

Mikrokapszulák fejlesztése

Készítették: Vermes Brúnó
vermesbruno@gmail.com | Czigány Tibor
czigany@eik.bme.hu

1 | BEVEZETÉS

A poszter célja, hogy bemutassa olyan folyadékkal töltött, szilárd melamin-formaldehid kopolimer falú mikrokapszulák előállításának, illetve vizsgálatának folyamatát, melyeket később önjelölő, illetve öngyógyító funkciók elérésére lehet majd tovább fejleszteni. A kapszulák általános felépítését és működési mechanizmusát az 1. ábra mutatja. Célunk az optimális mennyiségek, illetve paraméterek leírása volt a jó minőségű, szűk méreteloszlású és jól reprodukálható kapszulák előállításához. Töltőanyagként pentaerythritol-tetrakis-(3-merkaptopropionát) (PETMP) epoxi térhálósítót, majd ennek UV-érzékeny indikátorral színezett változatát használtuk, hogy még egy lépéssel közelebb kerüljünk az említett felhasználási területekhez, mivel az irodalomban nem található jól kidolgozott módszer ilyen rendszerek előállítására. A kapszulákat vizes közegben, mágneses keverés segítségével (2. ábra), a pH és hőmérsékleti értékek precíz szabályozásával hoztuk létre, majd üvegszűrőn való átmosással tisztítottuk és szárítottuk azokat. A termékeket optikai, valamint pásztázó elektronmikroszkóp segítségével vizsgáltuk, és megkíséreltük azok epoxi mátrixba keverését is.

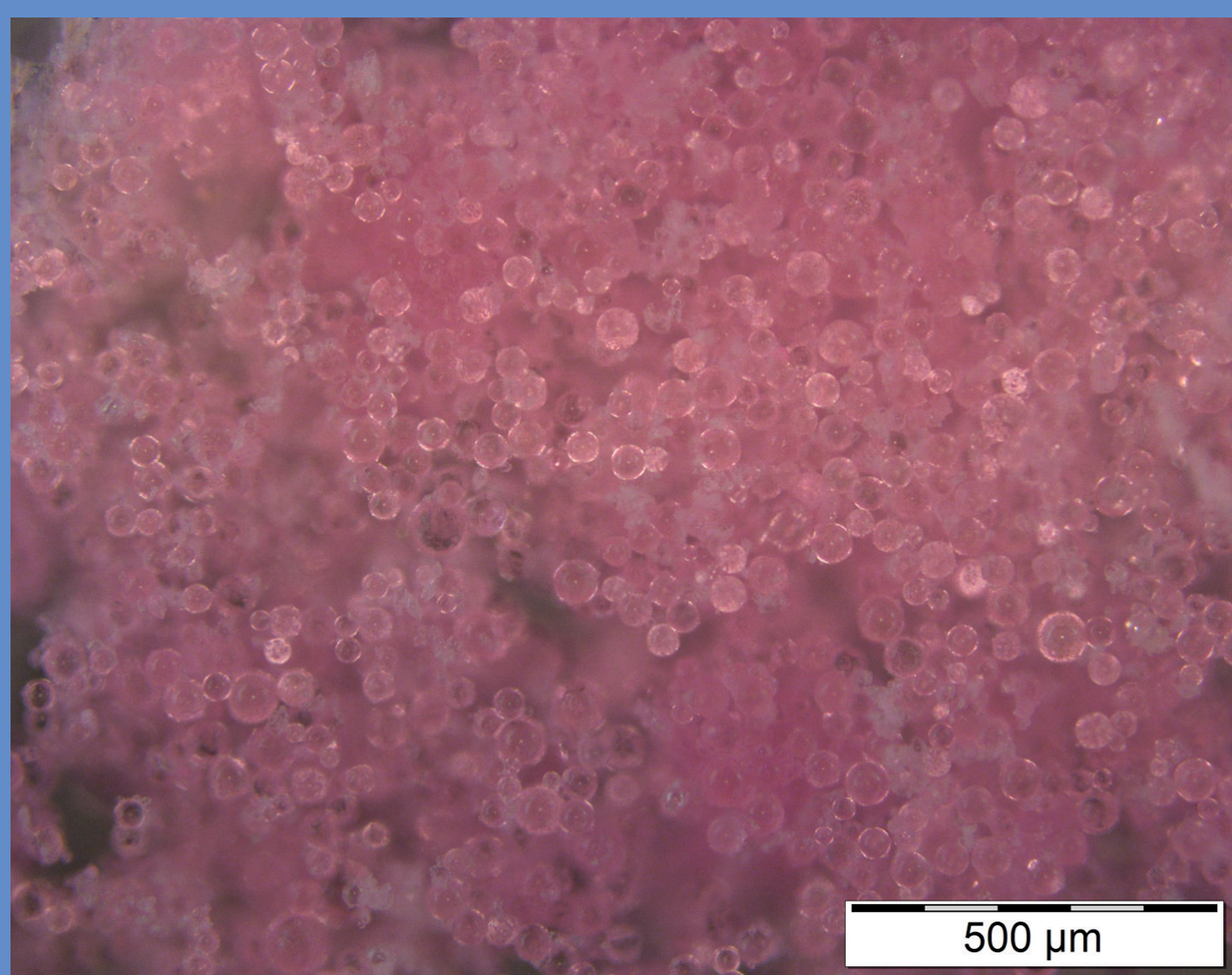


1. ábra | Mikrokapszulák működési mechanizmusa

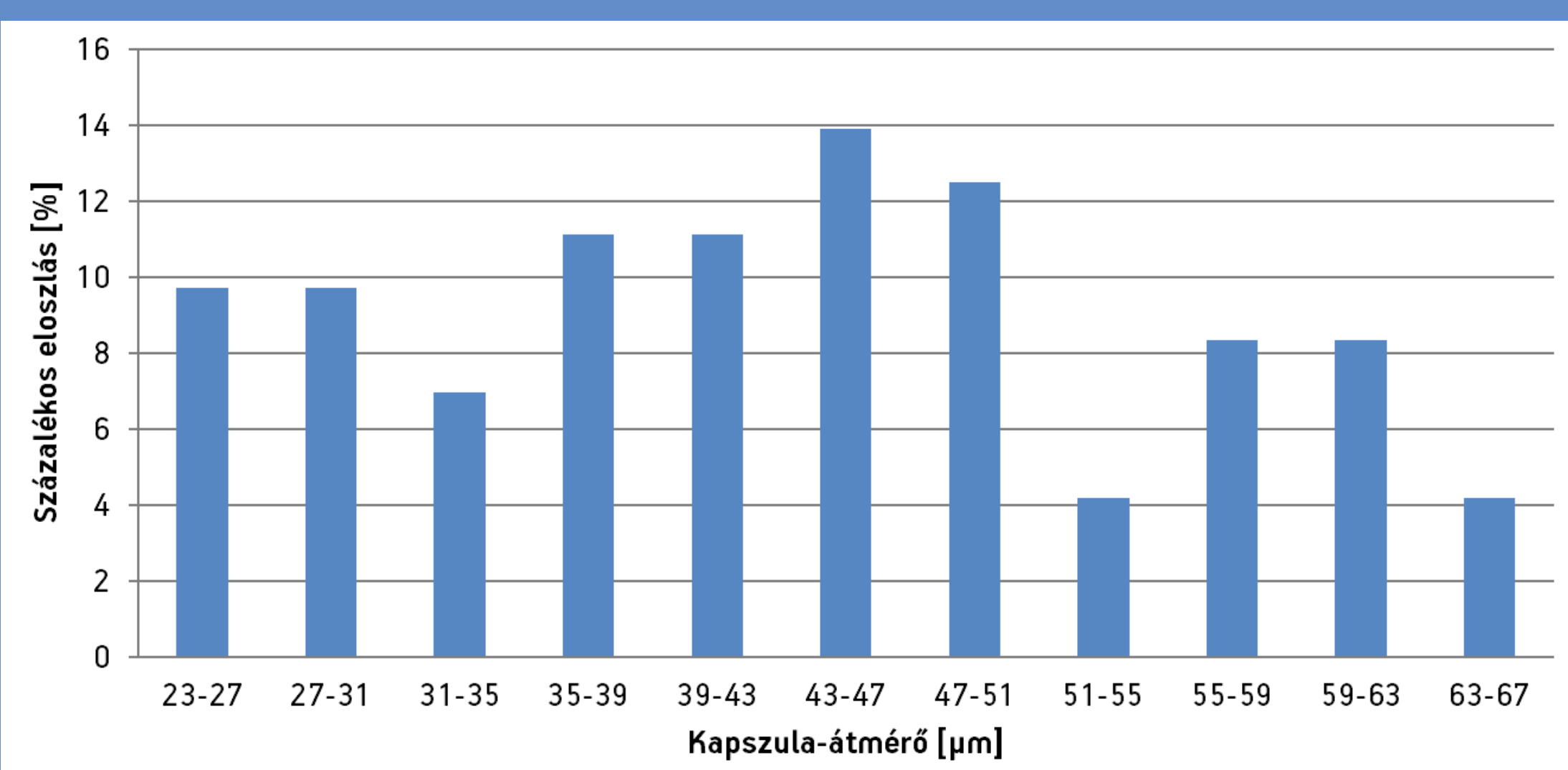
3 | KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK

Optikai mikroszkóp

A folyamat során mintavételezéssel, majd digitális megjelenítésű Olympus BX 51M típusú optikai mikroszkóp segítségével követtük a reakciót, valamint vizsgáltuk a kész, leszűrt, száraz port (5. ábra). A folyamat nyomonkövetésével tanulmányoztuk a kapszulák falának kiépülését, illetve meghatároztuk az optimális reakcióidőt is. Emellett számítógépes szoftver segítségével közelítő méreteloszlást mértünk, mely során a kapszulák átlagos átmérője 43.2 µm-nek, annak szórása pedig 11.6 µm-nek adódott (6. ábra). Megjegyzendő, hogy igen nagyszámú kapszula méretének vizsgálatakor Gauss-eloszlást várnánk, mivel egyik technológiai lépés sem indokolja az attól való eltérést.



5. ábra | Száraz, tiszta mikrokapszulák



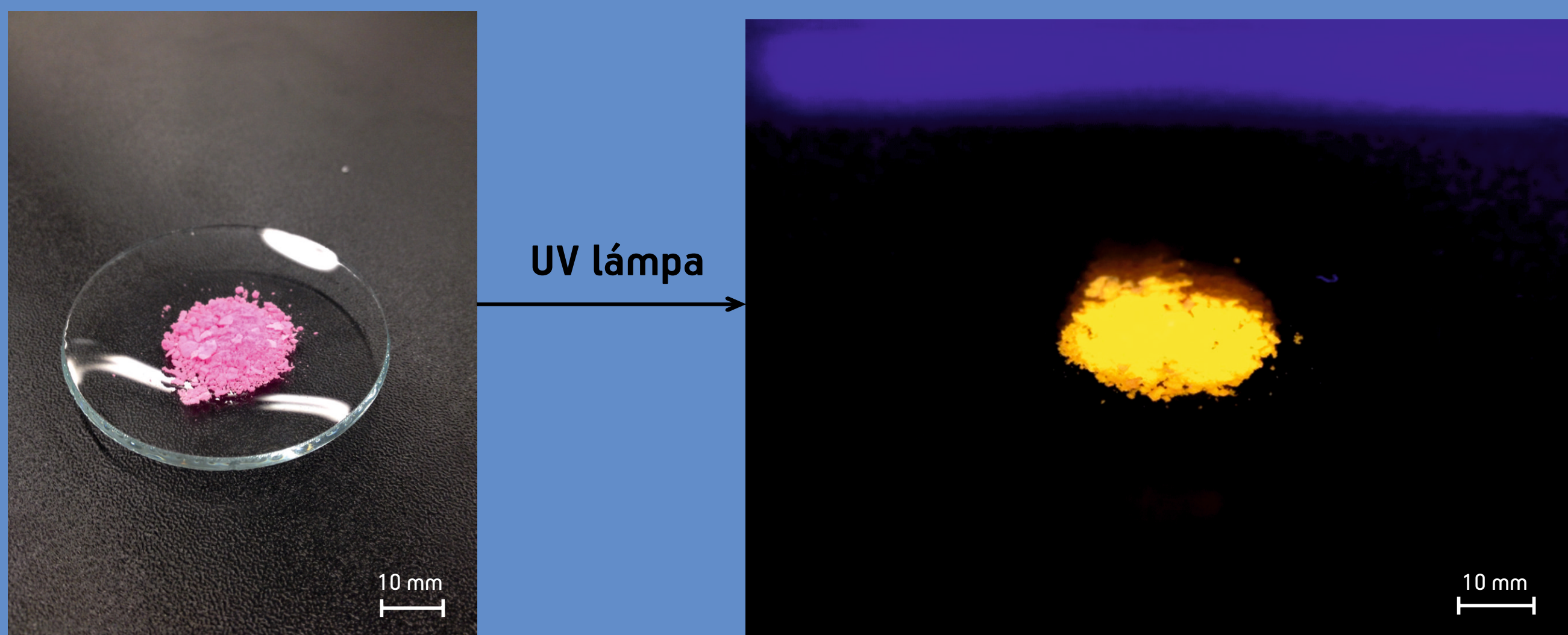
6. ábra | A kapszulák méreteloszlása

UV lámpa

Ahhoz, hogy meggyőződjünk róla, hogy az indikátor folyadékot megfelelő minőségben és mennyiségben tartalmazták a kapszulák, sötét szobában UV lámpával világítottuk meg azokat, melyre intenzív fényjelenséggel reagáltak (7. ábra), vagyis jelölésre alkalmas funkcióját az indikátor a folyamat során sikeresen megőrizte.

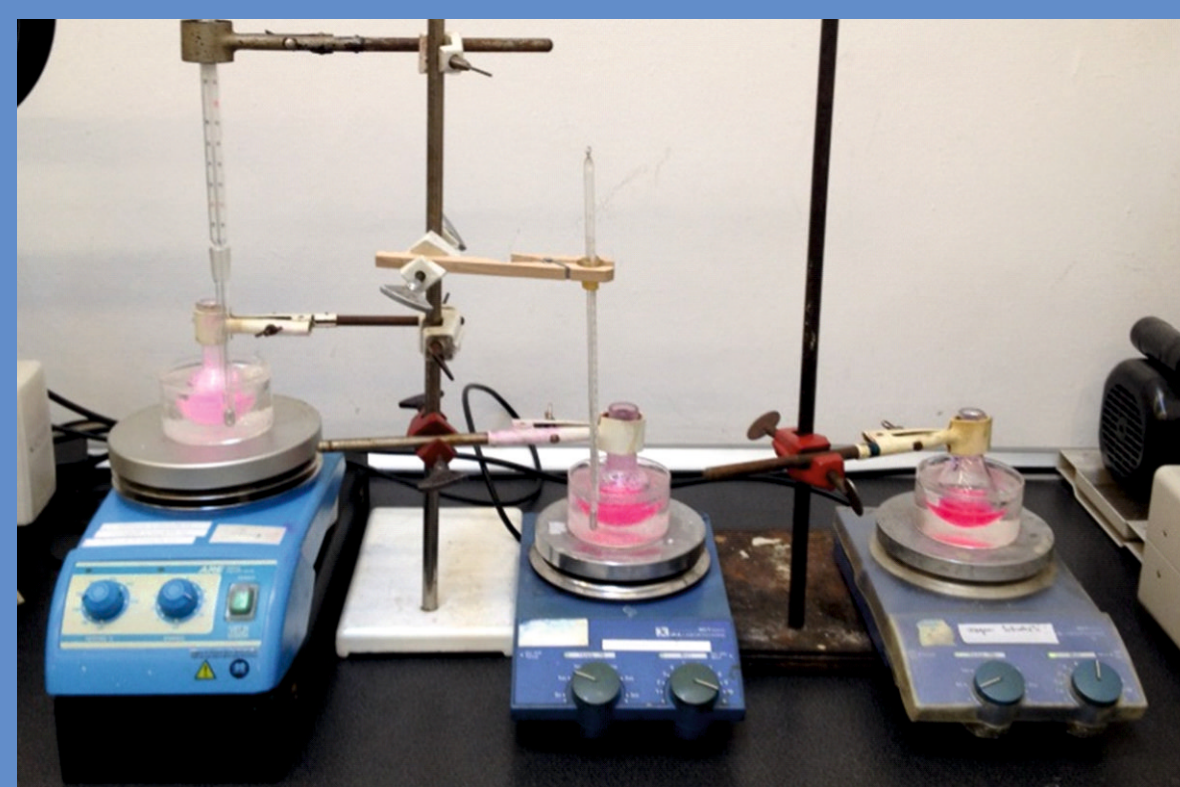
Pásztázó elektronmikroszkóp

A kapszula/epoxi kompozit próbatesteket szakítógépen nagy keresztfejsebességgel elszakítottuk a rideg törés érdekében, majd pásztázó elektronmikroszkóp segítségével tanulmányoztuk a törési felületet. A felületen nem tapasztaltuk a kapszulák feltörését, melynek oka túl nagy relatív falvastagságuk, illetve a még nem megfelelő fal-mátrix adhézió lehetett.



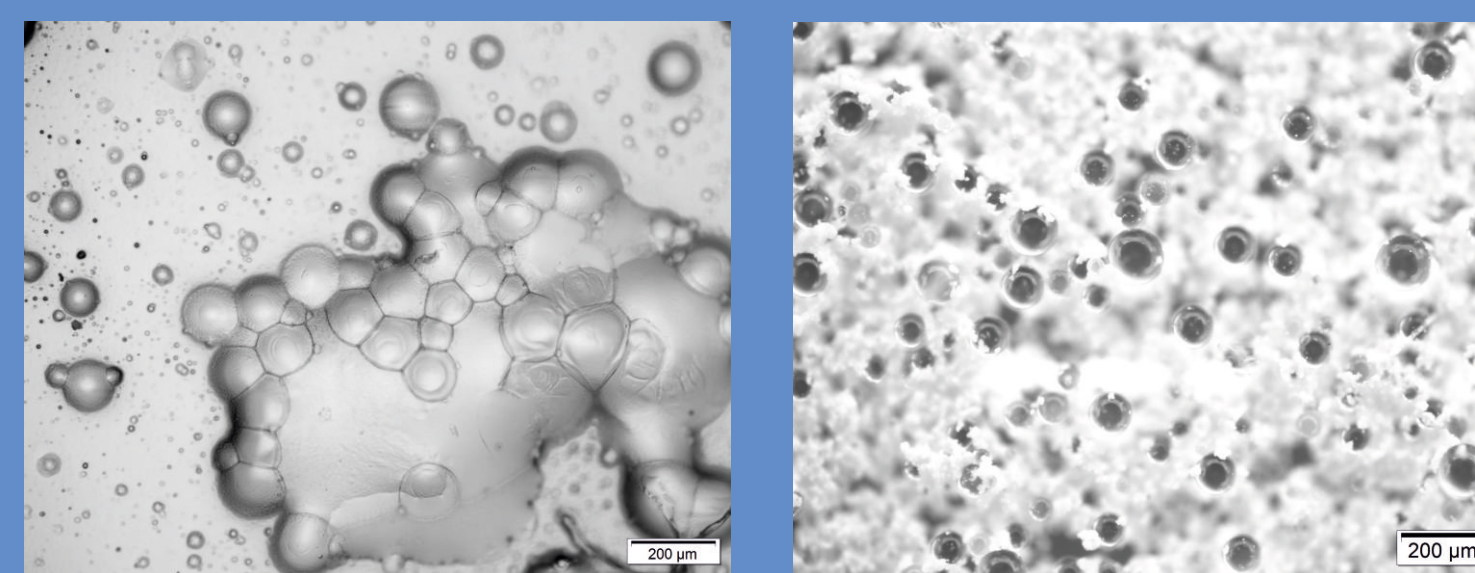
7. ábra | UV sugárzás hatására világító kapszulák

2 | MIKROKAPSZULÁK GYÁRTÁSA

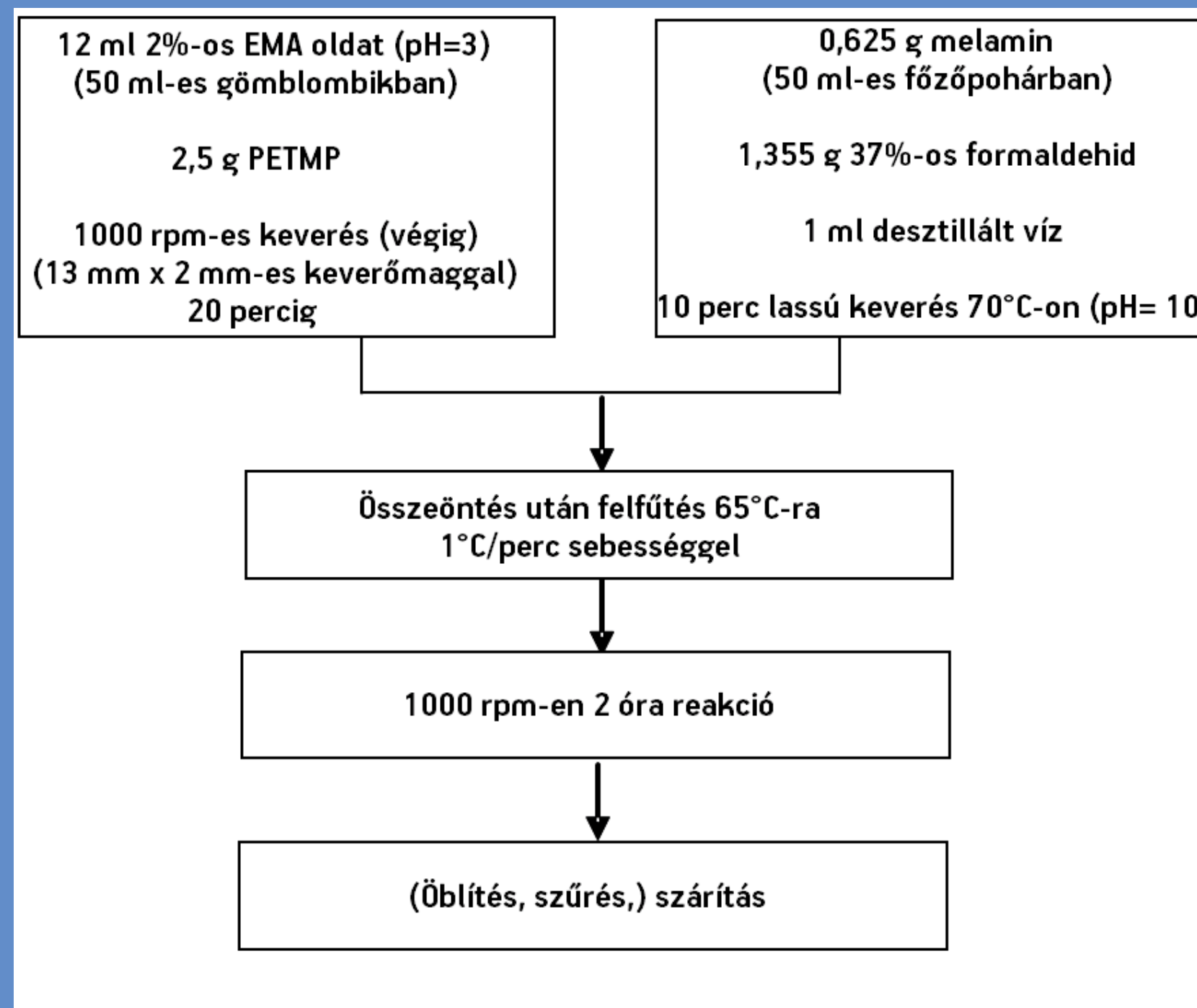


2. ábra | Mikrokapszulák előállítása mágneskeverős reaktorokkal

A mikrokapszula struktúrájának kialakítása többlépéses folyamat, amelyben a töltőanyagot, illetve a falanyagot külön kell kezelni. A töltőfolyadékként alkalmazott, UV-érzékeny indikátorral színezett PETMP térhálósítót 2%-os etilén-malein anhidrid (EMA) felületaktív anyag vizes oldatával, megfelelő fordulatszámon keverve az apró, mikrométeres nagyság-rendű cseppekké vált szét. Egy másik edénybe történt a por megjelenésű melamin, illetve a folyékony formaldehid összemérése, melyet a reakció optimális lejátszódása érdekében trietanolammal lúgosítottunk.



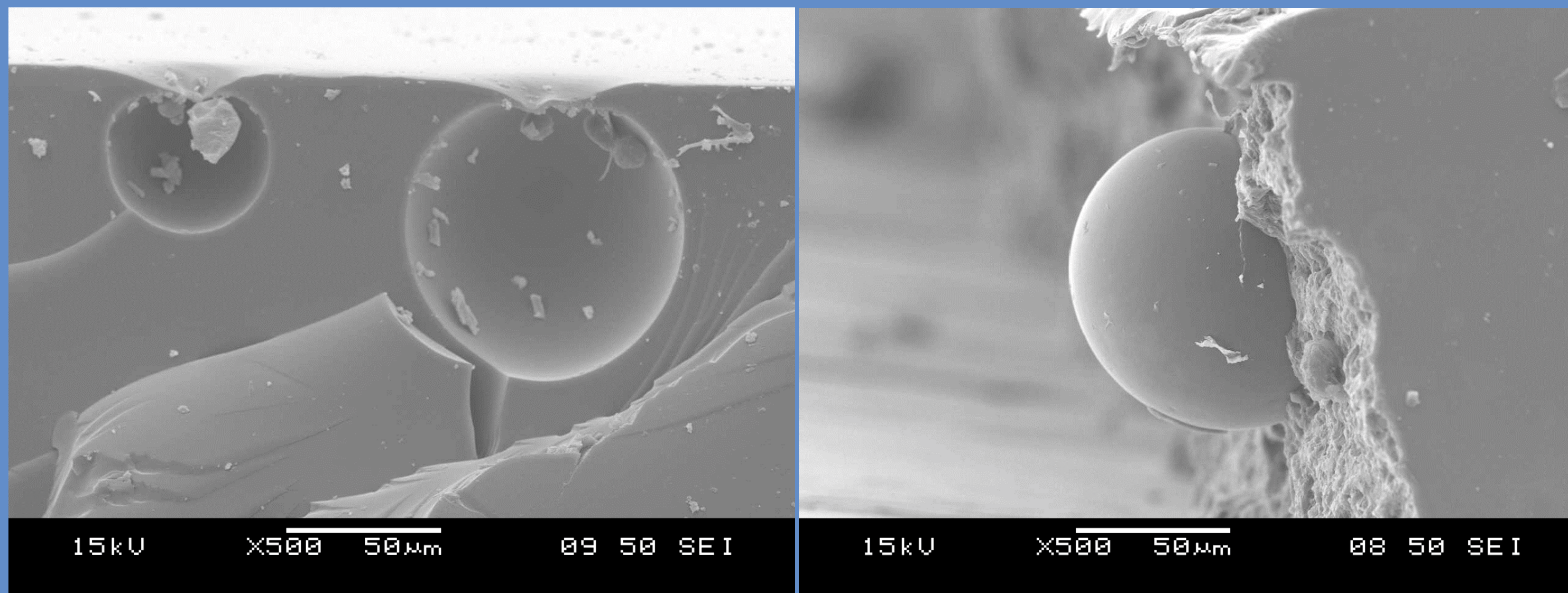
3. ábra | A falanyag lassú és gyors polimerizációjának eredménye



4. ábra | Mikrokapszulák reprodukálható előállítási receptje

4 | ÖSSZEFOGLALÁS

Elmondható, hogy sikerrel állítottunk elő indikátorral színezett, PETMP térhálósítót tartalmazó mikrokapszulákat, illetve először írtuk le azok reprodukálható, termelékeny előállításának pontos receptjét. A méretet elsősorban a keverés sebességével, míg a falvastagságot a reakcióidő módosításával tudtuk módosítani. A kapszulák méretének szűk eloszlása technológiailag előnyös, azonban további vizsgálatokat igényel a megfelelő relatív falvastagság megtalálása, mely a feldolgozás során kellő stabilitást biztosít, ugyanakkor a kompozitban haladó repedések hatására a fal feltörik, és szabadon engedi a maganyagot. A 8. ábrán látható fal-mátrix elválások alapján a további kutatások fő iránya a kapszula felületének módosítása a jobb adhézió, és így a kívánt feltörési mechanizmus elérése érdekében.



8. ábra | Elszakított kapszula/epoxi kompozit határfelületi SEM képe

5 | KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az eredmények megjelenését az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA K 116070) támogatta. A szerzők köszönetet mondanak a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar Szerves Kémia és Technológia Tanszékének.