt. A háború után kiadott első állandó, 1956-ban megjelent Közúti Hídszabályzat egyáltalán nem tesz említést erről a szerkezeti rendszerről. Így a megépült öszvérszerkezeteknél (elsősorban közúti hídpályák) a tervezők nem támaszkodhattak biztos elméleti, szabályzati háttérre.

Az 1950-es évek végén – elsősorban a németországi példák nyomán indult meg a fejlesztő, tervező munka. Az elméleti háttér felderítésében, magyar nyelvű megjelenítésében, a műegyetemi oktatási tananyagként való bevezetésében elvülhetetlen érdemei vannak Dr. Platthy Pálnak.

Az első ízben 1963-ban megjelent, a mérnökképzés céljára írt jegyzete először ad átfogó ismeretet az öszvérhidak szerkezetéről, számítási és elméleti problémáiról, építési módszereiről és hívja fel a figyelmet a szerkezettípus gazdaságos építhetőségére (15. ábra). Részletesen taglalja a rugalmas számítás alapelveit, a méretezési módszer problémáit és megoldását. Foglalkozik a különböző anyagból összetett keresztmetszet rugalmas számításának lehetőségeivel, felvázolja a beton lassú alakváltozásából fakadó problémákat és ezek megoldási lehetőségeit.

Platthy professzor egy 1965-ben kiadott szakmérnök jegyzetben részletesen bemutatja az öszvértartók számításának elméleti hátterét a beton kúszásának és zsugorodásának figyelembevételével. Hozzáférhetővé és számpéldákon keresztül használhatóvá teszi a Fröhlich-féle differenciálegyenlet megoldását kéttámaszú, állandó keresztmetszetű öszvértartóra, majd ennek Sontagtól származó közelítését. Világossá teszi, hogy a gyakorlati munkára ezek az eljárások nem alkalmasak, azonban fontos ellenőrzési és kiindulási pontot jelentenek a közelítő eljárásokhoz. Bemutatja a beton „képzelt” rugalmassági tényezőjével dolgozó Fritz-féle megoldást annak elméleti háttérével együtt, megnyitva az utat a gyakorlati analóg számítás végrehajtásához (ebben az időben hatékonyan használható numerikus számítás még nem létezett!).



15. ábra
Részlet a Platthy jegyzetből

Felvázolja a rugalmas kapcsolóelemekkel készülő öszvértartók számításának elveit és ennek alapvető egyenleteit. Módszert ad a kapcsolóelemek méretezésére.

A tervezési munka szabályozására a KPM Hídosztálya 1958-ban irányelveket („Irányelvek együttdolgozó szerkezetű közúti hidak tervezéséhez,”) adott ki, jórészt a német előírások és tapasztalatok figyelembevételével. Ekkor már 6 éve érvényben volt a vasúti hídszabályzat (VH) és 2 éve az 1956-ban kiadott közúti hídszabályzat (KH). Mind a kettő a méretezés alapjául a mértékadó és a határ-igénybevételek összevetését rendeli el, tehát osztott biztonsági tényezőkkel dolgozik. Mivel az öszvértartók rugalmas méretezésében nincs értelmezve a határ-igénybevétel fogalma (sőt az ezeket leíró keresztmetszeti jellemzők sem), az irányelvek készítésében visszaléptek a feszültségek kimutatásának szintjére, megtartva azonban a mértékadó és határfeszültség összehasonlítását (tehát az osztott biztonsági tényezőket).

Az 1967. évi Közúti Hídszabályzat az első állandó előírás, amely az öszvérhidak tervezésével foglalkozik. A legfontosabb, máig érvényes változtatás, hogy visszatér a megengedett feszültségen alapuló (ún. egységes biztonsági tényezős) méretezési eljárásra. A bevezetést kommentáló cikkében Apáthy Árpád, a közúti hídszabály vezetője így ír erről:

„Acéltartóval együttdolgozó vasbeton szerkezetek továbbá különböző időpontokban készült betonrészekből álló tartót nem lehet a mértékadó és a határ-igénybevétel összehasonlítása alapján méretezni, mivel az egyes igénybevételek esetében más-más tartókeresztmetszet-részek (acél, beton) szélső széleiben keletkező feszültségeket kell kiszámítani, s ezeket összegezni. Ennél az eljárásnál az egyes feszültségek tanítása nem adna megfelelő eredményt, különösen akkor nem, ha ellentétes előjelű feszültség-összetevők fordulnak elő. „

E megfogalmazás a mai napig teljesen helytálló, nem igényel kiegészítést.

A szabályzat az akkori igényeknek megfelelően rendezi a főtartó és pályalemez-hatás vizsgálatát, a vasbetonlemez együttdolgozó szélességének számítását, a szóba jöhető együttdolgozó kapcsolatfajták számítási módját. A megalkotott szabályozás színvonalát jelzi, hogy az egészen a 80-as évek végéig hatályban maradt. A szakirodalmi, elméleti és szabályzat-készítési munka eredményeként megindul és rohamosan fejlődik az öszvérhidak tervezése és építése az 1960-as évek elejétől mintegy 10 évig, majd csökkenő lendülettel folytatódik 1983-ig. E munka során – a kor adottságaiból következően – szinte kizárólag az UVATERV tervező csapatának alkotásait valósítják meg a kivitelezők. E tervező csapat olyan alkotásokat hoz létre, amelyek úttörők a magyar hidépítés történetében. Az első nagyobb híd az 1962-ben épített *letenyei Mura-híd*, amely magyar-jugoszláv kooperációban jött létre UVATERV tervek alapján (16. ábra)

A folytatólagos gerendahíd teljes hossza 141 m, a nyílásbeosztása 46,50 + 47,0 + 46,50 m. Mint szinte minden hasonló, azonos nyílásokat tartalmazó híd – ez is a régi, kéttámaszú rácsos hidak helyén épült. A híd 4 db. acél I keresztmetszetű főtartón támaszkodó monolit vasbeton lemezből áll. Noha az M7 autópályán a közelmúltban elkészült új Mura-híd leveszi a forgalom egy részét, a híd ma is szolgálatban áll.

Feltétlenül meg kell említeni az 1968-ban épült *endrődi Hármaskörös híd* mederszerkezetét. Az UVATERV tervei szerint a szerkezet kéttámaszú gerenda, 49 m támaszközzel, két szekrény keresztmetszetű főtartóval és 16 cm vastag pályalemezzel (17. ábra). Az akkori idők törekvéseinek és adottságainak megfelelően (rendelkezésre állt az Erzsébet-híd kábeleinek gyártásához beszerzett gépsor) a hidat szabad kábelekkel feszített acélszerkezetként tervezték és építették meg. A feszítés várható pozitív hatásait – mai vélemény szerint – erősen túlbecsülve, az acélszerkezet magasságát, és ezzel a teljes szerkezeti magasságot igen kicsire választották (ez utóbbi 1,55 m, a támaszköz 1/32-ed része), aminek következtében a híd lengésre igen hajlamos volt. Az acél szekrénytartók alsó övét is igen gyengéren tervezték, mert az arra jutó húzóerő felvétele a kábelekre volt bízva. A tervezett összes feszítőerő $8 \times 1540 = 12320$ kN volt.



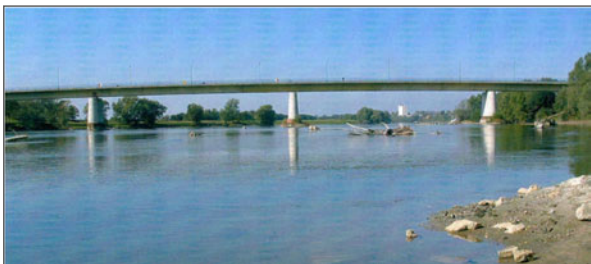
16. ábra
A letenyei Mura-híd



17. ábra
Az endrődi Hármaskörös-híd bontás közben

Mivel az erősítési munkák gazdaságos megvalósítása nem látszott reálisnak, a híd – szerkezetet 2009 nyarán elbontották.

Az öszvérhidak magyarországi építésben fontos mérföldkő az 1969-ben átadott *barcsi Dráva-híd*. A híd az UVATERV tervei alapján, közös magyar-jugoszláv kivitelezésben épült négynyílású folytatólagos gerenda, 69,80 + 70,60 + 70,60 + 69,80 m támaszközzel, 280,8 m összhosszúsággal. Ez ma is az ország második leg-hosszabb öszvérhídja (18. ábra). A támaszköz által indokoltan egy cellás szekrénykeresztmetszet épült (a vasbeton pályalemez alkotja a felső övet), viszonylag nagy ($l/23$) szerkezeti magassággal. A vasbeton lemez elkészítése két ütemben történt: a mezőben segédjármon feltámasztott állapotban, majd a támaszok felett a segédjármokat eltávolítva készült el a lemez. A lemezt a negatív nyomatékkal terhelt szakaszokon a repedések elkerülésére a lemezben vezetett injektált kábelekkel megfeszítették.



18. ábra
A barcsi Dráva-híd



19. ábra
A győri Rába-híd

1970-ben készült el UVATERV tervek alapján a *győri Rába-híd*, amely szintén fontos darabja a magyar öszvérhíd építésnek (19. ábra).

A tervező – kihasználva az elméleti háttér és a hazai ipar adta lehetőségeket – egy különleges hidat tervezett. A híd 57,00 + 67,00 + 57,00 m támaszközzel, 700-as ferdeséggel, 3 db hegesztett I keresztmetszetű főtartóval épült, teljes hosszúsága 181,00 m. Az acélszerkezetet a hídfő mögé szerelték, és hosszirányú behúzással jutatták a helyére. A vasbeton pályalemezt a nyílásokba elhelyezett 1-1 jármon fekvő acélszerkezeten készítették el, majd a beton megszilárdulása után a jármokat elbontották, és a pályalemezt a támaszok felett hosszirányban megfeszítették. Ezen kívül e hídnál (a hazai hidak közül másodikként) szabadkábeles feszítést is alkalmaztak, első ízben tört vonalú kábelvezetéssel. A teljes feszítőerő a három főtartón $3 \times 6 \times 1035$ kN = 18630 kN volt.

Az építésben a bonyolult építési manőverek eredményeinek ellenőrzésére helyszíni mérésekkel a BME Acélszerkezetek Tanszéke is részt vett, Dr. Szittner Antal vezetésével. E mérés során alkalmazták először Magyarországon kiterjedten a beütött acélgolyókon mérő felrakható nyúlásmérőt, az un. Pfender-Setzdehnungsmesser-t. A 18 db. kábelben a terv szerinti kábelerő mérése és beállítása ugyancsak a tanszék feladata volt, amelyet a betervezett menetes száron futó, talpcsapágyon forgó anyával és nyomatékmérő kulccsal valósítottak meg.

A próbaterhelés eredményei közül három megállapítást érdemes kiemelni:

- a kábelerők a járműteher változását csak nagyon lustán követik (azaz nem nagyon vesznek részt annak viselésében);
- a mért lehajlás csak kb. 70%-a a számításnak;
- a vonathatásábrán jól látszik a két szélső főtartó eltérő viselkedése, amit a korabeli számítási módszerek nem tudtak követni. A híd jelenleg is jól működik.

Az 1974-ben átadott algyői Tisza-híd (20. ábra) volt az első olyan folyami híd a háború után, amelyet új nyomvonalon, új átkelési lehetőségként, nem egy régebbi híd kiváltására, pótlására építettek. Elsőként épült öszvérhíd szabad betonozással, vagyis az acélszerkezetet a pályalemez készítésekor segédjármok nem, csak a végleges megtámasztások támasztották alá. Az így készült szerkezetben értelemszerűen a vasbeton pályalemez súlyát teljes egészében az



20. ábra
Az algyői Tisza-híd

acéltartók viselik, ami többlet acél-felhasználással jár, ugyanakkor elmarad a segédjármok építésének költsége. Az algyői híd acélszerkezetét is ennek megfelelően szintén szabad szereléssel, úszódaru segítségével építették.

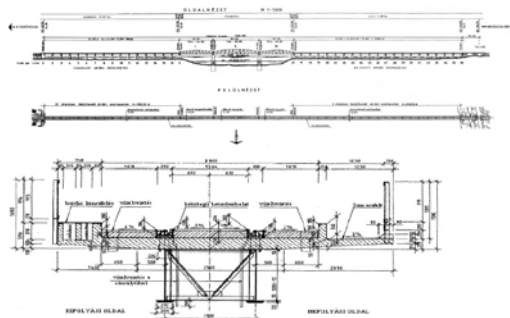
Előrelátó tervezéssel a hidat egy 2x2 sávós átkelés egyik feleként építették meg.

A korát legalább két évtizeddel megelőző koncepció eredményeként született 1976-ban az UVATERV tervei alapján a 20-30 m nyílás áthidalására az ún. *kettős betonövű öszvér gerenda*, melynek néhány példányát az M3 autópálya akkor épült szakaszán építettek be felüljáróként (21. ábra). A terv lényege, hogy az üzemben olyan légmentesen zárt acél szekrénytartókat készítenek, amelyek a helyszínen nem igényelnek vasszerkezeti szerelők munkát. A gerenda felső, nyomott övét monolit beton, a pályalemezt előregyártott vasbeton panelek képezik. A panelek kialakítása olyan, hogy a helyszíni kapcsolatokat zsaluzás-mentes betonozással lehessen létrehozni. (Németországban néhány évvel ezelőtt kezdtek hasonló acéltartókat alkalmazni, de a pályalemezt ilyenkor az acéltartókon mozgó zsaluzó-kocsin készítik.)

Klasszikus öszvérhíd a Tisza felett átívelő kiskörei vasúti híd (22. ábra).



21. ábra
Az M3 autópálya felüljárója



22. ábra
Kiskörei vasúti híd, hossz- és ártéri híd keresztmetszete

1974-ben kezdődött meg az öszvértartós ártéri nyílások építése. A hegesztett, egyenként 8 tonnás gerinclemezes ártéri acélszerkezeteket a MÁV Hídépítési Főnöksége gyártotta. A két ártéri hídszakasz kéttámaszú, vasbetonlemezzel együttműködő acélszerkezetű (öszvér) gerendahidak sorozatából áll. A tartók támaszköze általában 11,85 m, ettől csak a két szélső támaszköz tér el kis mértékben. 1976-ban készült el a híd, melynek bár gyártási és szerelési tapasztalatai kedvezőek voltak, máig a MÁV első és egyetlen öszvértartóshídja.



23. ábra
A tahitótfalui Duna híd

Az M3 autópálya felüljáróin kívül ezzel a szerkezettel készült el később két siófoki Sió-híd is.

A *tahitótfalui Duna-híd* (23. ábra), amely az UVATERV tervei alapján 1977-ben készült el, mindmáig egyetlen folyami hídként, amelyen a pályalemez teljes egészében előregyártott, feszített beton-elemekből áll. A szerkezet kialakításával kapcsolatban felmerült számos probléma megoldásában laboratóriumi kísérletekkel (az együttműködő kapcsolat célszerű kialakítására), valamint építés közbeni mérésekkel a BME Acélszerkezetek Tanszéke is közreműködött. Az acélszerkezetet segédjármokon szerelték össze, majd a teljes szélességű, kb. 3 m hosszú

előregyártott pályatáblákat autódaru rakta le maga elé, a már elkészült szakaszon haladva előre. A pályatáblákban kihagyott lyukakban hozták létre a kapcsolatot az acéltartóval egyedi, különleges kialakítású, dobozszerű fogakkal, helyszíni kibetonozással. A pályalemezeket a hossz tengely irányában összefeszítették.

Az építés befejezése után a BME Acélszerkezetek Tanszéke a szokásosnál lényegesen kiterjedtebb mérési programmal végezte el a híd próbaterhelését. Ebből két tényert érdemes kiemelni:

- a legnagyobb lehajlások szinte teljesen egyeztek a számítással (öszvérhidaknál a mért érték általában csak a 70-80%-a szokott lenni a számítotttnak);
- a támaszok feletti görbület mintegy 5%-kal meghaladta a számított értékeket, jelölül a feszített pályalemez szakasz számítottól eltérő viselkedésének.

E két tény azt mutatta, hogy a híd merevsége kissé alacsonyabb a monolit pályalemezzel készült hidakénál. Az 1980-as évek fordulóján épült két Szamos-híd (Csengeren és Tunyogmatolcson), majd hosszabb szünet következett.

A modern kori öszvérszerkezetű hidak fejlődését és napjainkban való alkalmazását a következő részben tárgyaljuk

SZAKIRODALOM

- [1.] *On the evolution of steel-concrete composite construction*
Dipl.-Ing. Eberhard Pelke1, Dr.-Ing. Karl Eugen Kurrer – 5th International Congress on Construction History, Chicago, 2015
- [2.] *Steel-concrete composite bridges. General concepts*
David Collings – Published by Thomas Telford Publishing, 2005
- [3.] *Vasbetonlemezzel együttműködő acéltartók*
Dr. Platthy Pál – Műegyetemi Kiadó, 1995, Jegyzet azonosító: 90 363
- [4.] *Öszvér híd építés Magyarországon*
Dr. Szatmári István - BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke, 2009
- [5.] *Régi – és új típusú öszvérhidak*
Rózsás Árpád – Bachelor of Science thesis in Structural Engineering, 2010
Wikipédia

Különböző méz fajták összehasonító vizsgálata és a hőkezelés hatása egyes tulajdonságaikra

Comparative Study of Different Honies and the Effect of Thermal Processing their Some Properties

Studiul comparativ a diferite tipuri de miere și a efectului tratamentului termic asupra unor proprietăți

Dr. TAMÁS Melinda

SAPIENTIA EMTE Kolozsvár, Csíkszeredai Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék,
RO-4100 Csíkszereda, Szabadság tér 1., Tel.: 40-266-314-657, fax: 40-266-372-099;
tamasmelinda@cs.sapientia.ro, www.emte.ro

ABSTRACT

Bee honey is one of our oldest foods, which is still an important component due to favourable dietary nutrition. The most suitable parameters for determining the counterfeiting are sucrose and proline content as well as the electrical conductivity. We investigate the physicochemical properties (colour, taste, hygroscopicity, water content, electrical conductivity, pH, sugars and proline content), and based on these parameters we compared the results with several commercial honey products, in order to identify the possible adulteration.

Keywords: honey, adulteration, chemical composition, physical-chemical properties

ÖSSZEFOGLALÁS

A méz az egyik legősibb élelmiszerünk, mely kiváló étrendi hatása miatt a mai napig fontos kiegészítője az emberi táplálkozásnak. A hamisítás megállapítására legalkalmasabb paraméterek a szacharóz- és a prolintartalom, valamint az elektromos vezetőképesség. Munkánk során vizsgáltuk több termelő mézének a fizikakémiai tulajdonságait (szín, íz, higroszkóposág, víztartalom, elektromos vezetőképesség, pH-érték, cukrok, hidroximetil-furfurol-tartalom), ezen paraméterek alapján összehasonlítottuk a kereskedelemben kapható mézekkel, vizsgálva az esetleges változásokat, illetve vizsgáltuk a hőmérséklet hatását méz egyes tulajdonságaira.

Kulcsszavak: méz, kémiai összetétel, fizikai-kémiai tulajdonságok

1. BEVEZETÉS

A méz ősidők óta az ember táplálkozásában fontos szerepet játszik, étrendi és egészségre gyakorolt pozitív hatásának köszönhetően. Az ember és a méhek kapcsolata több ezer évre tekint vissza. Első jel a mézről egy Spanyolországi sziklarajzról származik, a Cromagnoni ősember sziklarajza az Arana barlangban található, mely egy lányt ábrázol, aki méhek között lépesmézet szed egy üregből. Ebben az időben a mézfogyasztás léppel, petével együtt történt.

A Magyar Élelmiszerkönyv meghatározása szerint a méz „méhek által a növényi nektárból vagy élő növényi részek nedvéből, illetve növényi nedveket szívó rovarok által az élő növényi részek kiválasztott anyagából gyűjtött természetes édes anyag, amelyet a méhek begyűjtenek, saját anyagaik hozzáadásával átalakítanak, raktároznak, dehidrálnak, és lépekben érlelnek.” Elmondható tehát, hogy a méz a növények és a méhek terméke egyszerre (Lampeitl, 1997, Czipa, 2010,).

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A méz keletkezése és jelentősége

A méz alapanyaga a nektár, mely a növények vairágaiban, azok kiválasztó tevékenysége során keletkezik. Mivel rendkívül magas a cukorkortartalma, így a méhek és más rovarok fő tápanyagforrása. A nektárt a méh a mézgyomorban szállítja a kaptárba, és a lép sejtjeibe üríti, majd ezt a méhek mézzé élelik. A nektár 30-90%-os nedvességtartalommal rendelkezik, míg a mézzé érlelési folyamat végére ez 18-20%-ra csökken (Kiss, 1989).

A mézek eredetét meghatározhatjuk növényi és földrajzi származás szerint.

A mézek fő alkotórészei (1. táblázat) az egyszerű cukrok (glükóz, fruktóz), amelyek egy része már a szájjüregben felszívódik, gyors energiaforrássul szolgálva, így legyengült szervezet megerősítésében és teljesítmény növelésében lehet szerepe.

1. táblázat. A méz átlagos összetétele (Frank, 2006)

<i>A méz alkotórészei</i>	<i>Átlagos tartalom (%)</i>	<i>Határértékek (%)</i>
<i>Víz</i>	17,2	13,4-22,9
<i>Fruktóz</i>	38,2	27,3-44,3
<i>Glükóz</i>	31,3	22,0-40,8
<i>Szacharóz</i>	1,3	0,3-7,6
<i>Maltóz</i>	7,3	2,7-16,0
<i>Oligoszacharidok</i>	1,5	0,1-8,5
<i>Ásványi anyagok</i>	0,2	0,02-1,03
<i>Egyéb frakciók</i>	3,1	0-13,2
<i>Nitrogén</i>	0,04	0-0,13

Nem rendelkeznek magas ásványianyag tartalommal, de elősegítik a felszívódást (pl. vas). Savtartalmának és a glükóz által előidézett inzulin termelés növekedésnek köszönhetően étvágyjavító hatása van (Tóth, 1983).

Vitamin tartalma nem jelentős, de a mézben jelenlévő nikotin-, fol- és pantoténsav, biotin, B₆-, C-, K-vitamin és az acetilkolin javítja a bélflóra összetételét, és emésztésjavító hatása is ismert.

Összeségében elmondhatjuk, hogy a méz rendszeres fogyasztása jótékony hatással van az emberi szervezet működésére (Szalay és Halmágyi, 1998).

2.2. A méz tulajdonságai

2.2.1. Érzékszervi jellemzők

A méz érzékszervi vizsgálata során a fizikai tisztaságát, a színét, ízét, illatát és a méz állományát lehet felmérni.

A fizikai tisztaság esetében a fogyasztásra vagy értékesítésre kerülő méznek nem szabad idegen anyagot tartalmaznia, vagyis a méz termelése, kezelése, tárolása folyamán különböző, a mézbe kerülő anyagokat el kell távolítani. Ezekről a fizikai szennyeződésektől zárt helyen történő pörgetéssel, pörgetés utáni szűréssel és felszíni tisztítással lehet megszabadulni.

A méz színe az egyik legváltozóbb paraméter, mely a fehértől, a halvány sárgán át, a vörösön keresztül egészen a feketéig terjedhet (González-Miret és mtsai., 2007). A méz színét a földrajzi és növényi eredete, a gyűjtés ideje, éghajlati viszonyok, ásványi anyag tartalom, nektáreredetű színanyagok, illetve a méz tárolás és kezelése határozza meg. A leginkább meghatározó tényező a méz színére azonban a növényi eredet és a kezelési mód. Ez az érzékszervi tulajdonság színmérésre alkalmas, ún. színkoloriméter segítségével (Pfund Color Grader) határozható meg. A színeket a nemzetközileg megállapított színérték alapján sorolják be (2. táblázat).

2. táblázat. Nemzetközileg elfogadott színérték tatományok

Színtartomány	Színérték (mm)
Vizfehér	0–8
Extrafehér	9–17
Fehér	18–34
Extra világos borostyán	35–51
Világos borostyán	52–85
Sötét borostyán	85–115 és felette

A méz aromáját, illatát a növényi eredete határozza meg. Egyes fajtamézek illatta egyértelműen a virágra jellemző (hárs-, repce-, akác-, levendulaméz, stb.).

A mézek aromáját befolyásoló diacetilt, mely a méz karamellíz kialakításában játszik szerepet, a metilantranilátot, mely a narancsillat fontos meghatározója, és a méz jellegzetes illatanyagát, a fenilecetsavat, a gázkromatográfiás vizsgálatok fejlődésével, az 1960-as évek után tudták azonosítani, (Kiss, 1983).

A méz állománya (konzisztenciája) függ a méz fajtájától, a tárolási idő hosszától és az időjárási körülményektől (hőmérsékletingadozás), illetve a mézben jelenlévő egyszerű cukrok arányától (glükóz-fruktóz arány), a víztartalomtól, és a poliszacharidok és a dextrinek mennyiségétől. A lépből pörgetéssel kinyert méz kezdetben folyékony, kis mennyiségben esetleg tartalmaz mikrokristályokat. A tárolás során a halmazállapot megváltozik, és a méz elkezd opálosodni, majd egy kis idő múlva kristályossá válik, de ez a változás nincs hatással a méz kémiai tulajdonságaira.

2.2.2. Fizikai jellemzők

2.2.2.1. Higroszkóposság, víztartalom

A méz higroszkóposága azt jelenti, hogy milyen mértékben képes a méz a levegő nedvességtartalmának a megkötésére, amit nagymértékben befolyásol a cukor tartalom (főként a fruktóz) és a levegő nedvességtartalma.

Az előírások szerint a méz víztartalma legfeljebb 20% lehet. A méhek a begyűjtött nektár víztartalmát (30-90% közötti), a mézérlelés során, amely 1-3 napig tart 18-20%-ra csökkentik. A méz nagy nedvszívó képessége miatt fedett helyen tárolható. A méz eltarthatóságát nagymértékben befolyásolja víztartalma, mely az elősegíti az erjedési folyamatok beindulását.

2.2.2.2. Sűrűség, viszkozitás

A méz sűrűségét a víztartalom és a hőmérséklet befolyásolja, ami 20%-os nedvességtartalom esetén 1,39 g/cm³ és 1,47 g/cm³ között változik.

A viszkozitást, amely folyékony anyagokra jellemző belső súrlódás, a méz esetében a hőmérséklet és a víztartalom szabályozza. A hőmérséklet és a víztartalom növekedésével arányosan csökken a viszkozitás, de ezt a tulajdonságot még befolyásolja a fajtajelleg, az eredet, a fehérjék és dextrinek mennyisége, illetve a kolloidanyagok jelenléte (Szel, 2006).

2.2.2.3. Fajhő, hővezető képesség

A kikristályosodott méz esetében a felmelegítéshez, a méz kezelhetősége érdekében, a megfelelő hőmennyiség kiszámításához szükség van a fajhő értékének ismeretére, amely 17%-os nedvességtartalmú méz esetében 0,54 Kcal/kg°C (Zander és Maurizio, 1975).

A méz melegítéséhez szükséges még ismernünk a hővezető képességét, amely finom, kristályos méz esetében $12,9 \cdot 10^{-5}$ W/m·K. Ez nagyon alacsonynak számít, de folyékony mézek esetében 2-74 °C hőmérsékleti határok között értéke a tízszeresét is elérheti (Kiss, 1983).

2.2.2.4. Elektromos vezetőképesség

A méz elektromos vezetőképességét a benne található ásványi anyagok, szerves savak és fehérjék koncentrációja határozza meg (Terrab és mtsai., 2002).

A román szabvány szerint a tiszta mézek elektromos vezetőképessége 0,8 mS/cm lehet.

A méz vezetőképessége szoros korrelációt mutat a kálium-tartalommal ($R=0,754$) (Guler és mtsai., 2007), és a prolin tartalommal, melyek alapján megkülönböztethetjük egymástól a mézfajtákat (Oddo és Bogdanov, 2004).

2.2.2.5. pH-érték

A méz savassága főként a szerves savaknak köszönhető, melyek koncentrációja kisebb, mint 0,5%, ami hozzájárul a méz zamatához, védelmet biztosít a mikroorganizmusokkal szemben, fokozza az antibakteriális és antioxidáns aktivitást. A méz savas pH értéke (3,6-4,5) ellenére fogyasztása során nem érezhető a savas íz, amely az ásványi anyagok, a fehérjék, az aminosavak és a peptidek pufferhatásával magyarázható (Kiss, 1983).

2.2.3. Kémiai jellemzők

2.2.3.1. Szénhidrátok

A mézben előforduló cukrokat a mono-, az oligo- és a polizacharidok csoportjába lehet sorolni. A mézben nagy mennyiségben a fruktóz és a glukóz van jelen, amelyek a méz szárazanyagának 85-95%-át teszik ki.

Szinte minden mézben jelen van az egy molekula glukózból és egy molekula fruktózból álló szacharóz vagy répacukor, amelynek tartalmát a nektáreredet, a tárolási idő és a méheredetű invertáz enzim mennyisége határozza meg. Az invertáz enzim a szacharózt fruktózza és glukózza bontja le.

A hamisítás szempontjából a szacharóz tartalomnak van nagyobb jelentősége, de a mézben jelenlevő szacharóz eredetének a kimutatása nem lehetséges, mivel azt nagymértékben befolyásolja a nektár hordásának mennyisége és a méz érlelési ideje. Bogdanov és munkatársai 2005-ben vizsgálatokkal igazolták, hogy a cukorsziruppal etetett méhek által termelt és a hagyományosan előállított mézet a szacharóz-tartalom alapján nem lehet megkülönböztetni.

2.2.3.2. Nitrogéntartalmú vegyületek, aminosavak, fehérjék

A méz fehérje-tartalma, amely átlagosan 1,0-1,5% körüli, a méz-érlelés során a méhek mirigyváladékából és a virágporból származik.

Az aminosav tartalom a méz szárazanyagának megközelítőleg 1%-át teszi ki, amelynek nagy részét (50-85%) a prolin alkotja, mely elsősorban a méhektől származik (Lee és mtsai, 1985; Aklam, 1998). A prolin mellett nagyobb mennyiségben a fenilalanin, hisztidin és a triptofán van jelen (Frank, 2006).

2.2.3.3. Enzimek, fermentumok

A méz számos enzimet tartalmaz, amelyek a méhektől illetve a nektárból származnak, illetve a mézbe vagy nektárba jutó mikroorganizmusok is termelhetik. Jelentősebbek a diasztáz, invertáz és a glukóz-oxidáz. Az eltérő nektárforrásoknak eltérő az enzimaktivitása, a nektár összetétele és koncentrációja, melyekre a méhek kora, a nektár folyásának intenzitása vannak hatással. A legfontosabb enzimek a diasztáz és az invertáz.

A diasztáz aktivitása a mézminősítés egyik fontos paramétere, mert a méz hosszú ideig való tárolása és melegítés inaktíválja az enzimet. Az invertáz enzimnek az a jelentősége, hogy a nektárban lévő szacharózt lebontja glükózza és fruktózza, így az érett mézben kisebb a szacharóz tartalom, így ennek az enzimnek a tevékenysége nagyon korán visszaesik, vagy leáll.

A méz antibakteriális, illetve sebgyógyító hatásában szerepe van a glukóz-oxidáz enzimnek, amely a glukózt bontja glükonsavra és hidrogén-peroxidra.

2.2.3.4. Vitaminok és egyéb biológiailag aktív anyagok

A vitaminok a mézben kis mennyiségben találhatóak meg, és kizárólag a vízben oldódó vitaminok vannak jelen benne: C-vitamin, B1, B2, B5, B6 vitamin, niacin, K-vitamin, valamint pantoténsav és biotin (H-vitamin). Igen kis mennyiségben tartalmaz még kolint, acetilkolint, és számos – különböző növényekről származó – illóolajat, flavonoidot, gyantát és terpénszármazékot (Kiss, 1983).

2.2.3.5. Aromanyagok

A méz fő jellemzője az aromája. A kis mennyiségben jelen lévő illékony vegyületek, együtt az íz és különböző fizikai faktorokkal hozzájárulnak az aroma kialakításához. A legtöbb élelmiszer aromáját, így a mézét is több vegyület komplex rendszere adja. Ezen összetevők egy részét már azonosították, és felhasználják a kereskedelemben kapható mézek azonosításában (Bousseta, 1992).

2.2.3.6. Ásványi anyagok

A mézben nagyon kicsi az ásványianyag tartalom (0,1-0,2%), amelynek mennyisége változik a növényi eredettől, a talaj tulajdonságoktól és a kezeléstől függően. Jelentős a méz káliumtartalma, a klór, a kén, a nátrium, a foszfor, a kalcium és a magnézium kisebb mennyiségben van jelen. A méz ásványianyag tartalma összefügg a méz színével. A sötétebb mézek ásványianyag tartalma magasabb Romániában a kereskedelemben található mézek közül, az ásványi anyagokban szegényebb, világos méz a domináns. A méz ásványianyag tartalmát egyértelműen befolyásolja a talaj ásványianyag tartalma, amelyről a nektár származik (Tunzen és mtsai., 2007).

2.2.3.7. Hidroxi-metil-furfurol (HMF) tartalom

A HMF egy ciklikus aldehid, amely a mézben lévő hexozók bomlásterméke. A HMF a méz egyik legfontosabb alkotóeleméből a frukózból képződik, sav jelenlétében. Kétféle képpen keletkezhet, egyrészt a monoszacharidok sav hatására történő lebomlásával (természetes úton), másrészt a Maillard-reakció révén.

A méz hamisításáról ad információt a méz HMF-tartalma, hiszen a friss mézben általában nincs jelen (vagy nagyon kis mennyiségben) a HMF, az csak melegítés, illetve hosszú tárolás hatására keletkezik, de az invert sziruppal történő hamisítás is megemelheti a HMF-szintet (Nozal és mtsai., 2001).

2.2.4. Biológiai jellemzők

2.2.4.1. Biológiai tisztaság

A mézben előfordulnak mikroorganizmus eredetű szennyeződések is. Ezek egy része a növényekről származik, míg a másik része a szakszerűtlen kezelés, tárolás és feldolgozás során kerülhet a mézbe. A méz nem nyújt számukra megfelelő életkörülményeket, gyakorlatilag egy száraz környezet, és a jelenlevő glükóz-oxidáz is gátló hatással van, így ha kis mennyiségben vannak jelen, akkor nem okoznak gondot. A felszaporodásukat a helytelen kezelés, a szennyezett eszközök, az éretlen méz kipergetése, nedves helyen való tárolás segíti elő, a mely a méz erjedéséhez vezethet.

A mézben előforduló mikroorganizmusok közül túlsúlyban vannak az erjesztők, főként a *Saccharomyces*, a *Schizosaccharomyces* és a *Torula* baktériumtörzsek. A mézben előfordulhatnak még aerob *Bacillus* és anaerob *Clostridium* spórák is (Frazier és Westhoff, 1978). A *Clostridium* spórák jelenléte a mézben különösen veszélyes a csecsemőkre és a kisgyermekre, akiknek nincs teljesen kifejlett immunrendszerük (Migdal és mtsai., 2000; Czipa, 2010).

2.2.4.2. Pollentartalom

A mézben különféle alakos elemek találhatóak, melyek közül nagyobb jelentősége a méhek által látogatott növényekről származó virágpornak van. Nektár- és virágporgyűjtés közben a méhek szőrzetére tapadó pollenek a kaptárba kerülve a mézbe hullanak (Czipa, 2010).

Néhány virág esetében már a nektárba is kerülhet pollen. A mézelő növények nektár- és virágpornak termelése rendkívül különböző lehet. Sok nektárt és kevés pollent adó növények pl. az akác, a levendula és a hárs. Kevés nektárt és sok virágpornak adó növények a szelídgesztenye és a nefelejcs (Kiss, 1983; Szél, 2006).

A méz virágpornak tartalmának és fajtájának meghatározásával lehetőség nyílik a fajtajelleg meghatározására. Ahhoz, hogy a vizsgált mézre a „fajta” jelzőt lehessen használni, szabványban meghatározott mennyiségben kell tartalmazni, az adott növényről származó virágpornak. Azt mondjuk, hogy a pollentartalom alapján a méz akkor nyilvánítható fajtaméznek, ha legalább 45%-ban tartalmazza az adott növény pollenjét (Maurizio, 1975).

3. A KUTATÁS CÉLJA

Napjainkban egyre többet hallunk a mézről, ezért célul tűztük ki annak megállapítását, hogy a kereskedelemben található illetve különböző termelőktől származó fajtamézek között vannak-e jelentős eltérések az egyes paraméterek tekintetében, és ha igen, akkor ezek alapján behatárolható-e egy minta növényi eredete.

Ha különbséget észlelünk, akkor adatainkat összehasonlítjuk a külföldi kutatók vizsgálati eredményeivel, bizonyítva, hogy különböző paraméterek változása a növényi eredetre vezethető vissza.

Mivel a hőkezelést, melegítést a kristályosodásra hajlamos mézek esetében világszerte alkalmazzák, ezért egy másik fontos célunk vizsgálni a méz hőkezelés során bekövetkező változásait. A méz melegítése során bekövetkező változások esetén a szakirodalomban különösen a hidroximetil-furfurol (HMF)-tartalom és a disztáz-aktivitás változását elemzik, de célunk a többi tulajdonságra kifejtett hatást is vizsgálni. Vizsgálataink során a mézeket hőkezelés alá vettük 40, 60, 80, 100 °C-os vízfürdőn, 10 percen keresztül.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A vizsgált mézfajták

Romániában, Székelyföldön leginkább elterjedt mézfajták a havasiméz, az akácméz, a hársmez, a napraforgóméz és a repceméz.

Az általunk végzett vizsgálatokhoz a fenti mézfajtákat használtuk fel, melyek egy része teremelőktől, másik része a kereskedelemből származott. A termelői mézek Székelyföld területéről származtak (Hargita és Kovászna megye), melyek származási helye ismert volt.

Megvizsgáltuk 5-5 darab termelőtől származó havasi-, akác-, hárs-, napraforgó-, repceméz mintát, illetve 5-5 kereskedelmi forgalomban kapható, hasonló mézfajták, melyek származási helyének Románia, Magyarország, Kína illetve Európai Unió volt feltüntetve.

Az *akácméz* színe kristálytiszta, egészen enyhén sárga, vagy egyes évjáratokban zöldes árnyalatú. Az akácméz illata akácvirág illatú. Mellékíz nélküli aromája teszi egyedivé, íze a legtöbb méznél édesebb, míg savtartalma a legtöbb méznél alacsonyabb. Gyümölcsucukorban igen gazdag, így lassan ikrásodik, akár 1-2 évig is megőrzi állagát. A világ három legkevesbé kristályosodó fajtaméze közül az egyik az akácméz. Jó édesítő képessége mellett ezért is olyan keresett a világpiacon. Vidékünkön is a legnépszerűbb mézek közé sorolható. Jó fertőtlenítő hatású, köhögés és gyomorsav túltengés esetén is ajánlott a fogyasztása.

Havasiméz, havasi málnaméz Erdély- hegy és dombvidékeinek, fennsíkjainak, málnavidékeinek gazdag, változatos mézélő növényeinek nektárjából készül. Nyugodtan mondhatjuk, hogy itt minden növény egyben gyógynövény is. Tehát a nektárjukból készült mézek különleges hatással bírnak, gazdag ízvilággal kínálnak. Illata, íze hozza az érintetlen természet tisztaságát, a havasi rétek üde zsongását. Színe szintén attól függ, hogy a mézharmat honnan származik. Általánosságban azonban elmondható, hogy e típusú méznek a színe igen sötét. A havasi méz illata igen enyhe, kissé fenyőre emlékeztető. Van olyan havasi méz, amelynek az íze összetéveszthetetlenül egyedi.

A *hársmez* színe a világossárgától a közép barnáig terjedő, íze rendkívül zamatos. Színe a gyűjtés idejétől függ. Az illata és íze határozott, fűszerezi az ételeket, italokat. Más mézekbe kerülve a hársmez gazdagítja azok zamátát. Nyugtató hatású méz, meghűléses betegségekre, vagy annak megelőzésére és hörghurutra kiváló, de alkalmas lázas betegségek enyhítésére és görcsoldásra is. A hársmez a természet egyik ajándéka a szervezetünk védelmére. Nyugtató hatású, ezért idegesség ellen is hatásos. A hársmez ajánlott a gyomorsav túltermelés miatti emésztési zavarok gyógyítására is. Fertőtlenítő hatása miatt főleg köhögés ellen javasolják. A hársmez kolin tartalma segít az érlemeszesedés elleni küzdelemben. Álmatlanság ellen is hatásos.

A *napraforgóméz* sajátságos ízű, kellemesen aromás, ízletes, a napraforgó termésének ízéhez hasonlítható. Közepesen gyorsan kristályosodik. A napraforgóméz alul elhelyezkedő nagy, kemény kristályait apróra zúzva, a folyékony fázissal elegyítve krémmézként is forgalomba hozzák. Színe a flavonoidok mennyiségétől függően az aranyárgától a narancssárgáig terjed. A napraforgóméz ízét az aromaanyagok összetétele és mennyisége határozza meg. A napraforgóméz víztartalma 17-19 százalék. Néhány hónapos tárolás után két fázisra válik szét: felül folyékony, alul kristályos. A jó termelői napraforgóméz répacukor-tartalma nem haladja meg az 5-7 százalékot. A napraforgóméz savas kémhatású - pH értéke 4,5-3,6 között változhat. A napraforgó méznek erősítő, fertőtlenítő, gyulladáscsökkentő hatása van, de savas méz lévén gyomorsav túltengésben szenvedőknek nem ajánlott.

A *repceméz* egyik legmagasabb szőlőcukor tartalmú méz. Magas szőlőcukor tartalma miatt viszont gyorsan finomszemcsésen kristályosodik, így napok alatt zsírszerűvé-krémszerűvé válik, ezért hívják krémméznek. Könnyen kenhető. A repceméz (krémméz) színe krémszínűtől a halvány sárgáig terjedő. Nagyon édes, de emellett van a nyíló repcetáblára emlékeztető enyhe illata is. A repceméz nagyon értékes és hatásos méz, mivel közvetlenül szűrés után kerül kiszerezésre, és szinte minden alkotóeleme károsodás nélkül kerül a szervezetünkbe. Nagyon alacsony savtartalma miatt a gyomorsav-túltengésben szenvedőknek is ajánlható. A repceméz további hatásai: erősítő, fertőtlenítő és gyulladáscsökkentő hatású, magasabb vastartalma miatt vészeség ellen ajánlott. A krémmézet enyhe zamata miatt előszeretettel használják teába, kávéba, mert a repceméz meghagyja az italok ízét, aromáját. A repce virágpóra és méze szinte a legtáplálóbb a méhek számára is, ugrásszerűen erősödnek a tápértékben dús beltartalma miatt.

4.2. Analitikai vizsgálatok

4.2.1. A méz nedvességtartalmának és összescukortartalmának meghatározása

A két tulajdonságot MISCO típusú, speciálisan mézek analíziséhez használatos műszer segítségével, kézi digitális refraktométer segítségével együtt vizsgáltuk, a román szabványok szerint.

4.2.2. A mézek színértékének meghatározása

A színmerést HI 96785 hordozható fotométer segítségével végeztük, megfelelő szabvány szerint. A színosztályokat milliméterben lehet kifejezni a Pfund-skálán. A mérés a referenciaként használt glicerin segítségével hajtható végre.

4.2.3. A mézek kémhatásának mérése

A mézminták kémhatását a STAS 784/3-2009 szabvány szerint Multilab 206-pH2-mérővel mértünk. A mérés hibája: $\pm 0,2$ pH-egység.

4.2.4. Az elektromos vezetőképesség mérése

A mézminták elektromos vezetőképességét a STAS 784/3-2009 szabvány szerint Multilab HI 8633-konduktométerrel mértük. A vezetőképesség meghatározásánál a 20% méz-szárazanyagot tartalmazó desztillált vizes mézoldat vezetőképességét mérjük. A vezetőképesség meghatározása az elektromos ellenállás mérésén alapul, ami a vezetőképesség reciproka.

4.2.5. A HMF meghatározása

A Maillard-reakciótermékek mennyiségét, a méz HMF-tartalmát a STAS 784/3-2009 számú szabvány előírása (White-féle módszer) alapján határoztuk meg. Az eljárás elve, hogy a derített mézoldat UV-abszorbanciáját olyan vakoldattal szemben mérjük, amelyben a HMF-molekula 284 nm-en abszorpciós maximummal rendelkező kromofor csoportját hidrogén-szulfittal elroncsoljuk. A korrigált abszorbanciából számítjuk a minta HMF-tartalmát. A vizsgálatához Varian típusú fotométert használtunk

4.3. Az adatok statisztikai értékelése

Az adatok statisztikai értékelését a Microsoft Excel 2010 programcsomaggal végeztük.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

5.1. A mézminták nedvességtartalma és összes cukortartalma

5.1.1. A mézminták nedvességtartalma

A méz minták nedvességtartalmát a 3. táblázatban foglaltam össze. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a nedvességtartalom megfelelt, mindem méz minta esetében, mind a termelői-, mind a kereskedelmi forgalomban található mézek esetében.

3. táblázat. A mézminták nedvességtartalma

Mézfajták	Mintaszám	Átlagérték (%)	Szórás	Minimum (%)	Maximum (%)
Havasi (termelő)	5	19,2	0,8	17,9	19,6
Havasi (kereskedelem)	5	19,1	0,6	16,8	20
Akác (termelő)	5	18,6	0,9	17,6	19,3
Akác (kereskedelem)	5	19,3	0,7	18,3	19,8
Hárs (termelő)	5	19,6	0,6	19,2	19,9
Hárs (kereskedelem)	5	20,7	0,4	19,4	21
Napraforgó (termelő)	5	18,5	0,8	17,9	19,1
Napraforgó (kereskedelem)	5	19,2	0,9	18,3	19,6
Repece (termelő)	5	18,7	0,9	18,1	18,9
Repece (kereskedelem)	5	19,0	0,8	18,6	19,3

A mézminták nedvesség-tartalmának változása hőkezelés (a mézeket melegítettük 40, 60, 80, 100°C-os vízfürdőn 10 percen keresztül) hatására nem volt számottevő. A nedvességtartalom csökkenés 0,1-0,2% között mozgott

5.1.2. A mézminták összes cukortartalma

A méz minták összes cukortartalmát a 4. táblázatban foglaltam össze. Az egyes mézfajták esetében nem lehetett egyértelmű értékhatárokat felállítani, mivel a szórás eléggé nagy volt, kivételt a havasi méz esetében

észleltünk, ahol a szórás értéke 0,3% volt, mind a kereskedelemben, mind a termelőktől származó minták esetében.

A mézminták cukortartalma megfelelt a nemzetközi szabványokban előírt értékeknek, mely virágmézek esetében a legkevesebb fruktóz és glükóz együttes koncentrációja 60% kell legyen, így a kapott eredmények megfelelnek az előírásoknak.

4. táblázat. A mézminták összescukor tartalma

<i>Mézfajták</i>	<i>Mintasám</i>	<i>Átlagérték (%)</i>	<i>Szórás</i>	<i>Minimum (%)</i>	<i>Maximum (%)</i>
<i>Havasi (teremelő)</i>	5	79,2	0,3	79,0	79,5
<i>Havasi (kereskedelem)</i>	5	79,1	0,3	79,0	79,4
<i>Akác (teremelő)</i>	5	78,6	0,9	77,9	79,3
<i>Akác (kereskedelem)</i>	5	79,3	0,7	78,3	79,8
<i>Hárs (teremelő)</i>	5	79,6	1,1	77,2	81,6
<i>Hárs (kereskedelem)</i>	5	80,7	0,9	78,4	81,2
<i>Napraforgó (teremelő)</i>	5	78,5	0,8	77,9	79,1
<i>Napraforgó (kereskedelem)</i>	5	79,2	0,9	78,3	80,6
<i>Repcé (teremelő)</i>	5	78,7	1,0	78,1	81,9
<i>Repcé (kereskedelem)</i>	5	79,0	0,8	78,6	79,3

Az összescukor tartalom vizsgálatával különbséget tenni különböző mézfajták között nehéz, mivel egy adott fajtán belül is jelentősebb eltéréseket tapasztaltunk.

A mézek esetében az idő előrehaladtával az összescukor mennyisége nem, de a cukorösszetétel változik, hiszen a mézben található invertáz enzim fruktózára és glükózára bontja a szacharózt. Az összescukor mennyisége alapján tehát a fajta megállapítására nincs lehetőségünk.

A hőkezelés (a mézeket melegítettük 40, 60, 80, 100°C-os vízfürdőn 10 percen keresztül) nem okozott változást a mézminták összescukor tartalmában, ugyanazt az értéket kaptuk minden minta esetén.

5.2. A mézek színértéke

A színmérést HI 96785 hordozható fotométer segítségével végeztük.

A mézek színe az irodalomban található fajtamézeknek megfelelő színskálán mozgott. A repcemézminták esetében a fehér tartományban mozgott (Pfund-színskálán 18-26 között), a szín értéke, kivétel a három kereskedelemről beszerzett minta esetében, ahol a szín inkább a sárgásba ment át. Hasonló színeltérést tapasztaltunk az akácméz esetében is, ahol a kereskedelemben beszerzett egyes minták esetében hiányzott az akácmézre jellemző zöldes szín, amely, oka lehet a nem megfelelő tárolási hőmérséklet, tárolási idő, esetleges más mézzel való keverésnek.

A melegítés minden minta esetében sötétedést okozott, amely a megnövekedett hidroximetil-furfurol (Maillard-reakció terméke) mennyiségével magyarázható (Pereyra és mtsai., 1999). Az árnyalati különbségeket egy egy azonos fajtaméz esetében a tárolási hőmérséklet, az időtartam, a pollentartalom, a mézben található polifenolok, a flavinok is befolyásolják.

5.3. A mézek kémhatása

A méz pH-ja főként a disszociált savaktól függ, ami hatással van a mikroorganizmusok fejlődésére, az enzimaktivitásra és egyéb más tulajdonságra (White, 1978, Czipa).

Az vizsgált mézminták pH-értéke 3,3 és 4,7 között változott. A legnagyobb értékeket a hársmézekben mértünk (4,3±0,3), majd őket a havasimézek követték 4,2±0,3 értékkel.

A legkisebb értékeket az akácméz mintáknál mértünk (az átlagértékeket tekintve), azonban a többi fajtamézhez viszonyítva az eltérések nagyon kicsik voltak. Akácmézek és repcemézek esetében az átlagérték 3,4±0,2 volt. A napraforgó-mézeknél a pH-értéke 3,7±0,3 körül alakult. Elmondható, hogy a mézfajtákat pH-érték alapján nem lehet elkülöníteni.

A hőmérséklet hatása a mézek pH-értékére nem volt befolyással egyetlen minta esetében sem.

5.4. A mézminták elektromos vezetőképessége

A méz vezetőképessége szoros kapcsolatban van az elemtartalommal, de hatással vannak rá a szerves savak, a fehérjék és a cukoralkoholok is (Terrab és mtsai., 2002).

A legkisebb vezetőképessége (5. táblázat) az akácmézeknek volt ($0,132 \pm 0,020$ mS/cm), ezt követte a repce- ($0,186 \pm 0,030$ mS/cm), majd a napraforgó- ($0,224 \pm 0,020$ mS/cm) és a havasiméz ($0,238 \pm 0,017$), míg a legnagyobb vezetőképességet a hársmézekben ($0,623 \pm 0,071$ mS/cm) mértünk, a teremlőktől begyűjtött minták esetében, míg a kereskedelemben vásárolt minták nem követték ezt a sorrendet.

A hőkezelés hatása a mézek elektromos vezetőképességére egyetlen minta esetében sem volt számottevő.

5. táblázat. A mézminták elektromos vezetőképességének mérési eredményei

Mézfajták	Mintasám	Átlagérték (mS/cm)	Szórás	Minimum (mS/cm)	Maximum (mS/cm)
Havasi (teremelő)	5	0,132	0,3	79,0	79,5
Havasi (kereskedelem)	5	79,1	0,3	79,0	79,4
Akác (teremelő)	5	78,6	0,9	77,9	79,3
Akác (kereskedelem)	5	79,3	0,7	78,3	79,8
Hárs (teremelő)	5	79,6	1,1	77,2	81,6
Hárs (kereskedelem)	5	80,7	0,9	78,4	81,2
Napraforgó (teremelő)	5	78,5	0,8	77,9	79,1
Napraforgó (kereskedelem)	5	79,2	0,9	78,3	80,6
Repce (teremelő)	5	78,7	1,0	78,1	81,9
Repce (kereskedelem)	5	79,0	0,8	78,6	79,3

5.5. A mézek HMF-tartalma

A maximális HMF-tartalom a mézekben, az EU elvárása szerint, 40 mg/kg lehet.

A vizsgált havasiméz és repceméz minták közül minden minta megfelelt az előírások mind a termelők-től, mind a kereskedelemből származó mézminták esetében.

A hársmézek és az akácméz esetében a kereskedelemből begyűjtött 3-3 minta esetében a HMF-tartalom magas volt (54,6 és 82,4 mg/kg), amelynek oka lehet a nem megfelelő tárolási körülmény (hőmérséklet), hőkezelés.

A napraforgó mézek esetében a HMF-tartalom minden minta esetében a megengedett maximum-határérték alatt maradt.

6. táblázat. A mézminták HMF-tartalma

Mézfajták	Mintasám	Átlagérték (mg/kg)	Szórás	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)
Havasi (teremelő)	5	9,8	3,5	6,0	14,5
Havasi (kereskedelem)	5	10,6	4,9	7,6	15,2
Akác (teremelő)	5	8,7	2,3	7,9	11,8
Akác (kereskedelem)	5	39	23,4	6,3	82,4
Hárs (teremelő)	5	9,2	1,1	5,2	11,0
Hárs (kereskedelem)	5	41,2	27	4,4	54,6
Napraforgó (teremelő)	5	8,6	4,8	3,9	15,6
Napraforgó (kereskedelem)	5	7,8	5,9	2,3	13,5
Repce (teremelő)	5	10,7	1,0	9,5	15,2
Repce (kereskedelem)	5	10,8	0,8	8,6	11,3

A hőkezelés hatására (10 perc, 60°C-on) a mézek HMF-tartalma minden minta esetében változott. A mézek HMF-tartalma már az 5. perctől növekedett, és a 10. percnél, 15-20%-al magasabb volt az eredeti HMF-tartalomnál.

7. táblázat. A mézminták HMF-tartalma melegítés hatására

<i>Mézfajták</i>	<i>Mintasám</i>	<i>HMF (mg/kg)</i>	
		Melegítetlen	Melegített (10 perc, 60°C)
<i>Havasi (teremelő)</i>	5	9,8	11
<i>Havasi (kereskelem)</i>	5	10,6	11,2
<i>Akác (teremelő)</i>	5	8,7	10
<i>Akác (kereskelem)</i>	5	39	45,2
<i>Hárs (teremelő)</i>	5	9,2	10,6
<i>Hárs (kereskelem)</i>	5	41,2	48
<i>Napraforgó (teremelő)</i>	5	8,6	9,5
<i>Napraforgó (kereskelem)</i>	5	7,8	11,5
<i>Repce (teremelő)</i>	5	10,7	12,1
<i>Repce (kereskelem)</i>	5	10,8	11,3

Az irodalmi adatokhoz hasonlóan a méz HMF-tartalma már 10 perces és 60°C-os hőkezelés hatására is igen nagymértékben megnöveli a kezdeti HMF-tartalmat (Turhan és mtsai., 2008). Ezzel a vizsgálattal azt szerettük volna szemléltetni, hogy a hőkezelés hatására a mézminták HMF-tartalma rövid ideig való kiméletesebb hőkezelés hatására is a megengedett érték fölé emelkedik.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok során kapott eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy a vizsgált mézek közül az akác- és a hársmézek a mért paraméterek tekintetében megfelelnek az előírásoknak, de több esetben a legalacsonyabb értéket mutatták, így kevésbé értékesek, mert a szervezet számára fontos biológiailag aktív komponenseket kisebb mennyiségben tartalmazzák. A kereskedelemben kapható akác- és a hársmézek esetében eltéréseket kaptunk a termelői mézekhez viszonyítva, ennek más növény eredet, a pergetési idő, a tárolási idő, tárolási hőmérséklet, hőkezelés, más mézzel való keverés, méhek invert cukorral való táplálása is lehet az oka.

A repce-, napraforgó- és havasiméz esetében hasonló értékeket kaptunk, minden méz minta esetében. A repceméznek állagát és színét tekintve is egyedi jellemzője van, így talán kevesbé alkalmas más mézzel való hamisításra.

A melegítés elsősorban a HMF-tartalomra volt hatással, más paraméterek esetében a még megengedett tartományban maradtak az értékek. Az elektromos vezetőképesség, a pH-érték és a szín a méz fajták meghatározásnál adtak fontos információt.

Összességében elmondható, hogy a mézek összetételét számos tényező befolyásolja, de mind a termelőktől, mind a kereskedelemben található mézek az emberi fogyasztásra alkalmasnak bizonyultak.

IRODALMI JEGYZÉK

- [1] Anklam, E.: A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*. 1998. 63 (4). 549-562.
- [2] Bouseta A. – Collen S. – Dufour J.: Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtained with a dynamic headspace GC-MS system. *Journal of Apiculture Research*. 1992. 31. 96-109.
- [3] Czipa N.: Különböző eredetű mézek összehasonlító vizsgálata és a gyártmánykialakítás hatása a minőségre. *Doktori értekezés*. Budapest, 2010.
- [4] Frank R.: A csodálatos méz. Cser Kiadó, Budapest. 2006. 26–33.
- [5] Frazier W.C. – Westhoff D.C.: Food microbiology. McGraw-Hill, New York. 1978. 185-193.
- [6] Gonzalez-Miret M.L. – Ayaka F. – Terrab A. – Echávarri F. – Negueruela A.I. – Heredia F.J.: Simplified method for calculating colour of honey by application of the characteristic vector method. *Food Research International*, 2007. 40. 1080-1086.

- [7] Guler A. – Bakan A. – Nisbet C. – Yavuz O.: Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chemistry* 2007. 105.1119- 1125.
- [8] Lampeitl, F. (): Méhészkedés. Ulmer & HOGYF Editio Budapest. 140–144. Magyar Élelmiszerkönyv, 1–3–2001/110 számú előírás. 1997.
- [9] Lee, C.Y. – Smith, N.L. – Kime, R.W. – Morse, R.A.: Source of the honey protein responsible for apple juice clarification. *Journal of Apicultural Research*. 1985. 24. 190-194.
- [10] Maurizio A.: In honey: a Comprehensive Survey, ed. E. Crane, *Heinemann*, London. 1975. 77-105 p.
- [11] Mmigdál, H.B. – Owczarczyk B. – Kedzia E. – Hol//Derna-Kediza D. – Madajczyk: Microbiological decontamination of natural honey by irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*. 2000. 57. 285-288.
- [12] Nozal M.J. – Bernal J.L. – Toribio L. – Jimenez J.J. – Martin M.T.: High-performance liquid chromatography determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. *Journal of Chromatography, A*. 2001 (917). 95-103.
- [13] Oddo L.P. – Bogdanov S.: Determination of honey botanical origin: Problems and issues. *Apidologie*. 2004. 35. S2-S3.
- [14] Pereyra Gonzales A. – Burin, L. – Pilar Buera M. (): Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. *Food Research International*. 1999. 32. 185-191.
- [15] Szalay L. – Halmágyi L.: Gyógyító mézek, mézelő gyógynövények. *Magyar Méhészek Egyesülete*, Budapest, 1998. 134.
- [16] Szél Zs. A selyemkóróméz kémiai vizsgálata és összehasonlítása az akácmézzel. *Doktori értekezés*. Budapest, 2006.
- [17] Terrab A. – Diez M.J. – Heredia F.J.: Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristic. *Food Chemistry*. 2002. 79. 373- 379.
- [18] Tóth Gy.: A méz az emberi táplálkozásban. *A méhészet kézikönyve*. Budapest, 1983. 825.
- [19] Turhan I. – Tetik N. – Karhan M. – Gurel S. – Reyhan T.H.: Quality of honeys influenced by thermal treatment. *LWT – Food Science and Technology*. 2008. 41(8), 1396–1399
- [20] Tuzen M. – Silici S. – Mendil D. – Soylak M.: Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. *Food Chemistry*. 2007. 103. 325-330.
- [21] Zander E. – Maurizio A. *Der Honig. Stuttgart: Eugen Ulmer*, 1975. 212.