



MOZGAI VIKTÓRIA – BAJNÓCZI BERNADETT*
Magyarországi gyűjteményekben őrzött aranybullák
roncsolásmentes kézi XRF vizsgálatának eredménye

Bevezetés

A Magyar Nemzeti Levéltár gyűjteményéből nyolc darab, az esztergomi Prímási Levéltár gyűjteményéből két darab, míg a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből két darab aranybulla roncsolásmentes kémiai vizsgálatát végeztük el kézi XRF spektrométerrel (továbbiakban: hXRF).

Alkalmazott műszerparaméterek

SPECTRO xSORT Combi típusú spektrométer, 15–50 kV, 30–120 μ A, Rh forrás, Peltier hűtésű SDD detektor, fémek-ötvezetek vizsgálatára „Alloy Plus including Light Elements” gyárilag beépített kalibráció, 3 mm átmérőjű mérőablak, 60 másodperc mérési idő. Az XRF mérési pontok helyeit ld. a dokumentum végén. A kézi XRF mérések pontosságának ellenőrzése az MBH Analytical Ltd. ismert összetételű arany-sztenderdjének mérésével történt.

Eredmények és értelmezés

A vizsgált aranybullák aranyötvezetből készültek (65–97 tömeg% Au), az arany mellett fő összetevőként ezüstöt és rezet tartalmaznak (1. táblázat; 1–2. ábra). Az előlap, a hátlap és az oldallemez összetétele alapján az alábbiak szerint csoportosíthatjuk az aranybullákat (megjegyzendő, hogy a források, különösen az oldallemezeknél, torzíthatják a mérési adatokat):

- az előlap, a hátlap és – amennyiben mértük – az oldallemez viszonylag homogén kémiai összetételt mutat, azonos összetételű aranyötvezetből készültek: MNM 1871.288 (III. Béla király, 1172–1196), HU-MNL-OL-DL 369 (IV. Béla király, 1252), HU-MNL-OL-DL 40046 (IV. Béla király, 1258), HU-PL-Acta Radicalia A-10. (Mátyás király, 1465),

- az előlap és a hátlap azonos, az oldallemez eltérő összetételű aranyötvezetből készült: HU-MNL-OL-DL 39250 (II. András király, 1221), HU-PL-Acta Radicalia V-2. (II. András király, 1233), HU-MNL-OL-DL 50617 (IV. Béla király, 1251), HU-GYMSMSL-XV.76.-DL 1938 (Mátyás király, 1464),
- a hátlap és az oldallemez azonos, az előlap eltérő összetételű aranyötvezetből készült: HU-MNL-OL-DL 39249 (Imre király, 1202), MNM 26/1881 (IV. Béla király, 1235–1270),
- az előlap, a hátlap és az oldallemez eltérő összetételű aranyötvezetből készült: HU-MNL-OL-DL 50616 (II. András király, 1224), HU-MNL-OL-F 144-5. (Mária Terézia, 1765).

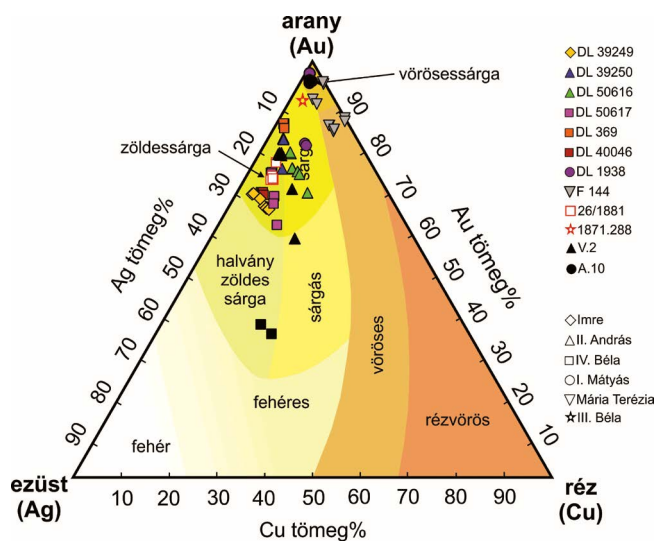
A vizsgált aranybullák közül a leggyengébb minőségű aranyötvezetből készült bullát Imre király adta ki 1202-ben (HU-MNL-OL-DL 39249: 64,7–68,2 tömeg% Au) és IV. Béla király 1258-ban (HU-MNL-OL-DL 40046: 68,1–68,6 tömeg% Au). A legjobb minőségű két aranybullát Mátyás király bocsátotta ki 1464-ben és 1465-ben (HU-GYMSMSL-XV.76.-DL 1938: 97,1–97,4 tömeg% Au, HU-PL-Acta Radicalia A-10.: 95,0–95,7 tömeg% Au).

Az azonos uralkodó által kiadott aranybullák összetétele egymáshoz képest eltérő. A II. András által kiadott három aranybulla közül az 1221-ben kibocsátott (HU-MNL-OL-DL 39250) a legnagyobb aranytartalmú, a IV. Béla által kiadott négy aranybulla közül pedig az 1252-ben kiadott (HU-MNL-OL-DL 369).

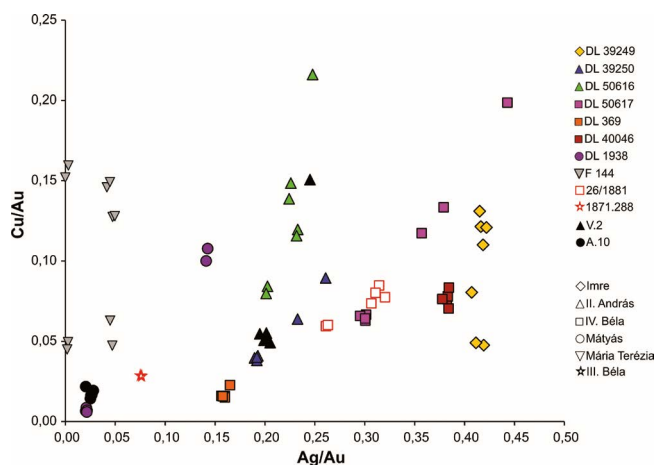
A Mária Terézia által 1765-ben kiadott aranybulla (HU-MNL-OL-F 144-5.) elő- és hátlapján a matt, textúrált részeken több aranyat és kevesebb rezet mértünk a sima, fényes részekhez képest (az előlapon kb. 9–10%-kal több arany, a hátlapon kb. 5%-kal több arany). A többletarany alapján valószínűleg a matt részeken utólagos aranyozás történt. Mivel a spektrumokban nem látjuk higany vonalát, ezért a tűzi aranyozás kizárható.

A IV. Béla által 1252-ben kiadott aranybulla (HU-MNL-OL-DL 369.) merevítéséhez vörösrezet használtak.

* HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, mozgai.viktoria@csfk.org; bajnoczi.bernadett@csfk.org



1. ábra: A vizsgált aranybullák kémiai összetétele a hXRF mérések alapján az Au–Ag–Cu háromszögdiagramon ábrázolva.



2. ábra: A vizsgált aranybullák kémiai összetétele a hXRF mérések alapján Ag/Au–Cu/Au kétváltozós diagramon ábrázolva.

1. táblázat - A tizenkét aranybulla hXRF elemzésének eredménye. A kapott eredményeket tömegszázalékban tüntettük fel (a \pm oszlopokban az adatok hibája látható). <k.h. = kimutatási határ alatt.

Sorszám	Leltári szám	Kibocsátó	Mérés helye	Au	\pm	Ag	\pm	Cu	\pm
14534	MNM 1871.288	III. Béla király (1172–1196)	hátlap alapfém	90,5	0,12	6,9	0,06	2,6	0,01
14533			előlap alapfém	90,6	0,12	6,8	0,06	2,6	0,01
14459	HU-MNL-OL-DL 39249	Imre király (1202)	hátlap alapfém 1	65,4	0,10	27,4	0,09	7,2	0,02
14460			hátlap alapfém 2	65,0	0,10	27,1	0,09	7,9	0,02
14461			előlap alapfém 1	67,2	0,09	27,4	0,09	5,4	0,02
14462			előlap alapfém 2	68,2	0,10	28,6	0,09	3,2	0,01
14463			előlap alapfém 3	68,5	0,10	28,2	0,09	3,4	0,01
14464			oldal alapfém 1	64,8	0,10	27,3	0,09	7,8	0,02
14465			oldal alapfém 2	64,7	0,10	26,9	0,09	8,5	0,02
14472			HU-MNL-OL-DL 39250	II. András király (1221)	hátlap alapfém 1	81,1	0,11	15,6	0,07
14473	hátlap alapfém 2	81,4			0,11	15,4	0,08	3,2	0,02
14474	előlap alapfém 1	81,3			0,11	15,6	0,08	3,1	0,02
14475	előlap alapfém 2	81,2			0,11	15,6	0,08	3,3	0,02
14476	oldal alapfém 1	77,1			0,11	17,9	0,08	4,9	0,02
14477	oldal alapfém 2	74,1			0,11	19,3	0,08	6,6	0,02
14466	HU-MNL-OL-DL 50616	II. András király (1224)	hátlap alapfém 1	73,9	0,11	17,2	0,08	8,8	0,02
14467			hátlap alapfém 2	74,2	0,11	17,2	0,08	8,6	0,02
14468			előlap alapfém 1	77,7	0,11	15,7	0,08	6,5	0,02
14469			előlap alapfém 2	78,1	0,11	15,7	0,08	6,2	0,02
14470			oldal alapfém 1	73,4	0,11	16,5	0,08	10,2	0,02
14471			oldal alapfém 2	72,8	0,11	16,4	0,07	10,8	0,02
14509			oldal forrasz	68,3	0,10	16,9	0,07	14,8	0,03

Sorszám	Leltári szám	Kibocsátó	Mérés helye	Au	±	Ag	±	Cu	±
16925	HU-PL-Acta Radicalia V-2.	II. András király (1233)	hátlap alapfém 1	78,0	0,11	17,5	0,08	4,6	0,02
16930			hátlap alapfém 2	77,5	0,11	17,9	0,08	4,6	0,02
16924			előlap alapfém 1	77,6	0,11	18,3	0,08	4,1	0,02
16929			előlap alapfém 2	77,9	0,11	17,8	0,08	4,2	0,02
16926			oldal alapfém	69,3	0,10	19,5	0,08	11,1	0,03
16928			stift alapfém	77,7	0,11	17,9	0,08	4,4	0,02
16927			forrasz alapfém	57,4	0,09	24,9	0,09	17,6	0,03
14502			HU-MNL-OL-DL 50617	IV. Béla király (1251)	hátlap alapfém 1	73,5	0,11	21,7	0,09
14503	hátlap alapfém 2	73,3			0,11	22,0	0,09	4,7	0,02
14500	előlap alapfém 1	73,3			0,10	22,0	0,09	4,6	0,02
14501	előlap alapfém 2	73,1			0,11	22,0	0,09	4,9	0,02
14504	oldal alapfém 1	60,9			0,10	27,0	0,09	12,1	0,03
14505	oldal alapfém 2	67,8			0,10	24,2	0,09	8,0	0,02
14506	oldal alapfém 3	66,1			0,10	25,1	0,09	8,8	0,02
14496	HU-MNL-OL-DL 369	IV. Béla király (1252)			hátlap alapfém 1	85,1	0,12	13,6	0,07
14497			hátlap alapfém 2	85,2	0,11	13,4	0,07	1,3	0,01
14494			előlap alapfém 1	85,3	0,12	13,3	0,07	1,4	0,01
14495			előlap alapfém 2	85,1	0,12	13,6	0,07	1,3	0,01
14499			oldal alapfém	84,2	0,11	13,9	0,07	1,9	0,01
14498			merevítés alapfém	29,9	0,12	8,1	0,07	61,9	0,08
14454			HU-MNL-OL-DL 40046	IV. Béla király (1258)	hátlap alapfém 1	68,8	0,10	26,4	0,09
14455	hátlap alapfém 2	68,6			0,10	26,2	0,09	5,2	0,02
14456	előlap alapfém 1	68,5			0,10	26,2	0,09	5,3	0,02
14457	előlap alapfém 2	68,8			0,10	26,0	0,09	5,2	0,02
14458	oldal alapfém	68,1			0,10	26,2	0,09	5,7	0,02
14527	MNM 26/1881.	IV. Béla király (1235–1270)	hátlap alapfém 1	72,4	0,10	22,3	0,09	5,3	0,02
14528			hátlap alapfém 2	71,5	0,10	23,0	0,09	5,5	0,02
14529			előlap alapfém 1	75,7	0,11	19,8	0,08	4,5	0,02
14530			előlap alapfém 2	75,5	0,11	19,9	0,08	4,5	0,02
14531			oldal alapfém 1	71,4	0,10	22,5	0,09	6,1	0,02
14532			oldal alapfém 2	71,8	0,10	22,4	0,09	5,8	0,02
14480	HU-GYMSMSL-XV.76.-DL 1938	Mátyás király (1464)	hátlap alapfém 1	97,2	0,13	2,1	0,04	0,7	0,01
14481			hátlap alapfém 2	97,3	0,13	2,1	0,04	0,6	0,01
14478			előlap alapfém 1	97,4	0,13	2,0	0,04	0,6	0,01
14479			előlap alapfém 2	97,1	0,13	2,0	0,04	0,8	0,01
14482			oldal alapfém 1	80,6	0,11	11,4	0,07	8,1	0,02
14483			oldal alapfém 2	80,0	0,12	11,4	0,07	8,6	0,02
16933			HU-PL-Acta Radicalia A-10.	Mátyás király (1465)	hátlap alapfém 1	95,7	0,13	2,7	0,04
16934	hátlap alapfém 2	95,4			0,13	2,9	0,04	1,8	0,01
16931	előlap alapfém 1	95,5			0,13	2,8	0,04	1,7	0,01
16932	előlap alapfém 2	95,0			0,13	3,0	0,04	2,0	0,01
16935	stift alapfém	95,5			0,12	2,2	0,04	2,3	0,01

Sorszám	Leltári szám	Kibocsátó	Mérés helye	Au	±	Ag	±	Cu	±
14488	HU-MNL-OL-F 144-5.	Mária Terézia (1765)	hátlap alapfém 1	91,4	0,12	4,3	0,05	4,3	0,02
14489			hátlap alapfém 2	90,3	0,13	4,0	0,05	5,7	0,02
14490			hátlap alapfém 3	85,1	0,12	4,0	0,04	10,9	0,03
14491			hátlap alapfém 4	85,1	0,12	4,1	0,05	10,8	0,03
14484			előlap alapfém 1	95,1	0,13	0,3	0,03	4,7	0,02
14485			előlap alapfém 2	86,8	0,13	<k.h.	-	13,2	0,03
14486			előlap alapfém 3	95,5	0,13	0,2	0,03	4,3	0,02
14487			előlap alapfém 4	86,0	0,13	0,3	0,03	13,7	0,03
14492			oldal alapfém 1	83,8	0,12	3,8	0,04	12,5	0,03
14493			oldal alapfém 2	84,2	0,13	3,5	0,04	12,3	0,03

Mérési helyek:

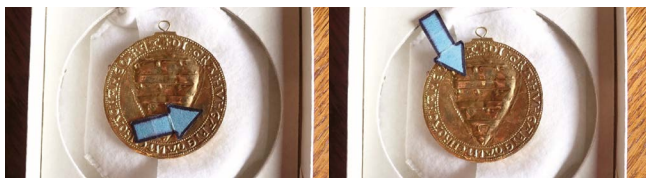
MNM 1871.288 – III. Béla király (1172–1196)



előlap alapfém (14533)

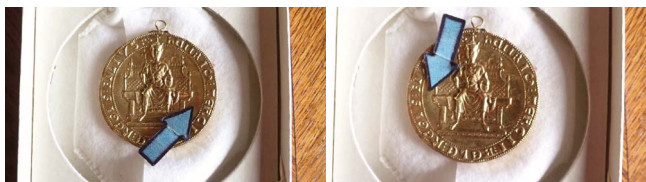
hátlap alapfém (14534)

HU-MNL-OL-DL 39249 – Imre király (1202)



hátlap alapfém 1 (14459)

hátlap alapfém 2 (14460)

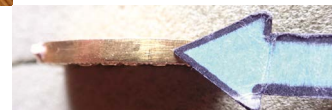


előlap alapfém 1 (14461)

előlap alapfém 2 (14462)



előlap alapfém 3 (14463)



oldal alapfém 2 (14465)

oldal alapfém 1 (14464)

HU-MNL-OL-DL 39250 – II. András király (1221)



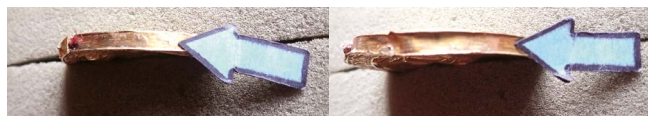
hátlap alapfém 1 (14472)

hátlap alapfém 2 (14473)



előlap alapfém 1 (14474)

előlap alapfém 2 (14475)



oldal alapfém 1 (14476)

oldal alapfém 2 (14477)

HU-MNL-OL-DL 50616 – II. András király (1224)



hátlap alapfém 1 (14466)

hátlap alapfém 2 (14467)



előlap alapfém 1 (14468)

előlap alapfém 2 (14469)



oldal alapfém 1 (14470)

oldal alapfém 2 (14471)



oldal forrasz (14509)

HU-PL-Acta Radicalia V-2. – II. András király (1233)



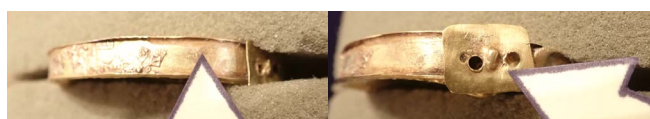
hátlap alapfém 1 (16925)

hátlap alapfém 2 (16930)



előlap alapfém 1 (16924)

előlap alapfém 2 (16929)



oldal alapfém (16926)

stift alapfém (16928)



forrasz alapfém (16927)

HU-MNL-OL-DL 50617 – IV. Béla király (1251)



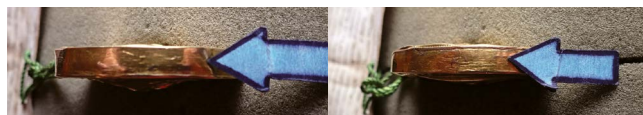
hátlap alapfém 1 (14502)

hátlap alapfém 2 (14503)



előlap alapfém 1 (14500)

előlap alapfém 2 (14501)



oldal alapfém 1 (14504)

oldal alapfém 2 (14505)



oldal alapfém 3 (14506)

HU-MNL-OL-DL 369 – IV. Béla király (1252)



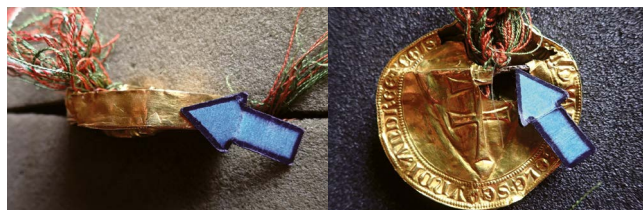
hátlap alapfém 1 (14496)

hátlap alapfém 2 (14497)



előlap alapfém 1 (14494)

előlap alapfém 2 (14495)



oldal alapfém (14499)

merevítés alapfém (14498)

HU-MNL-OL-DL 40046 – IV. Béla király (1258)



hátlap alapfém 1 (14454)

hátlap alapfém 2 (14455)



oldal alapfém (14458)



előlap alapfém 1 (14456) előlap alapfém 2 (14457)

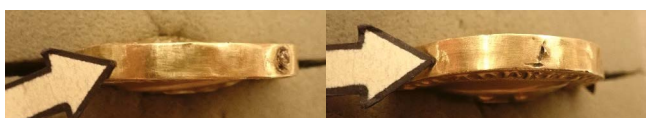
MNM 26/1881 – IV. Béla király (1235–1270)



hátlap alapfém 1 (14527) hátlap alapfém 2 (14528)



előlap alapfém 1 (14529) előlap alapfém 2 (14530)



oldal alapfém 1 (14531) oldal alapfém 2 (14532)

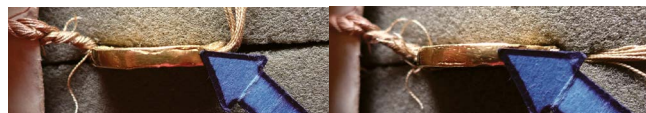
HU-GYMSMSL-XV.76.-DL 1938 – Mátyás király (1464)



hátlap alapfém 1 (14480) hátlap alapfém 2 (14481)



előlap alapfém 1 (14478) előlap alapfém 2 (14479)



oldal alapfém 1 (14482) oldal alapfém 2 (14483)

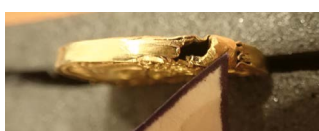
HU-PL-Acta Radicalia A-10. – Mátyás király (1465)



hátlap alapfém 1 (16933) hátlap alapfém 2 (16934)



előlap alapfém 1 (16931) előlap alapfém 2 (16932)



stift alapfém (16935)

HU-MNL-OL-F 144-5. – Mária Terézia (1765)



hátlap alapfém 1 (14488)

hátlap alapfém 2 (14489)



előlap alapfém 1 (14484)

előlap alapfém 2 (14485)



hátlap alapfém 3 (14490)

hátlap alapfém 4 (14491)



előlap alapfém 3 (14486)

előlap alapfém 4 (14487)

oldal alapfém 1 (14492)



oldal alapfém 2 (14493)

