

# Na-poliakrilát alapú superabszorbens polimerek vizsgálata

**Fehértői-Nagy Lili**  
ELTE Apáczai Gimnázium, Budapest



## Bevezetés

Az idén hetedik alkalommal megrendezett AKI Kíváncsi Kémikus kutatótábor keretén belül egy hétig dolgozhattunk együtt az MTA TTK vegyészeivel, és lehetőségünk volt egy rövid projektet elkészíteni különféle témákban. Én a Polimer Kémiai Kutatócsoport laboratóriumában dolgozhattam Dávid Borbálával, a budapesti Karinthy Frigyes Gimnázium tanulóival, ahol superabszorbens polimerek különböző tulajdonságait vizsgáltuk. Munkánk során előállítottunk egy ilyen polimert, majd különböző vizsgálatok során összehasonlítottuk tulajdonságait egy ipari mintáéval.

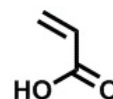
## A kutatás témája

A superabszorbens polimerek (SAP-ok) olyan óriásmolekulák, amelyek nagy mennyiségű vizet (akár tömegük több százszorosát) képesek magukba szívni és magukban tartani. Igen széles körben felhasználhatók: mezőgazdaságban páratartalom-szabályzásra, és optikai rostok készítésére is használják, de legfontosabb szerepük a pelenkák és tisztasági betétekben a nedvszívás. Itt lényegesek lehetnek a polimer különböző kémiai, illetve fizikai jellemzői, ilyenek például a polimer nyomás alatti nedvfelszívóképessége, a termékben a monomer és a polimer aránya, vagy a gélerősség. Ezek javítására és változtatására különböző módon lehet variálni a polimer előállításához használt körülményeket. Ezek az anyagok általában nátrium-hidroxiddal részben semlegesített poliakrilátsavból készülnek, kutatásunk során mi is ilyen összetételű SAP-ot állítottunk elő, és vizsgáltunk.

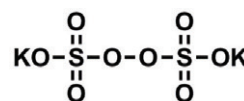
## Kísérleti rész

### i) A polimer előállítása

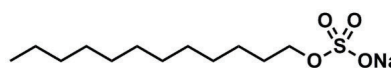
A recept alapján az első lépés az akrilsav (1a. ábra) részleges semlegesítése volt, melyet nátrium-hidroxiddal való kevertetéssel értünk el. Akrilsav és nátrium-hidroxid vizes oldatait összekevertük, így történt a részleges semlegesítés. A polimerizációban, amely egy inverz szuszpenziós polimerizáció, kálium-persulfátot (1b. ábra) használtunk iniciátorként, és N,N'-metilén-bisz-akrilamidot alkalmaztunk keresztkötőként a térhálós szerkezet elérésének érdekében. Tenzidként nátrium-dodecilsulfátot (1c. ábra) használtunk, szerves (apoláros) fázisként pedig hexánt.



1a ábra Akrilsav molekula

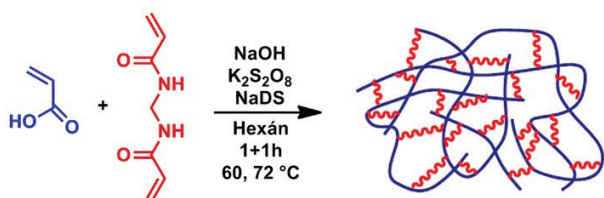


1b ábra Kálium-persulfát



1c ábra Nátrium-dodecilsulfát

A reakció sematikus egyenlete a 2. ábrán látható. Az oldat refluxoltatása után inert közegbe helyezve egy óráig 60 fokon, majd egy óráig 72 fokon folyt a polimerizáció. A polimerizációhoz használt laborberendezések a 3. ábrán láthatók.



2. ábra A polimer előállításának sematikus reakcióegyenlete



3. ábra A polimerizációhoz használt laborberendezések

Az oldószert vákuumbepárlással eltávolítottuk, a polimert metanollal átmostuk, majd leszűrtük, és 50 fokon egy éjszakán keresztül szárítottuk. A polimert sikerült előállítanunk, fizikai tulajdonságai elvárásainknak megfeleltek.

## ii) A polimeren végzett kísérletek

Az előállítást követően meg szeretnénk vizsgálni, hogy különböző pH-jú oldatokban milyen mértékben duzzad a polimer. A terméket pufferoldatokba (pH = 2, 7, 11, és kontrollként desztillált víz) helyeztük, majd 10 óra eltelte után összehasonlítottuk a duzzadásfokokat. A 4. ábrán egy száraz és egy duzzasztott hidrogél látható, amiből megállapítható, hogy a polimerünk igen nagymértékben képes duzzadni vizes közegben.



4a. ábra A száraz hidrogél

A vizsgálat eredménye az 5. ábrán levő grafikonon látható. Leolvasható, hogy a polimer savas közegben alig, magasabb pH-n jobban, de legjobban semleges közegben duzzadt meg. Ennek magyarázata, hogy savas közegben a polimerben levő akrilsav karboxilcsoportjai protonált állapotban vannak, ezért a vízmolekulák csak gyengébb, H-kötés-szerű kölcsönhatással



4b. ábra A duzzasztott hidrogél





5. ábra Saját polimer duzzadásfoka a pH és ionerősség függvényében

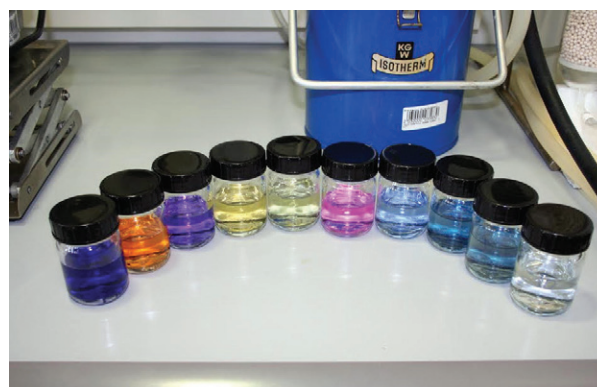
tudnak a térhálóban maradni. Lúgos közegben a karboxilcsoport protont ad le, és a karboxilátcsoport a vízmolekulákkal erősebb, ionos jellegű kölcsönhatást tud létrehozni, ez járul hozzá a nagyobb mértékű duzzadáshoz. Semleges közegben a két, előbb említett kölcsönhatás együttesen hat, ezért itt tud legjobban megduzzadni a polimer. Kitűnik még, hogy a desztillált vízbe helyezett termék duzzadásfoka messze meghaladja az összes pufferoldatban levő polimerét pH-tól függetlenül. Ennek oka, hogy desztillált vízben az ionerősség kicsi, ezért a duzzadás sokkal jelentősebb, mint a semleges pufferoldatban.

### iii) Kísérletek ipari hidrozselékkal

Nem csak a saját polimerünkkel kísérleteztünk, ipari 'hidrozseléket' is vizsgáltunk, ezzel hasonlítva össze az általunk előállított hidrogél duzzadási tulajdonságait. Különböző indikátorokkal színezett pufferoldatokba helyeztünk egy-egy hidrogél golyót. A fontos adatokat az 1. táblázatban tüntettük fel, a 6. ábra pedig az iniciátorral festett oldatokat mutatja sorban. 24, illetve 48 óra eltelté után megvizsgáltuk a duzzadásfokokat.

A kísérlet eredményei konzisztensek voltak a saját polimerünk vizsgálata során megfigyeltekkel, itt (7.

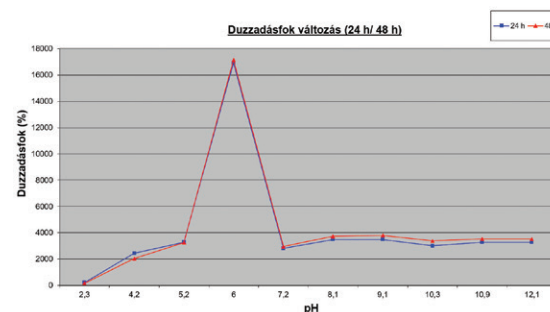
pH	indikátor	szín
2,3	kristályibolya	sötétkék
4,2	metilnarancs	narancssárga
5,2	brómfenolkék	lila
6 (desztillált víz)	-	-
7,2	metilnarancs	halványsárga
8,1	timolkék	halványzöld
9,1	fenolftalein	rózsaszín
10,3	timolkék	halványkék
10,9	alkálíkék	acélkék
12,1	alkálíkék	halványkék



6. ábra Az indikátorokkal színezett pufferoldatok

ábra) azonban látható, hogy a teljesen semleges (7-es pH) közegnél is jobb feltételeket biztosít a duzzadáshoz a 6 körüli pH.

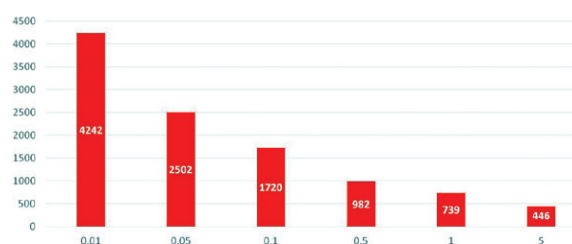
Szerettük volna még az ionerősség hatását is megvizsgálni, ehhez különböző koncentrációjú (0,01, 0,05, 0,1, 0,5, 1 illetve 5 mol/dm<sup>-3</sup>) nátrium-klorid oldatokba helyeztünk egy-egy hidrogél golyót, és 24 óra eltelté után mértük meg a duzzadásfokokat.



7. ábra Hidrogél golyók duzzadásfoka a pH függvényében

A 8. ábrán látható ennek a kísérletnek az eredménye. Látszik, hogy az ionerősség növekedésével a duzzadásfok egyre csökken, és a kapott pontok exponenciális görbére illeszkednek.

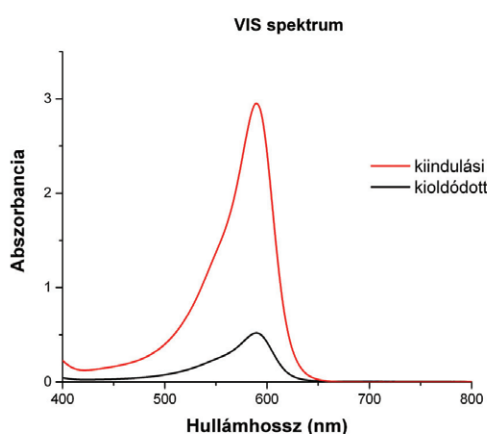
Duzzadásfokok az ionerősség függvényében



8. ábra Hidrogél golyók duzzadásfoka az ionerősség függvényében

Ezt az ozmotikus nyomás megváltozásával lehet magyarázni - az ionerősség növekedése csökkenti a térháló nedvfelszívó-képességét, mert a térhálóhoz képest a külső oldat egyre koncentráltabb. Ezzel magyarázható az is, hogy a pH vizsgálatok során a kontrollként használt desztillált vizes oldatban a polimerek sokkal jobban duzzadtak, mint a pufferoldatokban.

Utolsó kísérletünk egy kioldódásvizsgálat volt. Az előzőleg pufferoldatban levő, indikátorral színezett golyók desztillált vízbe való áthelyezésük



**9. ábra** Kioldódásvizsgálat a 4-es pH-jú pufferoldatban duzzasztott hidrozselé esetén

után látszólag zsugorodtak. Kíváncsiak voltunk, hogy az indikátoroldatból felvett színanyagot a golyó kibocsátotta-e magából. Ennek megállapítására az indikátoros pufferoldat és kioldódott, desztillált vizes oldat színanyagait UV-VIS spektrofotometriával összehasonlítottuk. A 9. ábrán a 4-es pH-jú pufferoldatra kapott eredmények láthatóak. Ez alapján valóban megfigyelhető kioldódás, hiszen a csúcsok helye közel azonos (600 nm körüli, amely a korábban látott narancssárga színű oldatról készült), a kis eltolódás a pH különbségből ered, ami részben megváltoztatja az indikátor színét. Ezzel tulajdonképpen igazoltuk, hogy a polimer valóban képes arra, hogy leadjon korábban felvett anyagokat, így tényleg alkalmas lehet például műtrágyázásra is.

### Összefoglalás

A táborban eltöltött hét alatt jobban megismerkedhettünk a laboratóriumi kutatómunkával, és lehetőségünk volt egy kisebb

projektet elkészíteni. Kísérleteink során igazoltuk, hogy a nátrium-poliakrilát alapú szuperabszorbens polimerek duzzadása pH- függő, valamint, hogy az ipari termékek hasonlóan viselkednek az általunk előállítottal. Megerősítettük még, hogy a duzzadásfok exponenciálisan csökken az ionerősség növekedésével, illetve, hogy a hidrogélek alkalmasak különféle molekulák felvételére és leadására vizes közegben. Az itt végzett kísérletek eredményei önmagukban nem képeznek egy új, felfedezésekkel teli tudományos munkát, azonban alapul szolgálhatnak későbbi projektekhez és kutatásokhoz, valamint ötleteket adhatnak, elgondolkodtathatnak mind a témával, mind a tudományos kutatással kapcsolatban. Szerintem a téma, amivel foglalkoztunk, érdekes volt, és miután a kutatótáborban kissé megismerkedtünk vele, további olvasmányok, kérdések és akár kutatások is származhatnak majd az itt szerzett tapasztalatokból.

### Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni témavezetőimnek, Stumphauer Tímeának, Pásztói Baláznak és Bányai Kristófnak, hogy előkészítették a projektet és foglalkoztak velünk, folyamatosan segítettek a hét során. Szeretném megköszönni még az MTA TTK-nak, hogy biztosították a helyszínt és az erőforrásokat, valamint Lendvayné Győrik Gabriellának a tábor szervezését és a sok gondoskodást!

