

Zárójelentés

I. A mágneses ellenállás (vagyis egy anyag elektromos ellenállásának megváltozása külső mágneses tér hatására) kutatása napjainkra mind a tudományos alapkutatás, mind a gyakorlati felhasználás szempontjából kiemelkedő jelentőségre tett szert. A különösen nagy mágneses ellenállást mutató anyagok iránti növekvő tudományos érdeklődést két fő tényező indokolja. Egyrészt ezekben az anyagokban az erősen kölcsönható elektronrendszer a mágneses, elektromos és szerkezeti tulajdonságok olyan korrelációjához vezet, aminek megértése nagyban hozzájárulhat a szilárd testek elektronszerkezetét leíró elméletek, és magának a szilárdtestkémia és -fizika tudományának fejlődéséhez. Másrészt gyakorlati szempontból e vegyületek kutatásának fontosságát az informatika szédületes sebességű fejlődése, illetve az ezzel járó, a digitális adattárolás lehetőségeinek fejlesztésére vonatkozó igény magyarázza. Napjaink mágneses adattárolóinak egyik legfontosabb technológiai alapja ugyanis az óriási illetve kolosszális mágneses ellenállású (GMR Giant Magnetoresistance, CMR Colossal Magnetoresistance) anyagok használata a tárolók író/olvasó fejeiben.

Tekintettel arra, hogy számos jelentős CMR tulajdonságot mutató anyag tartalmaz vasat (pl. $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$, FeCr_2S_4 , $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ és helyettesített származékaik), a lokális elektromos és mágneses kölcsönhatások vizsgálatára adekvát módszer a ^{57}Fe Mössbauer-spektroszkópia, ami a Mössbauer-aktív atommag és a környezete között fellépő kölcsönhatások mérése útján szolgál információval többek közt az elektromos és mágneses szerkezetről.

A vasat tartalmazó anyagok esetében a CMR effektus és a mögötte rejlő erősen korrelált elektronrendszer megismerésének egyik módja a vas kationok által érzékelt lokális elektromos és mágneses terek vizsgálata. Közelebb juthatunk a CMR effektus mikroszkopikus alapjainak megértéséhez, ha a lokális elektromos és mágneses szerkezetet, a CMR tulajdonságok megváltozásával korrelációban vizsgáljuk.

Annak érdekében, hogy mélyebben megértsük a vashelyettesítés mágneses ellenállásra gyakorolt hatását a $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Fe}_y\text{Co}_{1-y}\text{O}_3$ perovszkitokban, tovább vizsgáltuk a vasat

különböző mértékben ($y = 0..0,3$) tartalmazó kobalt perovszkitokat ^{57}Fe transzmissziós Mössbauer-spektroszkópiával, ^{57}Co (^{57}Fe) emissziós Mössbauer-spektroszkópiával, mágneses szuszceptibilitás és töltéstranszport mérésekkel.

A hasonló témában korábban végzett mérések alapján befejeztünk két publikációt, melyekben megállapítottuk, hogy a $\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{CoO}_{3-\delta}$ összetételű perovszkit esetében a ^{57}Co emissziós Mössbauer-spektrumok és az AC mágneses szuszceptibilitás hőmérsékletfüggése alapján igazolható az ilyen típusú kolosszális mágneses ellenállású perovszkitokban feltételezett elektromos fázisszeparáció létezése és a hosszú távú mágneses rend megléte. Azt is megmutattuk, hogy ez utóbbi két tulajdonság még jelen van ebben a perovszkitban kismértékű (2,5%) vashelyettesítés vagy 0,02 sztöchiometriai egység oxigénvakancia létrehozása után is, azonban a ferromágneses és elektromosan vezető nanoméretű területek részaránya (a szigetelő és mágnesesen nem rendezett részekhez képest) csökken e két módosítás hatására. A hosszú távú mágneses rend jelenlétének igazolása ezekben az esetekben azért volt kérdéses, mert korábbi eredményeink alapján megmutattuk, hogy a már 5% vasat tartalmazó $\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Fe}_{0,05}\text{Co}_{0,95}\text{O}_{3-\delta}$ perovszkitban a mágneses korrelációs hossz már csupán néhány nanométerre csökkent. A $\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ ($0,15 < y < 0,3$) perovszkitok további vizsgálata során megállapítottuk, hogy nagyobb ($0,15 < y$) vastartalom esetében már csak elszigetelt nanoméretű, szuperparamágneses klaszterek vannak jelen. Ezen minták részletes Mössbauer-spektroszkópiás és mágnesezettségi mérése alapján részletes leírást tudunk adni a megfigyelt spinüveg-átmenetről.

A ritkaföldfém hatásának megismerése céljából lantán helyett európiumot tartalmazó kobaltát perovszkitok vizsgálatát is elvégeztük. Ennek egyik célja, hogy össze tudjuk hasonlítani a lantán és európium tartalmú analóg vegyületek fizikai és kémiai tulajdonságait. Az európium kiválasztását az motiválja, hogy ennek kationjait közvetlenül is tudjuk vizsgálni ^{151}Eu Mössbauer-spektroszkópiával, így direkt információt kaphatunk ezen perovszkitok ritkaföldfém-helyén lévő ionjainak lokális elektromos és mágneses tulajdonságairól.

Publikáltuk az $\text{Eu}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ ($0 < y < 0,3$) összetételű minták Mössbauer-spektrumai részletes hőmérsékletfüggése és mágneses tulajdonságai alapján írt cikket,

melyben bemutattuk, hogy a ritkaföldfémnek a vizsgált anyagok elektromos és mágneses tulajdonságaira való hatása elhanyagolható. A minták ^{151}Eu Mössbauer-spektrumai egyértelműen igazolták, hogy az európiumionok 3+ oxidációs állapotban vannak ezekben a vegyületekben, illetve a megfigyelt ^{151}Eu Mössbauer-paraméterek nem változtak szignifikánsan a vastartalom növelésével. Megfigyeltük továbbá, hogy a lantanionok európiummal való cseréje nem okozott kimutatható változást a vizsgált minták ^{57}Fe Mössbauer-spektrumaiban, habár a tömbi mágneses tulajdonságok némiképp módosultak. Ez utóbbi változást azonban az előállítás körülményei is okozhatták, ennek tisztázására további kísérleteket kell végezni.

A pályázat társintézetében, a veszprémi Pannon Egyetem Szilikát- és Anyagmérnöki Tanszékén elkészült a vizsgálatokra szánt $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{0.025}\text{Co}_{0.975}\text{O}_{3-\delta}$ ($x = 0, 0,15, 0,18, 0,2, 0,22, 0,25$) mintasorozat mind természetes vasból, mind dúsított ^{57}Fe -ből kiindulva.

Felvettük mindegyik minta részletes hőmérsékletfüggő Mössbauer-spektrumát 78 K és 300 K között, melyek alapján részletesen tudjuk elemezni ezen anyagok elektromos és mágneses fázisátalakulásait mind az összetétel, mind a hőmérséklet függvényében. Ezzel párhuzamosan elemanalízis és mágneses szuszceptibilitás méréseket is végeztünk a mintákon. Emellett a francia partner (Prof. Jean-Marc Greneche) laboratóriumában elvégeztünk számos Mössbauer-spektroszkópiás mérést 4,2 K és 78 K hőmérsékletek között valamint nagy külső mágneses térben is az $x = 0,15, 0,2, 0,22$ mintákon.

A fenti mintasorozaton végzett vizsgálatokból néhány előzetes eredményt bemutattunk, illetve bemutattunk az ICAME'07, az ISIAMÉ'08 és az ICAME'09 konferenciákon poszter formátumban, és a témában megjelent egy cikkünk is. Ezekben ismertettük a 78 K-en a Mössbauer-spektrumok alapján tapasztalt, a stronciumhelyettesítés hatására történő fázisátmenet világos bizonyítékát, a külső mágneses térnek a mágneses klaszterekre gyakorolt hatását, valamint rámutattunk az elektromos fáziseparáció és a kolosszális mágneses ellenállás közötti összefüggésre a $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_y\text{Co}_{1-y}\text{O}_{3-\delta}$ anyagcsaládban.

II. Az OTKA KO-5424/2007 iktatószám szerinti határozata alapján a jelen pályázat kibővült egy kiegészítő munkatervvel. Ennek keretén belül az uborka (*Cucumis sativus*, I.

stratégiai csoport) vasfelvételi mechanizmusára vonatkozó részletes vizsgálatának eredményeit (Mössbauer-spektroszkópiai mérések, vas-kelát reduktáz enzim aktivitásának mérése, Fe mennyiségének analitikai mérései) növényélettani folyóiratban publikáltuk. A II. stratégiai csoport vasfelvételének vizsgálatát (búza, *Triticum aestivum*) nemzetközi konferencián poszterként (ICAME'07) bemutattuk és folyóiratban publikáltuk.

Uborka felhasználásával elkezdtek a nehézfémek vasháztartásra gyakorolt hatásainak tanulmányozását, mely a különböző fémek felvételi mechanizmusainak, ill. ezek egymással történő összefüggéseinek megismerésében segít. Ezen folyamatok ismerete fontos a nehézfémeket akkumuláló növények környezetvédelemben (nehézfém szennyezett talajok megtisztítása) történő megfelelő alkalmazásában (fitoremediációs biotechnológia). A Cd szennyezés eredményeinek egy részét két nemzetközi konferencián (ISIAME'08, ISINIP'08) poszter formájában mutattuk be. A kapott Mössbauer-spektroszkópiás mérések eredményeit - mennyiségi analitikai adatokkal kiegészítve – folyóiratban történő publikálásra elfogadták.

Különböző - bakteriális és növényi eredetű - biomineralizációs folyamatok során képződő ill. szintetikus úton előállított jarozit szerkezetét vizsgáltuk PXRD és Mössbauer-spektroszkópia segítségével. Az eredményeket egy nemzetközi konferencián előadás (MSMS'08) és poszter (ICAME'07) formájában mutattuk be, ill. ezekből két publikáció jelent meg.

A növényélettani szempontból jelentős indol-3-ecetsav Fe^{III} -mal való reakciójának korábbi kinetikai vizsgálatát Mössbauer-spektroszkópia és UV-látható spektrofotometria segítségével kiegészítettük, az eredményeket publikáltuk. Emellett Mössbauer-spektroszkópiával vizsgáltuk egyes bakteriális jelátvivő anyagok Fe^{III} -mal történő reakcióit. Ez utóbbi eredményeket publikáltuk.

A kutatómunka mellékágait több évre megtervezni nagyon nehéz. Ez indokolja, hogy az OTKA pénzalapot néhány olyan kutatásra is felhasználtuk, amelyek a pályázat kutatási tervében nem szerepeltek. Ezekből 16 publikáció született.

Az Akadémiai Kiadónál egy 2009-ben megjelent könyv (címe: Szemelvények a nukleáris tudomány történetéből) elkészítéséhez szintén felhasználtuk a K62691 számú OTKA-ból vásárolt informatikai eszközöket. Ezért a támogatásért a könyv előszavában köszönetet mondtunk.