

Superabsorpční polymery ve výuce chemie

21.1.2008 rvp.cz str. 0 Gymnaziální vzdělávání

Martin Bílek, Pavel Opatrný

Téma polymery a polymerace patří ve výuce chemie k jednomu z obtížně interpretovatelných témat. Experimentů se superabsorbenty lze proto dobře využít ke zvýšení motivace žáků, včetně vazby na každodenní praxi.

Syntetické polymery jsou relativně nové materiály, které se dnes používají prakticky ve všech oblastech lidské činnosti. Historie jejich výroby sahá do období těsně před první světovou válkou a její velký rozmach nastává za druhé světové války a po ní. Zvláštní pozornost rozvoji tohoto odvětví věnují státy, které jsou izolované od zdrojů tradičních surovin, zejména přírodního kaučuku. V uplynulých letech bylo možno pozorovat, jak rychlý kvantitativní růst produkce, tak i vývoj velkého množství různých nových druhů polymerů.

Polymery řadíme do skupiny makromolekulárních látek. To jsou sloučeniny, jejichž počet atomů vázaných kovalentními vazbami v makromolekule jde do set až milionů, čemuž odpovídá relativní molekulová hmotnost 10⁴-10⁷. Polymery rozdělujeme na přírodní a syntetické. Syntetické polymery lze připravit řadou chemických reakcí typu polykondenzace, polyadice nebo polymerace. Syntetické polymery lze dále dělit podle použití na velkoobjemové, inženýrské a speciální. Do skupiny speciálních polymerů lze zařadit polymery odolávající vysokým teplotám, polymerní tekuté krystaly, ionomery a pevné polymerní elektrolyty, makromolekuly specifických tvarů a speciální superabsorpční polymery (SAP) - tzv. superabsorbenty.

Superabsorbenty jsou polymery s výraznou schopností absorbovat kapaliny, která se projevuje zvětšováním jejich objemu tzv. bobtnáním. Přijímají vodné kapalné roztoky a vytváří s nimi zrnité gely trvalé konzistence. Množství přijaté kapaliny je přitom významně závislé na obsahu iontů a na pH daného absorbovaného roztoku. Pro všechny tyto polymery je společné, že se jejich jednotlivé molekuly spojují s molekulami jiných sloučenin do prostorových (třídímenzionálních) sítí prostřednictvím tzv. cross-linkers. Kapalina je v této síti fixována silnými vodíkovými vazbami a nelze ji uvolnit zpět ani při stlačení. Na obr. 1 je znázorněna struktura superabsorbentu před a po nasátí vody. Některé superabsorbenty jsou schopny pohltit až 2000 násobek své hmotnosti deionizované, 800 násobek destilované a 300 násobek pitné vody. Při použití 0,9 % roztoku kuchyňské soli (izotonického) je polymerem absorbován ještě 50 násobek jeho vlastní hmotnosti - podobně je to u absorpce lidské moči v dětských plenách.

Obr. 1 Schéma struktury superabsorbentu před a po přidání vody

Pro syntézu superabsorbentů mohou být použity nejrůznější výchozí látky. Pro laboratorní podmínky byla popsána příprava superabsorbentu na bázi kyseliny akrylové, jejíž polymerní konstituční jednotku ukazuje obr. 2. Superabsorbenty obsažené v hygienických výrobcích jsou většinou sesíťované jednotky kyseliny polyakrylové, nejčastěji sodné soli kyseliny polyakrylové (polyakrylát sodný; polymer propenamidu sodného), do kterých může difundovat voda až do doby, kdy se již sesíťované řetězce nemohou dále rozestupovat (obr. 3.). Z hlediska reakčního mechanismu se jedná o radikálovou polymeraci kyseliny akrylové, která je sesíťována pomocí MBA (N, N - methylen-bis-akrylamid) - obr. 4. Na trhu jsou superabsorbenty dostupné ve formě bílého prášku, bez zápachu, rozpustného při 20 °C.

Obr. 2 Strukturální vzorec kyseliny polyakrylové

Obr. 3 Chemická struktura superabsorbentu - sesíťované sodné soli kyseliny polyakrylové (polyakrylát sodný; polymer propenamidu sodného) před a po absorpci vody

Obr. 4 MBA (N, N - methylen-bis-akrylamid)

Superabsorbenty patří do skupiny polyelektrolytů, tedy látek obsahujících skupiny schopné elektrolytické disociace. Disociací vzniká makroion s velkým počtem elementárních nábojů a příslušný počet iontů opačného náboje. Sodná sůl kyseliny polyakrylové interaguje s molekulami vody za vzniku

vodíkové vazby mezi molekulami vody a karboxylovým aniontem (viz obr. 3). Uvnitř sesíťovaného polyakrylátu vzniká vysoká nábojová hustota, takže voda difunduje dovnitř - podobně jako při osmóze semipermeabilní membránou ve směru koncentračního spádu. Absorpční proces ustává, nahromaděním takového množství vody, kdy již další rozestupování sesíťovaných řetězců není možné.

Komerční využití SAP je relativně nové, ačkoli jsou vlastnosti a způsob přípravy těchto látek známy daleko déle. Využití SAP jako náplň různých typů hygienických produktů se datuje do 80. let dvacátého století. Jejich výroba začala nejprve v Japonsku, pak v USA a postupně se rozvinula i v Evropě.

Oblasti nejvýznamnějšího využití těchto látek se nabízejí v zemědělství a v olejářském průmyslu (např. k vázání vody z půdy), ve stavebnictví (např. při fixaci vody pro stavbu vodních kanálů), při dopravě čerstvých potravin, v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu, kdy zabraňují nežádoucí vlhkosti. Polyakrylát sodný je rovněž využíván i jako materiál pro palivovou filtraci (odstraňování vlhkosti z benzínu). Produkce superabsorbentů rok od roku stoupá. V roce 1983 nečinila ani 50 kt ročně, zatímco v roce 1999 to již bylo více jak 1100 kt.

Používání polymerů na bázi SAP však s sebou přináší i určité problémy. Jsou to především prostředky na jedno použití, které v čím dál větší míře zatěžují životní prostředí z důvodu jejich biologické neodbouratelnosti a obtížné recyklovatelnosti. Vývoj nové generace superabsorbentů je proto založen na bázi obnovitelných surovin (polysacharidy - pektiny, škrob, celulóza), které jsou biologicky dobře odbouratelné.

V navrhovaných školních experimentech lze využít jednorázové dětské pleny s obsahem ireversibilních superabsorbentů. Dále pak hračky Growing Beasts (rostoucí zvířátka), fungující na bázi reversibilních SAP (lze je zakoupit v každém větším specializovaném obchodě). Pro vybrané experimenty jsou nejvhodnější tvary lachtánka nebo mloka, ale lze využít i jiné hračky. Pro srovnávací experimenty se využívají přímo práškové SAP.

Ustříhneme přibližně stejně velký kousek papírového ubrousku, toaletního papíru, houby na nádobí, pleny se SAP tak, aby jejich hmotnost odpovídala hmotnosti umělého zvířátka. Jednotlivě zvážíme každý kousek i zvířátko. Ke každému kousku materiálu přidáme takové množství pitné vody, které bude schopen absorbovat do 5 minut. Opět ho zvážíme a vypočteme objem absorbované kapaliny. Nakonec se pokusíme kapalinu vytlačit ven z absorbujících látek a rozhodneme, zda se jedná o reversibilní nebo ireversibilní absorpční materiál.

Odtržený kus pleny se SAP promneme mezi prsty nad barevným papírem z důvodu lepší viditelnosti drobných bílých krystalků. Získané malé krystalky nasypeme do zkumavky a označíme ryskou výšku SAP ve zkumavce. Stejně množství práškového SAP nasypeme do druhé zkumavky. Z pipety postupně přikapáváme vodu do obou zkumavek a určíme její celkové absorbované množství.

Vybrané umělé zvířátko (Growing Beast) nejprve zvážíme na laboratorních vahách a hmotnost zaznamenejme. Vložíme ho do roztoku destilované vody. Po jedné hodině jej opět zvážíme a vypočteme množství absorbované vody. Analogicky tento postup zopakujeme pro pitnou vodu (jen musíme použít buďto nové nebo opětovně vysušené zvířátko). Určíme rozdíl v absorbovaném množství kapaliny (obr. 5). Absorbované množství pitné vody by mělo být o něco menší z důvodů přítomnosti iontů, které snižují osmotický gradient.

Obr. 5 Growing Beast - ještěrka: před a po 24 hodinách absorpce pitné vody

Jemný bílý práškový superabsorbent opatrně (např. pomocí násypky) nasypeme do tří zkumavek a označíme ryskou výšku SAP ve zkumavkách. Z pipety postupně přikapáváme roztoky: slabě kyselý, slabě zásaditý a neutrální. Ve druhém případě nasypeme taktéž SAP do tří zkumavek a pak do nich přikapáváme roztok o třech různých koncentracích NaCl (menší a větší než 0,9 % a 0,9 %). U superabsorbentů z dětských plen bude prokázána větší schopnost SAP absorbovat slabě zásaditý roztok. Důvodem je, že lidská moč má slabě zásadité pH a tomuto faktoru je uzpůsobeno i složení SAP v dětských plénách. Ze stejných důvodů platí i fakt, že čím více se liší koncentrace NaCl od koncentrace fyziologického roztoku (0,9 % roztok NaCl), tím je absorbováno menší množství roztoku.

Vybrané experimenty tvoří jen dílčí část námětů na experimentální činnosti se superabsorbenty ve výuce chemie. Nabízí se také možnost porovnání absorpčních schopností různých materiálů v závislosti na různé teplotě absorbované kapaliny, roztoků různých solí aj.

Téma polymery a polymerace patří ve výuce chemie k jedněm z obtížně interpretovatelných témat. Experimentů se superabsorbenty lze proto dobře využít ke zvýšení motivace žáků, včetně vazby na každodenní praxi. V dnešní době se nabízí možnost využít tohoto tématu i při koncipování školního projektu s ekologickým zaměřením, problémových úloh nebo úkolů na vyhledávání informací s chemickou tematikou na Internetu.

Příspěvek byl převzat z časopisu Biologie, chemie, zeměpis (SPN)Stupeň vzdělávání a období vzdělávání gymnázium

Rozvíjené klíčové kompetence Kompetence k řešení problému rozpozná problém, objasní jeho podstatu, rozčlení ho na části;uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice;Kompetence komunikativní s ohledem na situaci a účastníky komunikace efektivně využívá dostupné prostředky komunikace, verbální i neverbální, včetně symbolických a grafických vyjádření informací různého typu;používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu;

Organizace řízení učební činnosti Individuální, skupinová

Organizace prostorová Běžná učebna, odborná učebna

Organizace časová 1 hodina

Vyučovací metoda Laboratorní cvičení

Použitá literatura a zdroje MLEZIVA, J., ŠŇUPÁREK, J.: Polymery - výroba, struktura, vlastnosti a použití. Praha,: SOBOTÁLES 1993, 525 s.

ZÁMORSKÝ, Z.: Nauka o polymerech. Brno, Vysoké učení technické v Brně 1982, 321 s.

RENDLIN, K. - LÜCK, G.: Kunststoff - Versuche - für alle Schularten geeignet. PdN-ChiS 2000, Jg. 49, Nr. 4, S. 40-45.

DEGUSSA KREFELD [on-line] www.superabsorber.com/ (cit. 10. 10. 2005).

BUDWEISEROVÁ, K.: Metodika experimentálních činností ve výuce chemie s podporou počítače (diplomová práce), Hradec Králové, katedra chemie PdF UHK 2001.

BÍLEK, M. - KRÍČFALUŠI, D.: Polymery se superabsorpčními vlastnostmi a příklad jejich využití ve výuce chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu. In: Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitas Ostraviensis. Ostrava, **Ostravská univerzita** 2001, s. 145-159.

KÖHLER-KRÜTZFELD, A.: Spielend in die Polymerchemie. PdN-ChiS, 2001, Jg. 50, Nr. 5, S. 24-26.

URL| <http://www.rvp.cz/clanek/1875>
