

Az MTA TTK AKI középtávú stratégiai terve (2017-2020)

1. Külső környezet elemzése, belső adottságok vizsgálata

Az intézet költségvetési támogatása jelentősen csökkent az utóbbi években, ezért nagymértékben külső forrásokra vagyunk utalva. Az AKI alapvető működési modellje szerint a költségvetési forrásaink, valamint az azt kiegészítő K+F pályázati források és ipari megbízási díjak elsősorban nem arra szolgálnak, hogy növeljük a K+F létszámot, hanem arra, hogy i) megőrizzük minőségi munkatársainkat, azaz kiszámítható életpályamodellrel biztosítva megfelelő szinten tartjuk a határozatlan idejű munkaszerződéssel rendelkező munkatársak létszámát, ii) beruházzunk a kapcsolatépítésbe, iii) fejlesszük kutatási infrastruktúránkat és iv) fedezetet biztosítsunk új kutatási témák indításához, a szakmai megújuláshoz.

Ezek a stabilitást, a fenntartható növekedést és kiválóságot biztosító célok – tekintettel a költségvetési források szűkösségére – csak akkor valósíthatók meg, ha lehetőségünk van arra, hogy külső forrásokban gazdagabb években tartalékot képezzünk. A TTK gazdasági igazgató asszonya megerősítette a tartalékképzés lehetőségét, amennyiben a költségvetési éven átnyúló pénzügyi kötelezettségvállalást tervezünk a tartalékolni szánt forrásokra. E lehetőséggel mindenképpen élni szeretnénk.

A létszámleépítések következményeként bizonyos szakértelmek kezdenek eltűnni eszköztárunkból, egyes műszereinket már csak önkéntes nyugdíjasaink működtetik. Akut hiány mutatkozik a porröntgen, az elektronmikroszkópia, a lézer spektroszkópiai laboratórium valamint az XPS berendezések - magas tudományos hozzáadott értéket biztosító - szakértő üzemeltetésében. Ráadásul infrastruktúránk, megfelelő fejlesztések hiányában, folyamatosan amortizálódik.

Az AKI kiterjedt kapcsolathálózattal rendelkezik, amelyre a jövőben is építeni lehet felfedező kutatásokat, K+F együttműködéseket, közös K+F+I pályázatokat és vállalati megbízásokat is. Az Intézet külső kapcsolatrendszerének fenntartása és további bővítése kiemelt fontosságú.

Az intézetben folyó kutatásokat nem kutatói munkakörben foglalkoztatott munkatársak segítik. Az intézeti igazgatóságon jelenleg egy általános adminisztrátort, egy gazdasági adminisztrátort és egy tudományos titkárt foglalkoztatunk. A készüléképítésekhez és kutatási infrastruktúra karbantartásához egy műszerészt is alkalmazunk. Munkatársaink túlterheltek, szellemi és fizikai kapacitásaik a végletekig ki vannak használva. Ugyanez jellemző a kutatócsoportoknál alkalmazásban levő, 10 aktív korú technikus munkatársra is.

2. Az intézet küldetésének megfogalmazása

Az Anyag- és Környezetkémiai Intézet küldetése kémiai tudás létrehozása a funkcionális és szerkezeti anyagok valamint a kémiai technológiák területén. Célunk a mikro- és nanoszerkezetű funkcionális és szerkezeti anyagok előállítása, szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatrendszer feltárása. Az intézet a kémiai technológiák és folyamatok megismerése és fejlesztése területén a környezettudományra, nevezetesen az emberi tevékenységből származó káros környezeti hatások értelmezésére és csökkentésére, a megújuló energiaforrások átalakítására, valamint az orvosi biológiai szempontból fontos anyagi rendszerekben lejátszódó folyamatok kutatására fókuszál. Tevékenységünk fontos eleme az alap- és alkalmazott kutatás egymásra épülése.

3. Az intézet stratégiai céljainak meghatározása, szoros kapcsolatban a szervezeti egységek céljaival

Külső kapcsolataink javítása érdekében a nemzetközi és hazai pályázati rendszerekben, forráselosztási mechanizmusokban beágyazottsággal, nagy tapasztalattal és kapcsolatrendszerrel, valamint piaci szemlélettel rendelkező szereplőkkel kívánunk szerződéses viszonyt létesíteni. A jövőben nem nélkülözhetjük egyes, technológia transzferre szakosodott cégek segítségének igénybevételét. A megbízott tanácsadók feladata: i) az AKI kutatócsoportjainak bejuttatása konkrét hazai és Uniós konzorciumok-

ba; ii) a kapcsolati tőke további erősítése ipari partnerekkel; iii) a kapcsolati tőke további erősítése források elosztása felett diszponáló Uniós szakmai szervezetekkel; iv) a kapcsolati tőke erősítése az állami szervekkel; v) az AKI szakértelemtárának széles körű megismertetése a potenciális partnerekkel. Az AKI-ban két ilyen munkatárs/vállalkozó bevonása indokolt: egy az orvos-biológiai egy pedig az energia-környezatkémiai területre. E szakembereket a fix díjazású megbízási szerződésen felül sikerdíjjal kívánjuk alkalmazni.

Az intézet kutatócsoportjainak egymással, valamint az TTK többi intézetével való együttműködésének elősegítése rendkívül fontos a mátrixszervezeti rendszer tovább erősítése és a témakoncentráció szempontjából. Meg kell erősíteni azokat a témákat, amelyeknek az AKI a gazdája, a „szolgáltatási” tevékenységeket és más nem a fősodorhoz tartozó témákat pedig a célszerű minimumon kell művelni. Stratégiai céljaink eléréséhez rendszeresen indítunk integrált projekteket, amelyeknél mind személyi, mind anyagi, mind infrastrukturális vonatkozásban biztosítjuk a sikeres műveléshez szükséges kritikus erőforrásokat. A projektek futamideje 3 év, de minden év végén értékeljük az eredményeket és döntünk a projekt folytatásáról, vagy befejezéséről. A projektek finanszírozására minden esetben intézeti stratégiát alakítunk ki. A központon belüli együttműködések gazdasági hátterét a tartalékképzéssel előálló források képezhetik.

Valószínűsíthető, hogy a hazai pályázati forrásokból származó bevételek – a kifutó operatív programok miatt – csökkenni fognak, ezért egyre inkább az EU-s pályázatok felé kell fordulnunk. Kutatás-szervezési szempontból kiemelten fontos: az alap- és alkalmazott kutatásoknak szinergikusan egymásra kell épülniük. E szemlélet érvényesítése megfelelő önértékeléshez vezethet a senior munkatársaknál, míg a pályakezdő munkatársak számára vonzóvá teheti a kutatói életpályát.

Itt kell felhívni a figyelmet a kiváló munkatársak megtartására és idevonzására. A magas színvonalú munka megköveteli a PhD fokozattal és az MTA doktora címmel rendelkező, határozatlan munkaszerződésű munkatársak létszámának adott szinten tartását, mivel ők képesek a projektek létrehozásával és teljesítésével kapcsolatos terhek viselésére és megosztására. Életpályamodellt kell kidolgozni mind a kutatói, mind a nem kutatói munkakörben dolgozó munkatársak számára, amely a munkatársak erősségeire épít, azokat továbbfejleszti, a munkatársak számára stabilitást biztosít, és fokozott erőfeszítésekre ösztönöz az intézet érdekében. A kiválóság biztosítékát jelentik a Lendület kutatócsoportok. Törekedni kell, hogy a következő 4 évben további Lendület program nyertesei legyenek az AKI-nak.

A kimagasló kutatócsoporti és az egyéni eredményeket díjazni kell, ami megerősíti a jó teljesítményt nyújtókat abban, hogy erőfeszítéseik nem voltak hiábavalóak. Az Anyag- és Környezatkémiai Intézet a KUTTA értékelési rendszerét jelenleg is alkalmazza a költségvetési támogatás elosztására a kutatócsoportok között. Ezen utólagos számadáson kívül feltétlenül szükség van egy előzetes tervezést is figyelembe vevő értékelési rendszerre. E rendszerben a munkatársak céljait és feladatait a csoportvezetővel az év elején egyeztetve, a csoportvezető jóváhagyásával a lehető legobjektívebb, számszerűsíthető formában meg kell fogalmazni, és azokat az év végén ellenőrizni kell. Az AKI minden munkatársának képességeihez és lehetőségeihez mérten, saját erősségeire építve hozzá kell járulnia a kutatóközponti, intézeti és kutatócsoporti célok megvalósulásához.

A különböző szakértelmi bázisokat meg kell erősíteni. Intézeti szinten kell kezelni egyes nagyműszeres technikákat, elsősorban a porröntgent és az elektronmikroszkópiát, amelyeknek mind tudományos, mind szolgáltatási célú szakértő üzemeltetésére, karbantartására új munkatársakat kell felvenni az AKI-ba.

Középtávú kutatási programjainkban különös hangsúlyt fektetünk funkcionális és szerkezeti anyagok kifejlesztésre és speciális kémiai folyamatok megismerésére a következő kutatási területeken: i) biomassza hasznosítás és környezeti kémia, ii) a tüzelőanyag-cella és energiatárolás, iii) a gyógyszer- és jelzőanyag hordozók, és iv) a bioszenzorok fejlesztése.

Funkcionális és szerkezeti anyagok különleges célokra

Kihhasználva a méretcsökkenés okozta speciális tulajdonságokat különleges nanoszerkezetű anyagokat állítunk elő és felületüket célszerűen módosítjuk plazmakémiai, elektrokémiai és kolloidkémiai módszerekkel. Így nanoméretű és ultrafinom funkcionális részecskéket, mag-héj szerkezeteket, szigetszerűen bevont szemcseszerkezeteket, nanocsöveket, nanorudakat, gömböket, úgynevezett hierarchikus nanoszerkezeteket és egyéb, nem-egyensúlyi anyagi rendszereket állíthatunk elő. A modellrendszerek lehetnek szénstruktúrák, így szénszálak, nanocsövek és többrétegű grafén, továbbá oxidok és más kerámiai anyagok, fémek, valamint ezek társított rendszerei.

Folytatjuk nemzetközileg is elismert kutatásainkat az újszerű, különleges szerkezetű és tulajdonságú multifunkciós polimerek és az újszerű nanoszerkezetű polimer kotérhálók területén.

A polimer kompozitokon alapuló funkcionális anyagokat elsősorban biológiai eredetű nyersanyagokból alakítjuk ki. A felhasznált anyagok zömében természetes adalékok és nyersanyagok, illetve biológiailag lebontható alifás poliészterek. Fejlesztéseink meghatározott alkalmazási területekre, így a gyógyászatra, az autóiparra és a csomagolástechnikára irányulnak.

Biomassza hasznosítás és környezeti kémia

Környezatkémiai kutatásainkban egyes fokozottan veszélyes ipari és egyéb hulladékok, melléktermékek átalakítási és hasznosítási lehetőségeit kívánjuk felderíteni. Ennek érdekében vizsgáljuk a termikus plazmában történő kezelés részfolyamatait, és egyes hulladékanyagok értékesíthető termékekké történő átalakításának célszerű körülményeit.

Biológiai eredetű fázisváltó anyagokból és hordozókból környezetbarát hőtároló mikrokapszulákat fejlesztünk ki, és azokat energiatakarékos épületszerkezeti elemekben és hőtároló-hőszigetelő rendszerekben alkalmazzuk.

A korszerű anyagtudomány eredményeire és módszereire alapozva az energiatermelés és tárolás, valamint a vegyipar és a környezetvédelem környezetbarát heterogén katalitikus eljárásait megalapozó kutatásokat folytatunk. A megújuló szénforrások, biomassza és szén-dioxid vegyi anyagokká, illetve motorhajtó anyagokká történő átalakításának heterogén katalitikus folyamatait kutatjuk. Egyes levegő- és vízszennyező ipari emissziók csökkentésére is keresünk heterogén katalitikus megoldásokat. A katalitikus folyamatok mélyebb megértéséhez feltárjuk a katalizátorok felületi, szerkezeti és katalitikus tulajdonságai közötti összefüggéseket.

Alga olajból és alga foszfolipid alapanyagokból olefin metatézissel, magas hozzáadott értékkel rendelkező anyagokat állítunk elő.

Vizsgáljuk a lignocellulóz alapú bioüzemanyagok és a megújuló szerves vegyipari alapanyagok hatását a klímaváltozásra, a levegő és a felszíni vizek minőségére.

Elméleti kémiai kutatásokat folytatunk a vegyipar és a környezetvédelem területén fontos folyamatok kinetikájának, dinamikájának és mechanizmusának felderítésére. Heterogén katalitikus folyamatok modellezésével szerkezet-hatás összefüggéseket tárunk fel, és azokat hasznosítjuk a katalizátorok tervezésében. Módszereket dolgozunk ki fontos elemi reakció típusok modellezésére, és légköri, valamint égéskémiai reakciók nem mérhető jellemzőinek számítására. Vizsgáljuk a biomassza eredetű platformvegyületek fotokémiai, termodinamikai és reakciókinetikai jellemzőit.

Újrahasznosítási technológiák támogatása céljából meg kívánjuk érteni a biomassza és műanyag hulladékok és melléktermékek hőkezelése és termikus bomlása során lejátszódó kémiai folyamatokat. Az így szerzett ismeretekre alapozva növelni kívánjuk a hőbomlás során keletkező termékek értékét, és katalitikus pirolízissel a lehető legkisebbre szeretnénk csökkenteni a környezetre káros komponensek mennyiségét.

Tüzelőanyag-cella és energiátárolás

Elektromos energia tárolása céljából elektrokatalitikus módszerekkel nagy hidrogéntartalmú vegyületeket állítunk elő, és vizsgáljuk azok visszaalakítását elektromos energiává. Kiemelt hangsúlyt fekte-

tünk a szén-dioxid elektrokatalitikus és fotokatalitikus átalakítására szénhidrogénekké, alkoholokká, továbbá a hidrogén előállítására nagy hidrogéntartalmú vegyületekből és szénhidrogénekből. A nagy hidrogéntartalmú vegyületek tüzelőanyag-cellákban alakíthatók vissza elektromos energiává. Célunk ezen átalakítások foto- és elektrokatalizátorainak kifejlesztése és folyamatos tökéletesítése. Tüzelőanyag cellákhoz polimer kotérhálókra alapuló protonvezető membránokat is fejleszteni fogunk.

Gyógyszer- és jelzőanyag hordozók

Nanoszerkezetű gyógyszerhatóanyagok és szabályozott, illetve célzott hatóanyag leadásra képes gyógyszerhordozó nanorészecskéket állítunk elő, és vizsgáljuk alkalmazhatóságukat szklerózis multiplex és tumoros megbetegedések esetén.

Orvosi és biológia területen hasznosítható új, célzott hatóanyag leadást, vagy biológiai képzőanyag biztosító multifunkciós, természetes fehérjekomponenseket tartalmazó nanorendszereket hozunk létre, és azok szerkezeti és morfológiai szempontból teljes körűen jellemezni fogjuk. Meghatározzuk oldatba vitt membránfehérjék durva-feloldású szerkezetét röntgenszórásos módszerrel, a fehérjék alakváltozáshoz köthető funkcióváltozásának értelmezése céljából. Az extracelluláris vezikulák (EV) IR spektroszkópiai vizsgálatát folytatva, olyan betegség-specifikus spektrális változásokat derítünk fel, amelyek ún. EV-alapú biomarkerekként alkalmazhatók különböző betegségek IR spektroszkópiai módszerrel történő gyors, egyszerű és olcsó diagnosztizálásában.

Metatézis polimerizációval előállított biopolimerek, illetve makrociklusos vegyületek alkalmazására fókuszálunk a mikrokörnyezet változására érzékeny funkcionális nanorészecskék és a hatóanyag szabályozott felszabadulását lehetővé tevő gyógyszerhordozó anyagok vizsgálatával.

Vízben jól oldódó, nem toxikus makrociklusos vegyületek, kukurbiturilok és 4-szulfonátok alixarének önszerveződési folyamatainak kinetikáját és termodinamikáját tanulmányozzuk.

Bioszenzor kutatás

Vonatkozó kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységünk színvonalát két fontos, egymást erősítő irányból, nevezetesen a mérés-technikai és az alkalmazási újdonságok oldaláról szeretnénk növelni. A mérés-technikai újdonságokat részben a párhuzamos méréseket és adatkezelést lehetővé tevő, gyors és nagy átbocsátóképességű technikát alkalmazó, részben az extrém detektálási határértékeket megcélzó egyedi mérőrendszerek fejlesztése jelentik. Emellett tervezzük meglévő műszerparkunk szisztematikus, egyedi igényeknek megfelelő felújítását is. Az innovatív alkalmazások keretében az újszerű mérés-technikákat olyan egészségügyi, biológiai, környezetvédelmi vonzatú, nagy társadalmi jelentőséggel bíró területeken illesztjük be érzékelő berendezésekbe, ahol ez az egyedi mérés-technika az eddigi kutatási technikákat meghaladó információkat tud szolgáltatni. Az alkalmazási területhez szükséges specifikusság eléréséhez továbbra is a határfelületek nanométer tartományba eső funkcionális módosítását alkalmazzuk. Nagyszerű érzékenységű szenzorokat fejlesztünk biológiai és élelmiszeripari alkalmazásokra, továbbá egészségügyi szempontból lényeges komponensekre érzékeny gázszenzorokat fejlesztünk ki.

4. Az intézet profiljának megfelelő teljesítménymutatók rendszerének felállítása

A KUTTA által megalkotott egyéni értékelési rendszert egyrészt tovább kell finomítani, másrészt a Kjt. közalkalmazottakra előírt minősítési rendszerét célszerű alkalmazni valamennyi TTK-s dolgozóra, mivel ez utóbbi szempontrendszer nagyon alapos és sokrétű minősítést tesz lehetővé.

5. Stratégiai cselekvési tervek meghatározása: intézeti szintű programok és projektek tervezése éves bontásban

Az intézeti programok megvalósításában célunk a hazai operatív programokban való részvétel, és azok kiterjesztéseként EU-s projektekben való részvétel. A technológiai készültségi szint az egymásra épülő programok esetén akár növekedhet is; ez nagymértékben függ az ipari partner hozzájárulásától. Ugyanakkor sokkal valószínűbb, hogy a technológiák méretnövelési szakaszában az intézet szere-

pe egyre csökken. Emiatt is célszerűen bővíteni kellene a szabadalmi bejelentések gazdasági hátterét, továbbá eljárásrendet kellene kialakítani a TTK-ban született fejlesztési eredmények spin-off cégekben, vagy ipari partnereknél történő hasznosítására.

Biomassza hasznosítás és környezeti kémia

A hőtároló mikrokapszulák előállításának és fejlesztése területén az intézet segítségével ipari partnerünk az időszak végére eljut a mikrokapszulák építőelemekbe történő beépítéséig.

A tervezési időszak első felében még a biomassza energetikai célú átalakítása lesz a fő kutatási irány, ami később várhatóan eltolódik a vegyipari hasznosítás irányába. Ekkor az energiahordozók előállításához inkább már a szén-dioxidot fogjuk alkalmazni szénforrásként.

Tüzelőanyag-cella és energiatárolás

A hidrogén tüzelőanyag-cellák elektrokatalizátorainak fejlesztése valószínűleg a teljes időszakra kiterjed, mivel e területen csak nemrégiben értük el első sikereinket. Itt cél a platina- tartalom fokozatos csökkentése és a stabilitás növelése. A polimer elektrolit membrán tüzelőanyag cellák más komponenseinek fejlesztését megalapozó anyagtudományi kutatások is elindultak. Megkezdtük például a polimer kotérhálókra alapuló protonvezető membránok előállítását és vizsgálatát. Az energiatárolási megoldások ebben az esetben is eltolódnak a szén-dioxid nagy hidrogéntartalmú szénvegyületekké történő (foto)elektrokatalitikus átalakításának irányába.

Gyógyszer- és jelzőanyag hordozók

A különböző anyagi rendszereket először *in vitro*, majd a későbbiekben *in vivo* körülmények között fogjuk vizsgálni.

A mikrokapszulás hordozókat tekintve célunk újszerű polimer hordozók folyamatos fejlesztése. Nemcsak a hordozót, de a hatóanyagot is változtatjuk, és az időszak végére az ipari partner saját fejlesztésű hatóanyagát fogjuk mikrokapszulázni.

Extracelluláris vezikulás hordozók esetén az időszak elején tökéletesítjük azok elválasztási módszereit, majd Nanoerythrocytómák előállítására és hatóanyaggal való töltésére fókuszálunk.

Az önrendező makrociklusok hordozóként történő alkalmazása a szulfonátok alixarének és 1-alkil-3-metilimidazólium típusú ionos folyadékok közötti kölcsönhatást befolyásoló tényezők feltárásával indul, majd a kutatások a különböző fejcsoportot tartalmazó felületaktív anyagok és makrociklusok között lejátszódó önszerveződési folyamatok megismerésével folytatódnak. A későbbiekben polipenténamer makrociklusokat fejlesztünk, végül a pedig a kukurbituril nanokonténerekbe ékelődés és üregükből kilépés termodinamikájának és kinetikáját derítjük fel.

Bioszenzor kutatás

Folyamatosan fejlesztjük mind a biológiai és élelmiszeripari célokra alkalmazott nagyérzékenységű szenzorokat, mind az egészségügyi szempontból lényeges komponensekre érzékeny gázszenzorokat.

6. A stratégiából levezetett intézkedések nyomon követése (visszacsatolás), a stratégiai akciók megvalósulásának mérése, ellenőrzése

Éves visszacsatolási rendszer javasolt.

Dr. Tompos András
Intézetigazgató

Dr. Pokol György
Főigazgató

Budapest, 2017. szeptember 30.