

**Csóka Levente „Aligned cellulose nanocrystals thin films” című MTA doktori
értekezésének bírálata**

Csóka Levente MTA Doktori Tanácsához benyújtott angol nyelvű disszertációjában 101 oldalon foglalta össze a rendezett cellulóz nanokristályokból felépülő vékony filmekkel kapcsolatos kutatási eredményeit. A disszertáció 9 nívós nemzetközi folyóiratban megjelent publikáción alapul, melyekre a Jelölt disszertáció beadásáig 77 független hivatkozást kapott, így a Jelölt által bemutatott munka és annak háttérét képező publikációk magas szintű tudományos tevékenységre utalnak.

A Jelölt kutatási tevékenysége és disszertációjának témája szorosan kapcsolódik napjaink anyagtudományi, ezen belül nanotechnológiai kutatási fókuszterületeihez. Ma az anyagtudományi kutatások egy része a megújuló nyersanyag és energiaforrásból származó alapanyagok felhasználásával létrehozott összetett rendszerek makro- és mikroszkópikus tulajdonságainak vizsgálatára, valamint a szerkezet, tulajdonság és funkció közötti összefüggések feltárására irányul. A Jelölt disszertációjában a cellulóznak, mint környezetbarát és megújuló nyersanyagból előállítható cellulóz nanokristályos filmek előállítását, vizsgálatát és alkalmazási lehetőségeit mutatja be. A Jelölt témaválasztása ennek megfelelően korszerű és szorosan illeszkedik az említett kutatási irányvonalakhoz.

A dolgozat 5 különálló fejezetből épül fel. Valamennyi fejezetet az adott témához kapcsolódó legfontosabb közlemények felsorolása zárja. Az egyes fejezetek elején a szerző felsorolja azokat a közleményeit, amelyek az adott fejezetben bemutatott eredmények alapját képezik. Az első fejezetben általános áttekintést ad a cellulózzal, ennek kémiai szerkezetéről, felhasználásáról és az előállítható különböző morfológiájú cellulóz nanorészecskékről. A második fejezet a Jelölt által előállított cellulóz nanokristály dielektroforetikus tulajdonságát és ehhez a tématerülethez kapcsolódó elméleti háttérrel részletezi. A harmadik fejezetben a cellulóz nanokristályokból álló ultravékony filmek előállítása, az előállított filmek piezoelektromos tulajdonságai és a piezoelektromos hatást leíró különböző elméleti modellezések eredményei kerülnek bemutatásra. A negyedik fejezet a nanofibrillák és vékonyfilmek baktérium cellulóz hálózataiból nagyteljesítményű ultrahanggal történő előállítását és az előállított nanofibrillák morfológiája és az előállítás során alkalmazott eljárások közötti összefüggéseket tárgyalja. Az ötödik fejezetben a Jelölt összefoglalja új tudományos eredményeit.

A disszertáció fontosabb tudományos eredményeinek rövid összefoglalása

- Bebizonyította, hogy kis térerősségű váltakozó áram és konvektív nyíróerők alkalmazásával magas rendezettségi fokú, cellulóz nanokristályokból álló vékony film állítható elő. A rendezettséget a konvektív nyíróerők és a váltakozó elektromos tér figyelembe vételével elméletileg is sikeresen leírta.
- Igazolta, hogy kémiai feltárással, valamint kis térerősségű váltakozó elektromos tér alkalmazásával homogén anizotrópikus, negatív típusú dielektromos tulajdonságú cellulóz nanokristályos filmek állíthatók elő. Bizonyította továbbá, hogy az így előállított rétegnek relatíve nagy piezoelektromos állandója van.
- Kimutatta, hogy a rendezett cellulóz nanokristályokból és nanofibrillákból álló réteg külső elektromos tér hatására jelentős deformációt szenved és alkalmasak mechanikai energia elektromos energiává történő átalakítására.
- Bebizonyította, hogy a baktérium cellulóz hálózataiból nagyteljesítményű ultrahanggal nanofibrillákból álló vékony piezoelektromos film állítható elő.

A Jelölt a mellékelt tézisfüzetben 7 tézispontban foglalta össze legfontosabb tudományos eredményeit. A tézispontokban bemutatott eredményeket új tudományos eredményként elfogadom.

Elismerve a Jelölt színvonalas munkáját, néhány megjegyzést és kérdést teszek fel, amelyek nem érintik a dolgozatról kialakított pozitív véleményemet.

A disszertációval kapcsolatos megjegyzéseim

(A dolgozat és a tézisek szerkesztésével, tartalmával kapcsolatos megjegyzéseim)

1. A 3.2.1. Materials and Methods fejezet gyakorlatilag megegyezik a 2.2.1 fejezettel. Jobb lett volna itt csak hivatkozni az említett fejezetben foglaltakra!
2. A 4. fejezet bevezetése nem kellőképpen alapos, pl. „Wang et al investigated the effect of ultrasound irradiation time on the depolymerization of plant and bacterial cellulose”, nem derül ki, hogy a szerzők milyen megállapításra jutottak.

3. A második fejezet végén bemutatott piezoelektromos részt szerencsésebb lett volna a 3. fejezetben tárgyalni, így mind a második, mind a harmadik fejezet témáját tekintve is egységesebb lett volna.
4. A 20. oldalon szereplő „To apply a style, begin by selecting...” mondattal kezdődő bekezdés mondanivalója és kapcsolata az ezt megelőző szövegrészekkel nem teljesen világos számomra.
5. A tézisfüzetben használt betűméret indokolatlanul kicsi.
6. A 4. tézispont bár a lényeget kifejezi, indokolatlanul szükséztű az állítás.

A dolgozatban szerepel néhány helytelen kifejezés, illetve elírás, például:

- „de-oxylation of ribose” kifejezés használata helytelen
- „under different polarities” helyett a „with different polarities” (6. oldal) használata itt megfelelőbb.
- 25. oldalon (utolsó előtti bekezdés) az „in increased” helyett „is increased” írandó
- A Jelölt számos esetben használja a „Results of analytical and experimental works” kifejezést. Ezekben az esetekben talán helyesebb lett volna a „theoretical” szó használata az „analytical” helyett.

A disszertációval kapcsolatos kérdéseim

1. Mivel értelmezhető a 2.2 ábrán (24. oldal) bemutatott $\text{Re}[K(\omega)]$ -frekvencia görbén jelentkező lokális szélsőértékek?
2. A 24. oldalon bemutatott elektro-rotációs spektrumok hőmérséklet növelésével jelentkező eltolódásában véleményem szerint a viszkozitás hőmérséklet szerinti változásának (csökkenésének) is szerepe lehet. Mi erről a Jelölt véleménye?
3. A 3.4 ábrán (56. oldal) a piezoelektromos állandók meghatározására irányuló kísérletekben miért alkalmazott különböző frekvenciákat (20, 45, 200 Hz)?
4. A rétegvastagság-változása és az alkalmazott elektromos térerő között lineáris összefüggés mutatott ki (3.4. ábra) a Jelölt. Azonban elképzelhető az is, hogy kis térerő nem okoz változást a rétegvastagságban, azaz egy kritikus térerőnél nagyobb térerők esetén növekszik csak a rétegvastagság. Ez azt is jelentheti, hogy a

rétegvastagság változást a térerő függvényében leíró egyenesnek nem feltétlenül kell az origóból indulnia, ahogy az a 3.4. ábrán szerepel. Mi erről a felvetésről a Jelölt véleménye?

5. Nem egészen világos számomra, hogy a $D_{i,j,k}$ értéke miért és miért éppen a szakító szilárdságtól függ (3.1. egyenlet, 58. oldal)?
6. A Jelölt által kifejlesztett, nanokristályokból álló vékony filmek előállítására vonatkozó technológia milyen mértékben méretnövelhető, „üzemesíthető”?

Összefoglalva megállapítható, hogy Csóka Levente MTA doktori értekezése és publikációs tevékenysége kielégítik az MTA doktora cím odaítélésére vonatkozó követelményeket.

A fentiek alapján javaslom az MTA Doktori Tanácsának, hogy Csóka Levente doktori munkáját bocsássa nyilvános vitára és részére sikeres védés esetén az MTA doktora címet ítélje oda.

Debrecen, 2017. március 31.



Kéki Sándor
MTA doktora