

Intelligens polimerek

Karajos András

Tatai Református Gimnázium, Tata

Takács Anikó

ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnázium és Kollégium, Budapest

Tőke Péter

Árpád Gimnázium, Budapest

Varga Ferenc

Budai Középiskola, Budapest

Bevezetés

A polimerek nem mások, mint kis monomer egységekből kovalens kötással összekapcsolódott óriásmolekulák. A polimerek, műanyagok nagyon nagy szerepet játszanak az életünkben, ezt mindannyian tapasztalhatjuk. A palack, amikből iszunk polietilén-tereftalátból (PET) készül, a polisztirol (PSt) széleskörben használják szigetelésre, a padlóburkolatok sokszor poli-vinil-kloridból (PVC) készülnek, a konyhában az edények bevonata manapság már teflon, vagy megemlíthetnénk még a harisnyák alapanyagát a nyílont is.

Mit is takar az intelligens megnevezés?

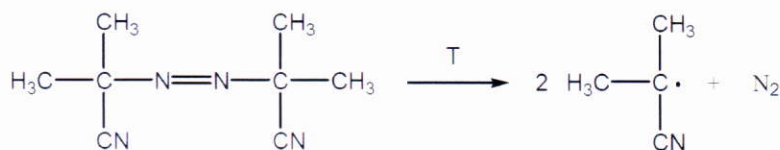
Az intelligens polimerek pillanatszerű, visszafordítható (reverzibilis) és nem lineáris reakcióval

érezkelik a környezet hatásait. Ilyen hatás lehet például a hőmérséklet, nyomás, pH stb. Jelen munka során a hőmérsékletérzékeny polimerek világába nyerhettünk betekintést.

Gyakorlati munka

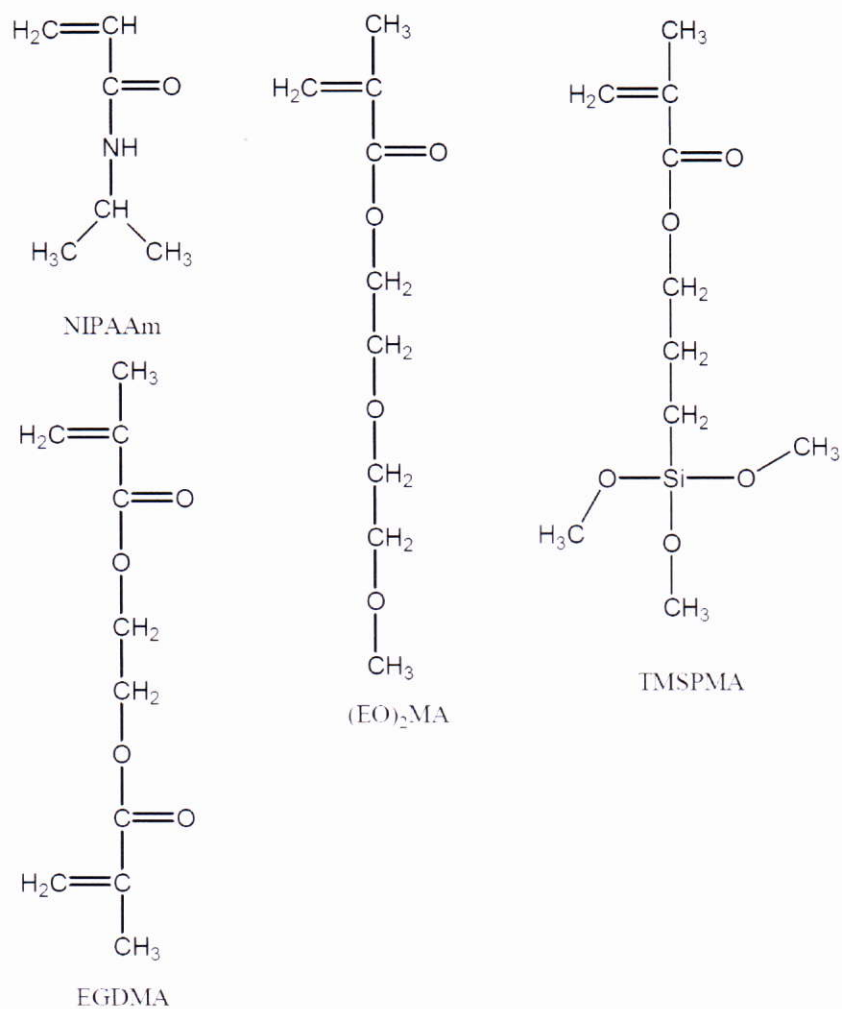
Anyagok előállítása

Az általunk előállított polimerek gyökös polimerizációval képződtek. A reakciót az iniciátor nevű anyag indítja meg, esetünkben az azo-bisz-izobutiro-nitril (AIBN), mely hő hatására bomlik, mint azt az 1. ábra mutatja. Az így keletkezett gyökök megindítják a láncnövekedést, mikor az iniciátorra rákapcsolódik egy monomer, arra egy újabb monomer, és így tovább. A reakció lánczáródással végződik.



1. ábra Az AIBN bomlása

A tábori munkánk során a következő monomerekkel dolgoztunk (2. ábra)

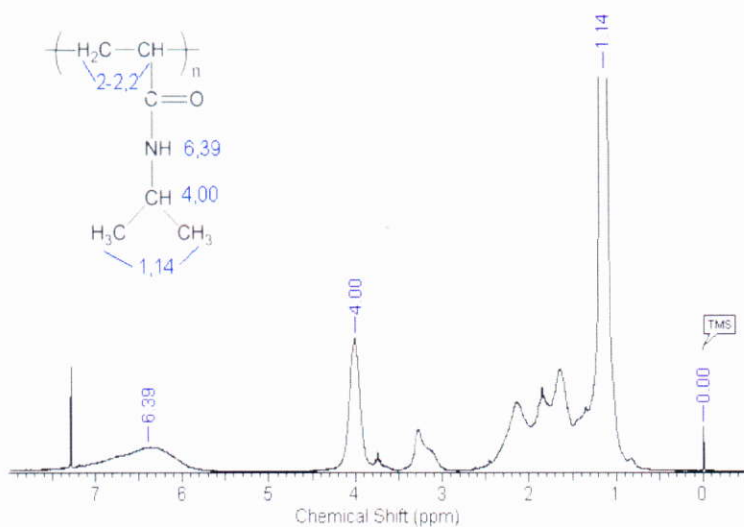


2. ábra N-izopropil-akrilamid (NIPAAm), dietilén-glikol-metil-éter-metakrilát ((EO)₂MA), (trimetoxiszilil)propil-metakrilát (TMSPMA), etilén-glikol-dimetakrilát (EGDMA)

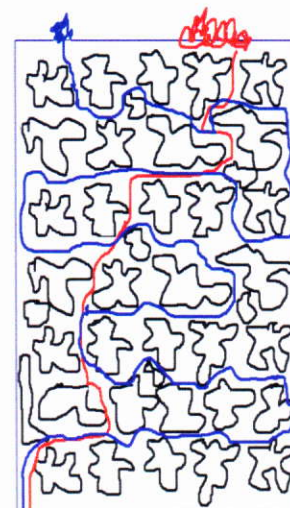
A szintézishez az előbbi monomereket egyedül (homopolimer) és együtt is (kopolimer) felhasználtuk az 1. táblázatban feltüntetett összetételekben.

Polimer minták	NIPAAm	(EO) ₂ MA	EGDMA	TMSPMA
1.	X			
2.		X		
3.	X			X
4.		X		X
5.		X	X	

1. táblázat Az előállított polimer minták összetétele



3. ábra A PNIPAAm $^1\text{H-NMR}$ spektruma



4. ábra GPC elve

A NIPAAm-ot tartalmazó mintákat tetrahidrofuran oldószerben $60\text{ }^\circ\text{C}$ -on állítottuk elő, míg az $(\text{EO})_2\text{MA}$ -t tartalmazókat toluolban $80\text{ }^\circ\text{C}$ -on. Az oldószer felhasználás előtt abszolútizálva voltak. A reakcióidő minden esetben 12 óra volt és N_2 atmoszféra alatt dolgoztunk. A létrehozott polimeroldatot rotációs vákuumbepárlóval vagy kicsapással tisztítottuk, majd vizsgáltuk. Az 5. minta esetében egyből gélekhez jutottunk, mivel az EGDMA két olyan funkciós csoportot is tartalmaz, ami képes a láncokba épülni, így képes összekapcsolni a különböző láncokat.

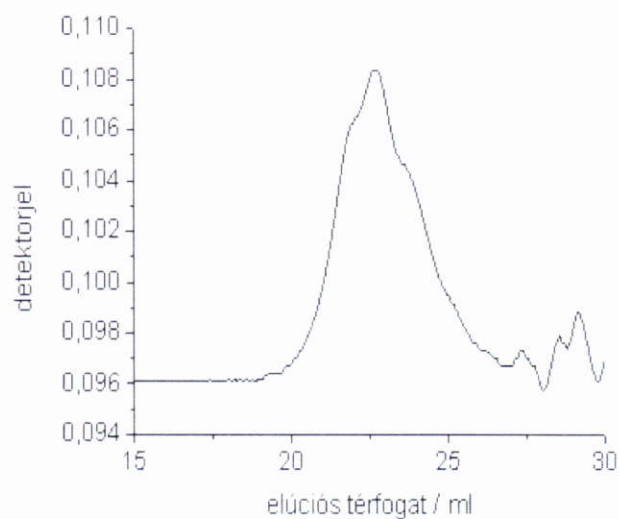
egy pumpa nyomja át a polimert, és először a nagyobb molekulák érnek az oszlop végére (piros), mert „kevesebb helyre férnek be” és így rövidebben, egyszerűbben haladnak. Ezután a kisebbek jönnek (kék), amelyek „több helyre beférnek”, így hosszabb úton érnek végig (4. ábra). Az 5. ábra mutatja az elúciós térfogat (polimeroldat azon térfogata, ami már átfolyt a GPC-n; ez arányos a molekulatömeggel) függvényében a mért detektorjelet (ami az adott molekulatömegű polimer molekulák számával arányos).

NMR-mérések

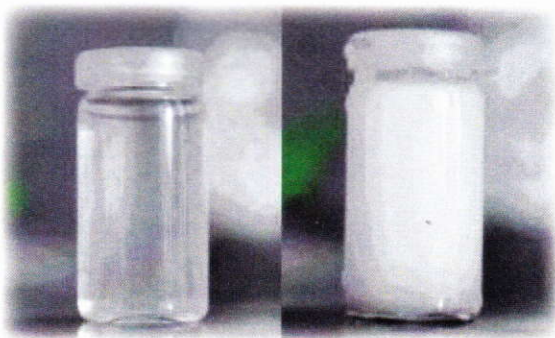
A nem géles polimerek szerkezetét proton mágneses magrezonancia spektroszkópia ($^1\text{H-NMR}$) segítségével ellenőriztük. Ez egy szerkezetazonosító módszer, ami azon alapul, hogy más kémiai környezetben a protonok máshogy adnak jelet, és több azonos proton pedig nagyobb jelet ad, a különböző anyagoknak tehát különböző spektrumaik lesznek. A 3. ábrán az egyik polimer $^1\text{H-NMR}$ spektruma látszik.

Gél permeációs kromatográfia (GPC)

Ez az analitikai módszer azon alapul, hogy nagy felületű porózus töltet van egy oszlopban, amin



5. ábra A $\text{P}(\text{EO})_2\text{MA}$ GPC kromatogramja



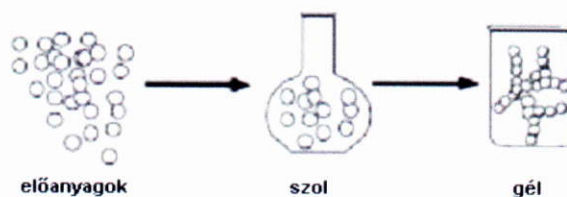
6. ábra Hőmérsékletérzékenység vizsgálata

Intelligens tulajdonság vizsgálata

A következő lépésben az előállított polimereknek vizsgáltuk a hőmérsékletérzékenységét. Itt a polimereket mintatartóba helyeztük és feloldottuk vízben. A mintatartókat meleg vízbe raktuk, és figyeltük a változást. Megfelelő hőmérsékleten (32-33 °C) a polimer hirtelen kicsapódott vizes oldatából. Hideg vízbe helyezve újra feloldódott. A folyamatot sokszor megismételtük (6. ábra).

A szol-gél módszer

A szol-gél módszerrel gélesítettük a TMSPMA-t tartalmazó polimerjeinket. A szol-gél módszer egy olcsó, egyszerű gélesítési folyamat, ahol szükség van savas vagy lúgos kémhatású katalizátorra. Az eljárásnál a kiindulási anyagoknak tartalmazniuk kell a megfelelő, szilícium tartalmú funkció csoportot. A kialakuló szilícium-oxigén kötéssel kapcsoljuk össze a láncokat. A 7. ábrán láthatjuk a gélesedés folyamatát. Ezt a már ismert módszert azzal újítottuk, hogy alkalmazásával a szerves kötések helyett szervesetlen kötésekkel kötöttük össze a meglévő polimer láncainkat. Ennek az



7. ábra A szol-gél módszer elve

eljárásnak is köszönhető a polimer más megszo- kott polimerekhez képest történő eltérő viselke- dése. Referenciaként tetraetil-ortoszilikát (TEOS) géleket készítettünk a módszer ellenőrzése érde- kében. Oldószerként víz/etanol elegyet, katalizá- torként ecetsavat alkalmaztunk.

Miután a TEOS-ból sikerült gélt előállítanunk, vagyis a módszer működőképesnek bizonyult, a meglévő polimerekből is előállítottunk géleket. Itt a megfelelő mennyiségű polimert víz és etanol elegyében oldottuk, majd ecetsav katalizátort adtunk hozzá. 3 napot vártunk, majd az elkészült géleket (8. ábra) vizsgálatoknak vetettük alá.

Gélek vizsgálata

Azt tapasztaltuk, hogy a gélek vízben kevésbé, etanolban jobban duzzadtak. 0,001 mol/dm³-es koncentrációjú vizes és etanosos indikátor- oldatokba tettük a géleket. A felhasznált indikátorok a metilnarancs, a metilénkék, a brómklórfenol-kék, a kristályibolya és a brómfenolkék voltak.

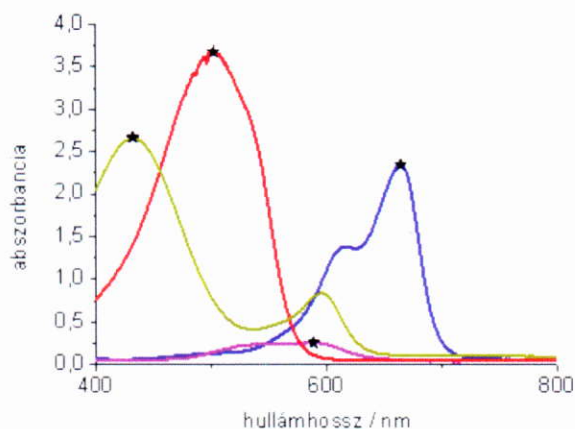
A gélek duzzasztást követő festék leadását látható spektroszkópiával vizsgáltuk (9. ábra).



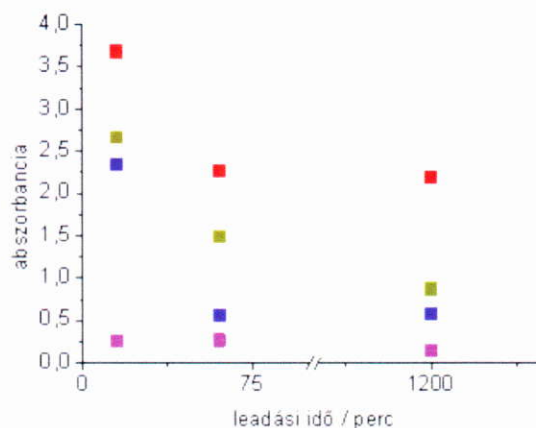
8. ábra Az egyik előállított géldarab



9. ábra Az elkészített indikátoroldatok



10. ábra A leadott indikátoranyagok maximális abszorbanációjának vizsgálata



11. ábra Az indikátoroldatok leadásának időbeli vizsgálata

Látható spektroszkópia

A látható spektroszkópia (VIS) úgy működik, hogy egy fényforrás különböző hullámhosszú fényel sugározza az anyagot, és a detektor a koncentrációval arányos fényelnyelést (abszorbanációját) méri. A duzzadt géleket tiszta oldószerbe helyeztük, negyed óra elteltével az immár indikátoros vizet vizsgáltuk meg VIS spektroszkópiával, majd a polimergéleket ismét tiszta oldószerbe tettük, és egy óra után végeztünk VIS vizsgálatot, végül pedig 16 óra után ismételtük meg a mérést.

A 10-11. ábrán a mérési eredményeket látjuk. A 10. ábrán meghatároztuk a különböző indikátoroknak a maximális abszorbanációját, majd a meghatározott értékeken mértük a 11. ábrán látható leadási profilt. Ezt különböző indikátorokkal, különböző géleket is megtettük, és

majdnem minden esetben azt tapasztaltuk, hogy a gélek 15 perc után sok, majd egyre kevesebb indikátort adnak le, de ez az érték még egy nap után is jelentős.

Összefoglalás

Munkánk során első lépésben hőmérséklet-érzékeny polimereket hoztunk létre. Ezen polimereknek vizsgáltuk a szerkezetét, molekulatömeg eloszlását és hőmérsékletérzékeny tulajdonságait. A polimerekből szol-gél módszerrel géleket hoztunk létre, melyeknek vizsgáltuk a duzzadást és különböző indikátor oldatok leadását.

Megállapítható, tehát, hogy sikerült duzzadni képes szerves és szervetlen részecskéket egyaránt tartalmazó géleket létrehozunk.

Köszönetnyilvánítás

Hatalmas örömünkre szolgált, és nagy megtisztetés volt, hogy részt vehettünk a táborban, köszönjük a lehetőséget az MTA TTK-nak.

Köszönjük témánk irányítását, az elméleti és a kísérleti munkában nyújtott sok segítséget Osváth Zsófiának és Szabó Ákosnak, a munka feltételeinek biztosítását pedig az SzKI Polimer Kémiai Osztályának, és vezetőjének Dr. Iván Bélának. Külön szeretnénk megköszönni Gabi néninek a tábor szervezését.

