

Záhady polyamidů a mezilidská chemie

„Za každým velkým objevem a vynálezem je třeba vidět jednoho jediného člověka. Ten poskytne prvotní nápad a ideu, kterou pak jeho spolupracovníci dále rozpracují a uvedou do praxe.“ Takový názor jednou vyjádřil Otto Wichterle (1913–1998), známý jako spoluautor vynálezu přípravy polymerního hydrogelu založeného na hydrofilním 2-hydroxyethylmethakrylátu (spolu s Drahoslavem Límem [1925–2003]) a vynálezce původní metody přípravy měkkých kontaktních čoček polymerací v rotujících formičkách. A ještě pokračoval: „Také originální hudební dílo, třeba symfonii, vytvoří jen jediný skladatel. Až po něm mohou přijít další, kteří jeho motivy mohou dále upravovat, třeba pro jiné nástrojové obsazení.“ Můžeme si představit, že za významnými vynálezy, které jsou dnes součástí civilizace, byli opravdu geniální jednotlivci. Ale dnes už je nemožné zjistit, kdo byl ten první, koho napadlo udělat si luk a šíp, vytvořit kolo na hřídeli, rozdělat třením oheň nebo kombinaci mědi a cínu vytvořit bronz.

Zato historie současných syntetických polymerních materiálů je poměrně mladá. Jejich masivního rozvoje a využití v jednadvacátém století se původní vynálezci a objevitelé často nedožili, zato o nich existují písemná svědectví, patentová literatura a množství vědecké a odborné literatury. Přesto o vzniku významných polymerů, jako jsou polyethyleny, polypropylen nebo polyamidy, které jsou dnes součástí každodenního života, panuje řada nejasností, a dokonce i záhad a pověr. To platí zejména pro historii polyamidů. Jejich příběh je natolik zajímavý, že stojí za bližší prozkoumání. A ukazuje se, že u významných objevů prvních polyamidů opravdu vystupují výrazní jednotlivci. Nikdy ale nebyli sami.

Na prvním místě je to jistě Hermann Staudinger (1881–1965), nositel Nobelovy ceny. Staudinger v roce 1920 v časopise *Chemische Berichte* zveřejnil revoluční článek nazvaný O polymeraci. Samotný termín polymer už na počátku 19. století navrhl švédský chemik Berselius pro látky, jejichž molekuly jsou vytvořeny z mnoha stejných chemických jednotek. Až do Staudingerova článku platil v chemii názor, že polymerní molekuly jsou jen koloidní shluky nízkomolekulárních jednotek. Staudinger ale formuloval představu, že polymery jsou molekulární řetězce, v nichž jsou nízkomolekulární jednotky spojeny chemickými vazbami. Z toho pak logicky vyplynula možnost takové řetězce vytvářet synteticky chemickým spojováním dvojfunkčních monomerů.

Myšlenky polymerních řetězců se hned ve dvacátých letech dvacátého století chopilo několik prozíravých chemiků a snažili se takové nové polymery záměrně vytvářet. Právě třicátá a čtyřicátá léta 20. století byla pro tvůrčí chemiky neobyčejně vzrušující a napínavá. Otevíral se před nimi svět nejrůznějších, dosud neznámých materiálů s netušenými vlastnostmi. Mezi takovými tvůrčími chemiky hned vystupuje tvůrce „nylonového věku“ Wallace

H. Carothers (1896–1937). Absolvoval Harvardovu univerzitu, nějakou dobu přednášel studentům a v roce 1928 nastoupil do ústředních laboratoří firmy DuPont ve Wilmingtonu v americkém státě Delaware. I když Němec Staudinger dostal Nobelovu cenu až v roce 1953, je téměř jisté, že američtí chemici jeho představu polymerního řetězce znali a prakticky podle ní postupovali. Carothersově skupině se takto podařilo připravit několik pozoruhodných polymerních materiálů, např. chloroprenový kaučuk (neopren) a také polyamidy. Největšího úspěchu ale dosáhli přípravou polyamidů kondenzační reakcí hexamethyldiaminu a dichloridu kyseliny adipové na rozhraní vodné a organické fáze. Společnost DuPont přihlásila americký patent na takový polyamid už v červenci 1931. První úspěšnou laboratorní syntézu uskutečnil v Carothersově laboratoři 28. února 1935 francouzsko-americký chemik Gerard Bérchet (1902–1990). Protože každá z reakčních složek má v molekule 6 atomů uhlíku, chemici navrhli pro výsledný produkt jméno polyamid 6-6. To se ale nelíbilo názvoslovné komisi firmy. Vedení společnosti pochopilo, že polyamidová vlákna naleznou rozsáhlé uplatnění na výrobu dámských punčoch. A také, že polyamidové punčochy budou mnohem odolnější proti páráni a tvorbě oček. Očku na punčoše se v Americe říká „run“, a tak první návrh jména pro polyamidová vlákna byl „no run“. Z tohoto sloganu se pak postupným přeskupováním písmen vzniklo nyní známé slovo nylon. To slovo se všem líbilo, protože nemělo do té doby žádný konkrétní význam, a navíc se dal vysvětlit jako počáteční písmena dvou největších měst USA a Velké Británie NY-LON. Když se blížila válka a Japonci zablokovali dovoz čínského hedvábí do Ameriky, dostala zkratka nylon ještě další víceslovný rozvoj: **Now You Lost, Old Nippon, tedy: Ted' jste prohráli, staří Japonci.**

Další nadějnou cestu na přípravu polyamidů nabízel už od počátku kaprolaktam. Molekula tohoto cyklického amidu tvoří sedmičlenný uzavřený kruh. Každého prozíravého chemika by mělo napadnout, že rozevřením kruhu mezi skupinou C=O a skupinou NH vznikne segment, jehož postupným opakováním by vznikl lineární řetězec polyamidu. Polymer kaprolaktamu ve třicátých letech 20. století doslova visel ve vzduchu. Vzdělaný Carothers o něm nepochybně uvažoval, ale rozevřít kruh kaprolaktamu se mu nepodařilo. A to je hned první záhada spojená s polyamidy (možná neměl patřičně čisté výchozí látky). A následuje hned další a tragické tajemství: Ten chytrý a úspěšný chemik ukončil dobrovolně svůj život. Ještě navštívil krátce svou laboratoř a pak, 28. dubna 1937, objevili náhodní hosté jeho mrtvé tělo v hotelovém pokoji. Poblíž byla polo-prázdná ampulka se zbytkem kyanidu draselného a půlka vymačkaného citrónu. Motiv jeho nešťastného činu se nepodařilo jednoznačně objasnit, ale s kaprolaktamem určitě nesouvisel.

Mezitím, na druhé straně Atlantického oceánu, usiloval o přípravu polyamidů Němec Paul Schlack (1897–1987), výzkumný chemik u německé firmy Glanzstoff. Když zjistil, že příprava polyamidů z kaprolaktamu není patentově chráněna, vydal se tímto výzkumným směrem. Výzkum zahájil z vlastního zaujetí bez přímého příkazu vedení firmy. S jediným laborantem W. Ahrensem byli tak přesvědčeni o dosažitelnosti svého cíle, že pracovali doslova ve dne v noci. Právě jedné noci z 28. na 29. ledna 1938 připravili první polykaprolaktam neboli polyamid-6 (jeho strukturní jednotka má právě 6 uhlíků).

U nás se zabýval přípravou polymerů kaprolaktamu za protektorátu ve výzkumném ústavu firmy Baťa ve Zlíně Otto Wichterle, a to zřejmě nezávisle na Schlackovi. A to je vlastně další záhada. Na druhé straně Wichterle znal americké publikace a řešerše Carothersovy skupiny. Ty přípravu vláknovitého polymeru z kaprolaktamu kupodivu vylučovaly. Přesto se o to Wichterle pokusil, a spolu s Jiřím Procházkou, který pracoval v jeho oddělení v Baťových laboratořích, první kaprolaktam skutečně připravili. Když získali první pětigramovou kuličku polymeru, vytáhli z ní horkou tyčinkou dlouhé vlákno. Wichterle to hrdě předvedl vedoucímu laboratoří docentu Stanislavu Landovi (1898–1981) a spolu s ním pak v osmém patře zlínského mrakodrapu i ředitelům firmy Baťa, Hlavničkovi a Čiperovi. Ředitelé celé oddělení finančně podpořili a rozšířili o další chemiky. Mezi nimi byl přijat také Alois Novotný. Po válce pak pomohl Otto Wichterle zavést průmyslovou výrobu polyamidu-6 v Československu. Nejprve v chemických závodech Žilina, později v Plané nad Lužnicí. Navržený název domácího polyamidu winop (Wichterle-Novotný-Procházka) byl změněn na silon. Jiří Brožek z pražské Vysoké školy chemicko-technologické uvádí, že slovo silon navrhl básník Vítězslav Nezval.

Když se teď pokusíme spletitou historii počátků syntetických polyamidů shrnout, je zřejmé, že by vyžadovala vysvětlení jednotlivých kroků chemických reakcí. Také sled

jednotlivých událostí by si zasloužil podrobnější výklad. Ale jedna věc je zřejmá, žádný z těch vedoucích chemiků, kteří jsou uváděni jako původci prvních polyamidů, nebyl sám. Vždycky měli alespoň jednoho nebo dva blízké spolupracovníky a pak také nezbytné laboratorní zázemí, včetně týmů svědomitých laborantek a laborantů. Úspěšné výsledky spolupracujících chemiků byly možné jen proto, že mezi nimi panovala také optimální spolupráce a vzájemné porozumění, správná mezilidská chemie. Podle nezaručené ústní tradice by se dalo jméno nylon sestavit také z počátečních písmen křestních jmen Carothersových spolupracovníků: Naomi, Yvet, Luisa, Olivia, Nancy.

Závěrem je třeba říct, že polyamidy a polyamidová vlákna nevytvořil jako první žádný z výše uvedených výjimečných lidí, ale Matka Příroda. Proteiny (bílkoviny) jsou totiž přírodní polyamidy dovedené milióny let evoluce do chemické i strukturní dokonalosti. Stejně jako v průmyslové zvláknovací lince také při vzniku přírodních polyamidových vláken probíhá důležitá fáze dloužení. Ta vlákna zjemňuje a vytváří jejich nadmolekulární strukturu. Pavouk své vlákno neustále nožičkami odtahuje a housenka bource morušového se při vypuzování vlákna vrtí kolem své osy. Až si budeme příště vázat hedvábný šátek, nebo vymetat pavučiny, měli bychom si to uvědomit.

Miroslav Raab, Martin Hrubý a Tereza Hamsová

LITERATURA

1. McAllister J. F.: *The First Nylon Plant*. American Chemical Society, 1995.
2. Wichterle O.: *Vzpomínky*. Academia, Praha 2007.
3. Raab M.: *Materiály a člověk*. Univerzita Tomáše Bati, Zlín 2000.

● Raab M., Hrubý M., Hamsová T.: Chem. Listy 116, 469–470 (2022).

● <https://doi.org/10.54779/chl20220469>